Universidad Nacional de Ingeniería

Área de conocimiento Arquitectura y Construcción.

"DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2025."

Proyecto de graduación para optar al título de Ingeniero civil

Elaborado por:

Br. Juan Daniel Mercado Sánchez
Carnet: 2016-0235U

Br. Shirley Simona Mendieta Aguilar
Carnet: 2017-0529U

Br. Eliazar Natanahel Medrano Medina
Carnet: 2016-1153U

Tutor:

Ing. Héctor Javier Balladares Alvarado

Mayo de 2026
Managua, Nicaragua

Universidad Nacional de Ingeniería

AVAL DEL TUTOR(A)

1. Datos del Estudiante

#1) Nombre del estudiante:	Juan Daniel Mercado Sánchez
Programa académico:	ingeniería Civil
Carné:	2016-0235U
#1) Nombre del estudiante:	Shirley Simona Mendieta Aguilar
Programa académico:	ingeniería Civil
Carné:	2017-0529UU
#1) Nombre del estudiante:	Eliazar Natanahel Medrano Medina
Programa académico:	ingeniería Civil
Carné:	2016-1153U

2. Datos del Tutor(a) Académico(a)

Nombre del tutor(a):	Ing. Héctor Javier Balladares Alvarado
Área de conocimiento o CUR	
Correo institucional:	hector.balladares@transitorios.uni.edu.ni

3. Datos del Asesor(a) Académico(a)

Nombre del asesor(a) académico(a)	Ing. Marcos Palma
Área de conocimiento o CUR	Arquitectura y construcción
Correo institucional:	marco.palma@uni.edu.ni

Declaración del Tutor(a)

Yo, Héctor Javier Balladares Alvarado, en calidad de tutor(a) certifico que he revisado la propuesta presentada por el estudiante descrito en este formulario y:

☐ Avalo la propuesta para su desarrollo.

☐ No avalo la propuesta (requiere ajustes).

Universidad Nacional de Ingeniería

Observaciones (si aplica):

_____

_____

Firma del Tutor(a): _____



Fecha: 08 / 03 /2026

Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

Managua, Nicaragua, lunes 15 de diciembre de 2025
REF/CULM.EST/TFCE/CIV/082-2025

Shirley Simona Mendieta Aguilar
Juan Daniel Mercado Sánchez
Eliazar Natanahel Medrano Medina
Sus manos. –

Estimado (s) Bachiller (es), reciba (n) cordiales saludos.

En el marco de la ***Estrategia de Culminación de Estudios 2025 (Plan Remedial)*** se le(s) comunica que el Tema y objetivos de **Proyecto de Graduación** titulado **"DISEÑO GEOMÉTRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA EL HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2025".** Ha sido aprobado y se le ha asignado como Tutor(a) al (a la) **Ing. Héctor Javier Balladares Alvarado**

La ejecución, entrega y defensa del **Proyecto de Graduación** tendrá una duración máxima de 05 meses, a partir de la fecha de aprobación de la Dirección, siendo el periodo establecido del **01 de diciembre del 2025 al 30 de abril del 2026.**

Por lo tanto, ud (s) deberá(n) cumplir en el periodo mencionado con lo siguiente:

a) Desarrollar el Cronograma de Ejecución y realizar las actividades en correspondencia con el mismo, en el cual se tienen que programar los periodos de encuentros con el tutor, pre defensa y defensa.

b) Presentar al tutor ***semanalmente*** los avances obtenidos en el proceso de ejecución conforme el cronograma.
c) Cumplir con al menos el 90% de asistencia en los encuentros programados con el tutor asignado.
d) Realizar al menos una pre defensa del Trabajo Monográfico en versión borrador, según el cronograma establecido en el marco de la ***Estrategia de Culminación de Estudios 2025 (Plan Remedial)***, con el objetivo de garantizar en todos los aspectos el éxito de la defensa.

Igualmente, se le(s) recuerda que no hay prórroga para el cumplimiento de este proceso y que a través de la firma de la carta compromiso reconoce que esta es la última oportunidad para realizar la culminación de estudios.

Sin más a que hacer referencia y deseándole éxito en su **Proyecto de Graduación** para optar al título de **Ingeniero Civil**, se despide.

Atentamente,

Ma. Marcela Carolina Galán Gaitán
Directora

CC. Expediente Culminación de Estudios

Escaneado con CamScanner

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. 1
2. ANTECEDENTES Y MARCO LEGAL. 2
3. OBJETIVOS. 4
   3.1. Objetivo General. 4
   3.2. Objetivos Específicos. 4
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 5
5. FUNDAMENTOS TECNICOS. 6
   5.1. Criterios de Diseño. 6
      5.1.1. Tránsito. 6
      5.1.2. Volúmenes de Tránsito. 6
      5.1.3. Topografía. 8
      5.1.4. Velocidad Elemento Básico Para el Diseño Geométrico. 9
      5.1.5. Aspectos Técnicos Para el Diseño Geométrico Vial. 10
   5.2. Derecho de Vía. 12
   5.3. Planos de Diseño. 12
      5.3.1. AutoCAD Civil3D 2020 para Diseño Geométrico. 12
6. METODOLOGIA. 13
   6.1. Tipo y enfoque del estudio. 14
   6.2. Ubicación de proyecto. 14
   6.3. Fase 1: Recolección de Información Secundaria. 15
   6.4. Fase 2: Estudios de Campo. 16
      6.4.1. Estudio de tráfico. 16
      6.4.2. Estudio Topográfico. 16
   6.5. Fase 3: Procesamiento y Análisis de Datos. 17
      6.5.1. Análisis de Tránsito. 17
      6.5.2. Procesamiento Topográfico. 17
   6.6. Fase 4: Diseño Geométrico del Tramo. 17
      6.6.1. Alineamiento Horizontal. 17
      6.6.2. Alineamiento Vertical. 17
      6.6.3. Sección Transversal. 18
      6.6.4. Generación de Planos de Diseño. 18

6.7. Fase 5: Elaboración de Conclusiones y Recomendaciones. 18
7. RESULTADOS. 18
7.1. Estudio de Transito 18
7.1.1. Generalidades 18
7.1.2. Procesamiento de la información. 21
7.1.3. Cálculo de Transito Promedio Diario (TPD). 21
7.1.4. Transito Promedio Diario Anual segun metodología MTI. 24
7.1.5. Factores de ajustes o de Expansión 26
7.1.6. Porcentaje vehicular del TPDA. 29
7.1.7. Clasificación de la vía. 29
7.1.8. Estadística del producto interno bruto (PIB) 2006-2024 34
7.1.9. Estadísticas del crecimiento de población (POB). 35
7.1.10. Estadísticas históricas de combustible (COMB). 37
7.1.11. Tasa de crecimiento Calculada. 38
7.1.12. Proyección del tránsito 38
7.1.13. Transito Normal 39
7.1.14. Transito Generado. 41
7.1.15. Transito total 42
8. TOPOGRAFIA. 44
8.1. Levantamiento Topográfico Altiplanimetrico 44
8.1.1. Planificación del levantamiento topográfico. 45
8.1.2. Equipos usados en el levantamiento 46
8.1.3. Levantamiento topográfico 48
8.1.4. Pendiente 48
9. AutoCAD Civil3d 2020 EN EL DISEÑO GEOMETRICO 50
9.1. Gestión de puntos COGO. 51
9.2. Desarrollo de planos 53
10. PARAMETROS DE DISEÑO. 55
10.1. Elementos de diseño geométrico. 55
10.1.1. Clasificación de la vía. 55
10.1.2. Tipo de terreno. 59
10.1.3. Velocidad de Diseño. 61

10.1.4. Número de carriles. 63
10.1.5. Ancho de Carriles. 63
10.1.6. Ancho de rodamiento. 64
10.1.7. Ancho de hombros. 64
10.1.8. Ancho de corona. 66
10.1.9. Tipo de superficie de rodamiento. 66
10.1.10. Pendiente transversal. 66
10.1.11. Súper Elevación máxima (peralte (emax)). 67
10.1.12. Coeficiente de fricción transversal. 69
10.1.13. Vehículo de Diseño. 71
10.1.14. Radios de giro. 73
11. ALINEAMIENTO HORIZONTAL 73
11.1. Elementos geométricos de la curva Horizontal. 74
11.1.1. Criterios de diseño para curvas horizontales. 76
11.2. Cálculo de los elementos de la curva o radio mínimo 76
11.3. Grado máximo de curva. 77
11.4. Cálculo de la tangente (T) 78
11.5. Desarrollo de la curva (D) 79
11.6. Súper elevación máxima (peralte $\boldsymbol{emax}$). 79
11.7. Cuerda máxima (CM) 80
11.8. Secante Externa (E) 80
11.9. Mediana de la curva (CM) 81
11.10. Estación de punto de comienzo (PC) 82
11.11. Estación en punto de intersección de la curva (PI) 83
12. ALINEAMIENTO VERTICAL. 85
12.1. Elementos de una curva vertical 86
12.1.1. Criterios de diseño para curvas verticales. 87
12.2. Cálculo de pendientes. 88
12.3. Cálculo de la longitud de la curva. 89
12.4. Cálculo de estaciones y elevaciones. 89
12.5. Tabla de replanteo (Elevaciones de la rasante) 90

12.6. Cálculo del punto más alto. 93
13. CONCLUSIONES. 97
14. RECOMENDACIONES. 98
15. BIBLIOGRAFIA 99
16. ANEXOS I
16.1. 16.1 Generalidades I
16.2. Estudio de tránsito. II
16.3. Estudio Topográfico. VII
16.3.1. Levantamiento Topográfico. XLIII
16.4. Estudio de crecimiento. XLV

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Macro localización. 14
Figura 2 Micro localización..... 15
Figura 3 Estaciones de Aforos vehiculares 20
Figura 4 Porcentaje de tipología de vehículos 21
Figura 5 Composición de Tránsito Promedio Diario (TPDA)..... 29
Figura 6 Estación total 46
Figura 7 Prisma topográfico y bastón de 5.20m de perilla. 46
Figura 8 Trípode con base nivelante..... 47
Figura 9 Cinta métrica..... 47
Figura 10 Libreta de campo 47
Figura 11 Ventana de importar puntos..... 52
Figura 12 Configuración de puntos 53
Figura13 Planos como representación técnica del diseño 55
Figura 14 Vista frontal del tramo en Civil 3D..... 60
Figura 15 Vista lateral del tramo en Civil 3D 60
Figura 16 Partes de la carretera 65
Figura 17 Partes de una carretera 68
Figura 18 fricción arranque y frenado 69
Figura 19 Radio de Giro para vehículo WB-15 72
Figura 20 Elementos geométricos de la curva horizontal..... 74
Figura 21 Elementos de una curva vertical 86
Figura 22 Est 0+000 Monumento Pedro Arauz Palacio - Tipitapa I
Figura 23 Est 2+170, Hospital Bautista Filial Tipitapa. I
Figura 24 Toma de datos viernes 27/12/2025.....XLI
Figura 25.....XLI
Figura 26 Toma de datos sábado 28/12/2025 XLII
Figura 27 Toma de datos Domingo 29/12/2025.....XLII
Figura 28 Levantamiento topográfico inicio del tramo.....XLIII
Figura 29 Levantamiento Topográfico intermedio del tramo XLIII
Figura 30 Levantamiento topográfico Final del tramo XLIV

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen aforo tipo de vehículos en ambos sentidos/12hrs 23
Tabla 2 Vector geográfico 24
Tabla 3 Dependencia de estaciones 25
Tabla 4 volúmenes TPDA según clasificación de estaciones 25
Tabla 5 Factores para estación de mayor cobertura 200 27
Tabla 6 Resultados TPDA 2025 por medio de los factores de ajuste 28
Tabla 7 Registros Históricos 31
Tabla 8 Tasas de crecimiento para TPDA EMC 1100 33
Tabla 9 Estadística del PIB y tasa interanual 35
Tabla 10 Estadística de POB y tasa interanual 36
Tabla 11 Estadísticas del COMB tasa de crecimiento interanual 37
Tabla 12 Tasa de crecimiento calculada 38
Tabla 13 Proyección de Transito Normal 41
Tabla 14 Proyección de Transito Generado 42
Tabla 15 proyección de Transito Total 43
Tabla 16 Clasificación de las carreteras 44
Tabla 17 clasificación de terrenos respecto a las pendientes natural 61
Tabla 18 Anchos en estructuras según TPDA 64
Tabla 19 Anchos mínimos de hombros y aceras 65
Tabla 20 Clasificación de superficie de rodamiento 66
Tabla 21 Pendiente transversal 67
Tabla 22 Coeficiente de Fricción y Radio de Diseño 70
Tabla 23 Radios mínimos de diseño 77
Tabla 24 Grado de curvatura 78
Tabla 25 Calculo de la Tangente en las curvas 78
Tabla 26 Calculo para el desarrollo de la curva 79
Tabla 27 Calculo de la cuerda máxima 80
Tabla 28 Calculo de la secante Externa 81
Tabla 29 Calculo de la mediana en la curva. 81
Tabla 30 Estación PC 83
Tabla 31 Estación PI 83
Tabla 32 Estación Punto Medio (PM) 84
Tabla 33 Estación punto final (PT) 84
Tabla 34 Resumen de estaciones calculadas 85
Tabla 35 Resumen Civil 3D 85
Tabla 36 Pendiente y diferencia de pendiente 88
Tabla 37 Longitud de curva 89

Tabla 38 Estaciones 90
Tabla 39 Elevaciones 90
Tabla 40 Replanteo Curva 1 91
Tabla 41 Replanteo Curva 2 92
Tabla 42 Replanteo Curva 3 92
Tabla 43 distancia horizontal Xm 93
Tabla 44 Estación HP 94
Tabla 45 elevación HP 94
Tabla 46 Calculo de Y 95
Tabla 47 Caculo del Punto más alto 95
Tabla 48 Resumen de Civil 3D 96
Tabla 49 Conteo vehicular viernes 27/12/2025 sentido 1 II
Tabla 50 Conteo vehicular viernes 27/12/2025 sentido 2 III
Tabla 51 Conteo vehicular sábado 28/12/2025 sentido 1 IV
Tabla 52 Conteo vehicular sábado 28/12/2025 sentido 2 V
Tabla 53 onteo vehicular día sábado 29/12/2025 VI
Tabla 54 Datos del levantamiento topográfico VII
Tabla 55 Crecimiento económico de Nicaragua año 2024 XLV
Tabla 56 Consumo de combustibles en Nicaragua (2010-2024) XLVI
Tabla 57 Crecimiento Poblacional de Nicaragua (1990-2024) XLVII

1. INTRODUCCIÓN.

En Nicaragua, así como en la mayor parte del planeta, las carreteras continúan siendo el medio de transporte mayormente utilizado, son de primordial importancia para el desarrollo económico y social del país, puesto que es usado tanto para el transporte de pasajeros, así como para bienes y mercancías.

Una carretera con un eficiente diseño considera la movilidad que necesitan los usuarios (motoristas, peatones, ciclistas), como también la seguridad y confortabilidad de estos, separando las limitantes físicas con las del entorno.

En esta monografía se presenta una propuesta de diseño geométrico del tramo de 2.17 km, que da inicio del monumento Pedro Arauz Palacios Tipitapa finalizando en el hospital bautista filial Tipitapa.

Para realizar esta propuesta de diseño vial, se hará uso del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de carreteras (SIECA 3ra edición 2011) con el fin del mejoramiento vial.

Se ejecutarán estudios de campo orientados a conocer el comportamiento del tránsito en este tramo y adicionalmente las características geométricas en los cuales se destaca el conteo vehicular y el estudio topográfico.

Para el análisis, cálculo y diseño del tramo en estudio, se utilizará el software Autodesk AutoCAD Civil 3D 2021 herramienta que permite la modelación del tramo de carretera, trazado del alineamiento horizontal y vertical de la vía, así como la determinación de los elementos de las curvas y la generación de la sección típica correspondiente por medio de los planos que detallen visualmente cada uno de los elementos mencionados.

2. ANTECEDENTES Y MARCO LEGAL.

La carretera NIC-11A (Tipitapa-Masaya) es una vía troncal importante en Nicaragua, que conecta el norte (NIC-1) con Masaya (NIC-4B).

Durante las últimas décadas, el municipio de Tipitapa y el área metropolitana de Managua han experimentado un crecimiento demográfico, comercial e industrial sostenido, este proceso ha incrementado de forma significativa la demanda de movilizarse, lo que a su vez ha generado un aumento considerable en la circulación vehicular, especialmente en las vías que conectan zonas urbanas con corredores regionales como lo es el tramo en estudio.

Históricamente, la vía que hoy conforma la NIC-11A desempeñó un papel fundamental en la comunicación intermunicipal. Antes de su construcción, la movilización entre Managua y Masaya eran lentos y complejos, particularmente debido a la topografía, al mal estado de los caminos y a la inexistencia de una carretera continua.

Con el desarrollo económico y social de la región, esta carretera surgió como una solución para integrar los principales centros urbanos y facilitar el transporte de personas, mercancías y productos agrícolas. Por ello, a nivel local se le reconoce como la vía que unió destinos, al haber contribuido significativamente a la interconexión regional.

Con el paso del tiempo, el crecimiento urbano de Tipitapa avanzó hacia los márgenes de esta vía, transformando antiguos tramos rurales en zonas urbanizadas con alta actividad residencial, comercial y de servicios. Esta expansión produjo un aumento sustancial en el flujo vehicular interno motocicletas, automóviles particulares, transporte público y carga liviana lo que provocó una convivencia compleja entre tránsito local y tránsito interurbano.

El tramo actualmente en estudio, ubicado en la 1ra Avenida SE y su empalme con la NIC-11A, ha adquirido una relevancia funcional dentro del municipio, al servir como ruta de acceso hacia instituciones públicas, centros

comerciales, el mercado municipal, el cementerio y la Alcaldía de Tipitapa. Su papel como vía de articulación urbana lo convierte en una vía elemental para la movilidad cotidiana, especialmente en horas pico, cuando se registran los mayores volúmenes de tráfico.

Sin embargo, las condiciones geométricas y operativas del tramo no han evolucionado al mismo ritmo que las necesidades de movilidad, la presencia de intersecciones no canalizadas, secciones transversales limitadas, radios de curva reducidos, insuficiente señalización y la presencia de peatones, ciclistas y vehículos pesados, han generado problemas de seguridad y eficiencia en la circulación. Esto ha derivado en episodios frecuentes de congestión, tiempos de recorrido elevados y maniobras riesgosas, especialmente en zonas donde el tránsito local intercepta el flujo principal de la carretera.

Estas condiciones ponen de manifiesto la urgente necesidad de realizar un análisis técnico para valorar la geometría existente y proponer soluciones que permitan mejorar la funcionalidad del tramo, optimizar el flujo vehicular y garantizar condiciones adecuadas de seguridad vial. Asimismo, justifican la pertinencia de desarrollar un proyecto de diseño geométrico que responda a los requerimientos actuales y proyectados de movilidad del municipio.

3. OBJETIVOS.

3.1. Objetivo General.

- Realizar un diseño geométrico del tramo de 2.17km, desde el monumento Pedro Arauz Palacios hasta el hospital bautista filial Tipitapa, en el municipio de Tipitapa departamento de Managua.

3.2. Objetivos Específicos.

- Realizar un estudio de tráfico por medio de un conteo vehicular, para el cálculo del tráfico promedio diario anual.

- Realizar un estudio topográfico mediante un levantamiento altiplanimetrico de perfil longitudinal y secciones transversales, con el fin de la obtención del relieve y características geométricas.

- Elaborar el diseño geométrico de la vía aplicando el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de carretera 3ra Edición, 2011 y el programa de Civil 3D 2020, con el fin del mejoramiento de la seguridad vial.

- Desarrollar la representación técnica mediante la ejecución de planos que detallen de forma precisa el diseño geométrico del tramo propuesto.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El tramo en estudio, correspondiente en el municipio de Tipitapa, constituye un corredor esencial para la movilidad urbana e interurbana. Su importancia radica en que articula áreas de alta actividad comercial, institucional y residencial, al proporcionar acceso directo a la Alcaldía Municipal, el cementerio, el mercado local y diversos establecimientos que generan flujos constantes de peatones y vehículos. Debido a esta función estratégica, la vía soporta diariamente un volumen significativo de tránsito que ha venido aumentando de manera sostenida durante los últimos años.

A pesar de su relevancia, la infraestructura vial existente presenta limitaciones geométricas y operativas que afectan la fluidez y la seguridad del tránsito. Entre los principales problemas identificados se encuentran secciones transversales insuficientes, geometría inadecuada en diferentes tramos, intersecciones no canalizadas, falta de continuidad en la calzada, señalización horizontal y vertical deficiente y presencia conflictiva entre vehículos, motocicletas, ciclistas y peatones. Estas condiciones se ven agravadas por el crecimiento urbano acelerado del municipio y por la expansión del comercio formal e informal en las inmediaciones de la vía, lo cual genera interferencias directas en el flujo vehicular.

La importancia de este estudio radica en que un diseño geométrico adecuado no solo mejora el flujo vehicular, sino que incrementa significativamente la seguridad vial y la calidad de vida de los habitantes. Además, contribuye al desarrollo económico al facilitar el acceso a los servicios básicos, fortalecer la movilidad local, promover el comercio y asegurar una mejor comunicación interurbana.

Por lo tanto, el análisis y rediseño de este tramo se presenta como una acción necesaria para acompañar el crecimiento urbano del municipio, garantizar una movilidad eficiente y segura, y responder a las exigencias actuales y futuras del sistema vial de Tipitapa.

5. FUNDAMENTOS TECNICOS.

5.1. Criterios de Diseño.

El diseño geométrico se encarga de determinar las características geométricas de una vía a partir de factores como el tránsito, topografía, 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. (OSPINA, 2002)

5.1.1. Tránsito.

El diseño de una carretera, o de cualquiera de suspartes, debe basarse en la información real incluyendo factores relativos al tránsito.

Los volúmenes de tránsito indican la necesidad de mejorar las características geométricas del diseño tales como número de carriles, anchos, alineamientos y pendientes. La información de tránsito sirve para establecer las cargas para el diseño geométrico de la carretera.

Generalmente los datos de tránsito para un camino o sección de camino se obtienen mediante conteos ya sean manuales o electrónicos. Los datos colectados por las instituciones estatales o locales incluyen los volúmenes de tránsito por día del año y hora del día, así como también la distribución de los vehículos por tipos y por pesos. Los datos también incluyen información sobre las tendencias, de las cuales el proyectista puede estimar el tránsito que puede esperarse en el futuro. (centroamericanos, 2011)

5.1.2. Volúmenes de Tránsito.

En ingeniería de tránsito, la medición básica más importante es el conteo o aforo, ya sea de vehículos, ciclistas, pasajeros y peatones. Los conteos se realizan para obtener estimaciones de volumen (Q), tasa de flujo (q), demanda (D) y capacidad (C). (Cárdenas)

- El volumen es el número de vehículos (o personas) que pasan por un punto durante un tiempo específico.
- La tasa de flujo es la frecuencia a la cual pasan los vehículos (o personas) durante un tiempo específico menor a una hora, expresada como una tasa horaria equivalente.
- La demanda es el número de vehículos (o personas) que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico. Donde existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían hacia rutas alternas y otros simplemente no se realizan debido a las restricciones del sistema vial.
- La capacidad es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico.

a) Tránsito Promedio Diario (TPD)

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un período dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del período.

$$TPD = \frac{N}{T}$$

Ecuación 1
Tránsito Promedio Diario

N = Número de vehículos.

T= Número de días de aforo.

b) Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

El TPDA se define como el volumen total durante un período determinado de tiempo (en general días), mayor que un día y menor o igual que un año, divido por el número de días comprendido en ese período de tiempo. (Cárdenas)

TPDA = $\frac{TA}{365}$

Ecuación 2
Tránsito Promedio Diario Anual

TA = Tránsito Anual

- **Transito Promedio Diario Mensual.**

TPDM = $\frac{TM}{30}$

Ecuación 3
Tránsito Promedio Diario Mensual

TM = Tránsito Mensual

- **Tránsito Promedio Diario Semanal.**

TPDM = $\frac{TS}{7}$

Ecuación 4
Tránsito Promedio Diario Semanal

TS = Tránsito Semanal

5.1.3. Topografía.

La topografía en un diseño geométrico de una vía influye principalmente en el trazado, estableciendo desde un principio las características de la vía como radio mínimo, pendiente máxima, vehículo de diseño, sección transversal, etc. La topografía también es importante para el alineamiento ya sea horizontal o vertical, definiendo así el tipo de terreno (plano, ondulado, montañoso) donde cada tipo de terreno obliga patrones diferentes de diseño. (OSPINA, 2002)

En Nicaragua se usan equipos topográficos comunes como estaciones totales, GPS, teodolitos y niveles. Estos equipos se emplean para medir ángulos, distancias y elevaciones con precisión, y también se utilizan tecnologías más modernas como drones y escáneres láser.

El procedimiento de un estudio topográfico en Nicaragua generalmente abarca tres fases: **planificación**, **trabajo de campo** y **gabinete.** La tapa de

campo consiste en la toma de datos, tales como ángulos, distancias, etc., mientras que la etapa de gabinete corresponde al cálculo y dibujo de lo levantado en el campo.

La planimetría estudia los instrumentos y métodos para proyectar sobre una superficie plana horizontal, la exacta posición de los puntos más importantes del terreno y construir de esa manera una figura similar al mismo, tales como, cálculo de superficie, división de terrenos en parcelas, replanteo de líneas viejas o destruidas, construcción de planos de terrenos, etc.

La altimetría tiene en cuenta la diferencia de nivel existente entre los diferentes puntos del terreno con respecto a una superficie de referencia, generalmente corresponde al nivel medio del mar. La medición de distancia verticales directa o indirecta se llama nivelación. (Morales, 2015)

5.1.4. Velocidad Elemento Básico Para el Diseño Geométrico.

La velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que ella origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la carretera, de tal manera que siempre se garantice la seguridad.

5.1.4.1. Velocidad de Diseño.

Es la velocidad seleccionada para fines del diseño vial y que condiciona las principales características de la carretera, tales como: curvatura, peralte y distancia de visibilidad, de las cuales depende la operación segura y cómoda de los vehículos.

La velocidad de diseño indica la mayor velocidad a la que puede recorrerse con seguridad un tramo vial, incluso con pavimento mojado, cuando el vehículo estuviere sometido apenas a las limitaciones impuestas por las características geométricas.

5.1.4.2. Velocidad de Marcha.

La velocidad de marcha es una medida de la calidad del servicio que una vía proporciona a los conductores, y varia durante el día principalmente por la

variación de los volúmenes de tránsito. Nos permitirá en base a un estudio real de ella, contar con un factor para la obtención de la velocidad de diseño.

5.1.4.3. Velocidad de Operación.

La velocidad de operación es la velocidad media de desplazamiento que pueden lograr los usuarios en una carretera con una velocidad de diseño dada, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y grado de relación de ésta con otras vías y con la propiedad adyacente. Si el tránsito y la interferencia son bajas, la velocidad de operación puede llegar a ser muy similar a la velocidad de diseño. A medida que el tránsito crece la interferencia entre vehículos aumenta tendiendo a bajar la velocidad de operación del conjunto. ((MTI) M. D., 2008)

5.1.5. Aspectos Técnicos Para el Diseño Geométrico Vial.

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje real o espacial de la carretera. Este está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas horizontales y verticales. (centroamericanos, 2011)

5.1.5.1. Curvas Horizontales.

Las curvas horizontales según el manual (Diseño Geometrico) son aquellas que se utilizan como acuerdo entre dos lineaciones rectas, con el objetivo de suavizar las deflexiones en las alineaciones de los ejes de la carretera, ferrocarriles, canales, etc.

5.1.5.1.1. Curvas Circulares.

La curva circular es un arco de circunferencia que se emplea en las obras longitudinales para lograr un cambio gradual en la dirección de la tangente y que al mismo tiempo sirve de unión entre las mismas.

Para lograr el cambio gradual de dirección entre los tramos rectos del eje de proyección longitudinal se emplean distintos tipos de curvas horizontales, las cuales están clasificadas en:

5.1.5.1.2. Curva Circular Simple.

Las curvas circulares simples, están formadas por un solo arco de circunferencia que sirven de acuerdo entre dos alineamientos.

5.1.5.1.3. Curva Circular Compuesta.

Las curvas compuestas, se forman con la combinación de dos o más arcos de circunferencia uno a continuación del otro. Los radios de cada curva son de magnitud diferente y con tangentes comunes en el punto de unión. Los centros de curvas están ubicados a un mismo lado del ángulo de deflexión. Al punto de unión se le llama punto de curva compuesta (PCC).

Las curvas compuestas podrían ser útiles en muchos casos porque facilitan la adaptación, sin embargo, cuando hay un cambio brusco de radio de una a otra curva, muchas veces estas son peligrosas o incomodas al momento de manejar.

5.1.5.1.4. Curvas Inversas o Reversa.

Estas son curvas son aquellas que están compuestas por dos curvas circulares, de sentido contrario, contiguas y con tangente común en el punto de unión.

5.1.5.1.5. Curvas de Transición.

Es una curva que se sitúa para lograr el acuerdo entre la tangente y la curva circular, de manera que el cambio desde el radio infinito en la tangente hasta el radio R en la curva circular se haga paulatinamente. A medida que el radio de la curva circular es menor, la necesidad de la curva de transición es mayor.

5.1.5.2. Curvas Verticales.

En términos generales existen curvas verticales en crestas o convexas, en columpio o cóncavas. Las primeras se diseñan de acuerdo con la más amplia distancia de visibilidad para la velocidad de diseño y las otras conforme a la distancia que alcanzan a iluminar los faros del vehículo de diseño. (centroamericanos, 2011).

5.2. Derecho de Vía.

El derecho de vía es la franja de terreno que adquiere el dueño de una carretera, normalmente el estado, para la construcción de la misma, incluyendo dentro de sus límites el diseño balanceado de la calzada con sus carriles proyectados, los hombros interiores y exteriores, las medianas y todos los demás elementos que conforman normalmente la sección transversal típica de este tipo de instalaciones, conforme su clasificación funcional (centroamericanos, 2011).Pág. 128

Decreto No.46 de 10 de septiembre de 19564,que clasifica a las carreteras en internacionales, interoceánicas, interdepartamentales y vecinales, reservando para las dos primeras categorías un ancho de derecho de vía de 40 metros y limitando a 20 metros el ancho de la franja correspondiente a los carreteras interdepartamentales y vecinales. (centroamericanos, 2011) pág. 130

El derecho de vía de la carretera internacional conocida como Interamericana, el tramo comprendido entre Tipitapa y Nandaime, pasando por Managua, justamente donde ahora los elevados volúmenes de tránsito y sus expectativas de crecimiento a mediano y largo plazo, apuntan a exigencias mucho mayores de 40 metros para el ancho de la franja de derecho de vía requerida.

5.3. Planos de Diseño.

5.3.1. AutoCAD Civil3D 2020 para Diseño Geométrico.

Para construir una carretera es necesario elaborar durante el estudio de Diseño Geométrico y presentar al final de este, una serie de planos que contengan los diferentes elementos obtenidos en el diseño horizontal, vertical y transversal, los cuales se realizan haciendo uso del software AutoCAD Civil 3D 2020.

Los planos que normalmente comprende un Estudio de Diseño Geométrico de una carretera, loa cuales son:

Planta y perfil general: Comprende una presentación general del proyecto, tanto en su diseño horizontal como vertical, de modo que se pueda observar la totalidad de este.

Planta – Perfil: Se presenta en detalle el diseño horizontal, vertical y de peralte.

La información mínima que se debe presentar en un plano Planta – Perfil es la siguiente:

- Diseño horizontal: Eje y bordes de vía, cuadro de elementos, referencias coordenadas de referencias, cuadricula de coordenadas, Norte, abscisa do del eje, ubicación de PI, PC, PT, TE, EC, etc., de cada curva.
- Diseño Vertical: Rasante, ubicación de PIV, PCV y PTV Abscisas y cotas de PIV, PCV y PTV, externa de la curva, perfil del terreno, ubicación de BM's, cota de BM's, pendientes longitudinales, longitud de curvas verticales, cota rasante, cota terreno.
- Diseño de peralte - Diagrama Longitudinal, valores de peralte.

Secciones transversales: En ellos aparece consignado la información de cada una de las estaciones a las que se les ha levantado el perfil transversal.

Secciones transversales típicas: Consiste en un plano con el dibujo de las secciones transversales típicas de la vía de modo que se tenga información acerca de las dimensiones de la calzada, berma, cuneta, estructura del pavimento.

6. METODOLOGIA.

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, descriptivo y proyectivo, orientado a analizar las condiciones geométricas y operativas del tramo en estudio y, luego elaborar una propuesta de diseño geométrico conforme al Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (centroamericanos, 2011)

La metodología se estructura en cuatro fases principales: recolección de información, estudios de campo, procesamiento y análisis de datos, y diseño geométrico del tramo.

6.1. Tipo y enfoque del estudio.

El estudio es:

- **Cuantitativo**: porque emplea mediciones numéricas de tránsito, distancias, elevaciones y parámetros geométricos.
- **Descriptivo:** dado que caracteriza las condiciones actuales de la vía y sus elementos geométricos.
- **Proyectivo:** porque propone un diseño geométrico que busca mejorar la seguridad y funcionalidad del tramo.

6.2. Ubicación de proyecto.

El proyecto comprende un tramo de 2.17 km desde el Monumento Pedro Arauz Palacios Tipitapa hasta el Hospital Bautista Filial Tipitapa, localizado en la 1ra Avenida SE del municipio de Tipitapa, Managua.

Figura 1

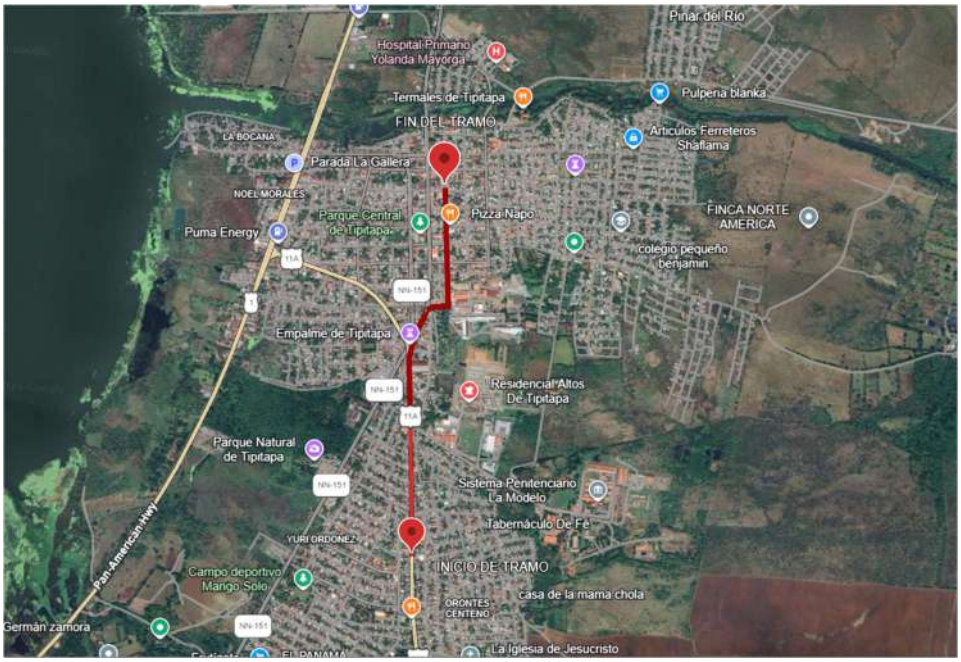
Macro localización.



Fuente: Google Maps; NIC-11A - Google Maps.

Figura 2

Micro localización.



Fuente: Google Earth 12°11'40.68"N 86°05'41.11"W.

https://earth.google.com/earth/d/19Tb3muxvtTfs3zAe72goPFqAxke-_TB8?usp=sharing

6.3. Fase 1: Recolección de Información Secundaria.

Se recopiló información mediante:

- Revisión del Manual SIECA 2011, como normativa base del diseño geométrico.
- Consultas con la Alcaldía de Tipitapa sobre factores urbanos, áreas de influencia y características operativas de la vía.
- Análisis de antecedentes históricos, crecimiento urbano y comportamiento del tránsito en el municipio.

Esta fase permitió establecer los criterios técnicos que guiarían el estudio de campo y el diseño.

6.4. Fase 2: Estudios de Campo.

6.4.1. Estudio de tráfico.

Se efectuó un conteo vehicular manual en puntos críticos del tramo, registrando:

- Volumen vehicular por hora
- Clasificación por tipo de vehículo
- Sentidos de circulación
- Horas pico y distribución diaria

Con esta información se determinó:

- Tránsito Promedio Diario (TPD)
- Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)
- Proyección del tránsito para la vida útil del diseño

6.4.2. Estudio Topográfico.

Se realizó un levantamiento altiplanimetrico que incluyó:

- Perfil longitudinal del eje de la vía
- Secciones transversales en estaciones definidas
- Captura de puntos singulares, intersecciones y estructuras existentes

Instrumentos utilizados:

- Estación total
- Nivel automático
- GPS geodésico

El levantamiento permitió identificar pendientes, cambios de rasante, curvas existentes y condiciones del terreno.

6.5. Fase 3: Procesamiento y Análisis de Datos.

Los datos recolectados fueron procesados mediante:

6.5.1. Análisis de Tránsito.

- Cálculo de TPDA, TPDM y TPS.
- Determinación de tasas de crecimiento.
- Clasificación de vehículos según normativa.
- clasificación de la carretera

6.5.2. Procesamiento Topográfico.

- Digitalización en AutoCAD Civil 3D.
- Generación de superficie (TIN).
- Obtención de curvas de nivel e identificación de restricciones topográficas.

Este análisis permitió definir parámetros clave como velocidad directriz, sección transversal, radios de curva, pendientes y longitudes de curvas verticales.

6.6. Fase 4: Diseño Geométrico del Tramo.

El diseño se realizó aplicando la normativa SIECA (2011) y utilizando el software Autodesk AutoCAD Civil 3D 2021, siguiendo las etapas:

6.6.1. Alineamiento Horizontal.

- Definición del eje de la vía.
- Cálculo de radio mínimo, tangente y curvas circulares.
- Determinación de PI, PC, PT y elementos de curvas.

6.6.2. Alineamiento Vertical.

- Trazado de la rasante.
- Cálculo de pendientes máximas y mínimas.

- Diseño de curvas verticales cóncavas y convexas.
- Estimación de distancias de visibilidad.

6.6.3. Sección Transversal.

- Determinación de ancho de calzada, hombros y bermas.
- Diseño de pendientes transversales (peraltes).
- Consideración de drenaje superficial y cunetas.

6.6.4. Generación de Planos de Diseño.

Incluye:

- Planta y perfil general
- Planta–perfil con detalles horizontales y verticales
- Diagrama de peraltes
- Secciones transversales

Sección típica de la vía.

6.7. Fase 5: Elaboración de Conclusiones y Recomendaciones.

Con base en los resultados del diseño y el análisis de las condiciones actuales del tramo, se desarrollaron conclusiones técnicas y recomendaciones para mejorar la seguridad vial y la operatividad del corredor.

7. RESULTADOS.

7.1. Estudio de Transito

7.1.1. Generalidades

El trabajo de campo de aforos vehiculares se realizó de viernes a domingo, en jornadas de 12 horas (06:00 a 18:00), durante la semana del 26 al 28 de marzo de 2025. El estudio se desarrolló en un tramo de 2,170 metros lineales comprendido desde el Monumento Pedro Arauz Palacios en Tipitapa hasta el Hospital Bautista Filial Tipitapa. Los detalles específicos del levantamiento de información se presentan en ANEXOS.(pág. I).

De acuerdo con lo establecido en (Anuario de aforos de trafico, 2020), los levantamientos de información vehicular se recomiendan realizar preferentemente en martes, miércoles y jueves, por considerarse representativos del comportamiento típico del tránsito en jornadas laborales.

No obstante, en el presente estudio, la selección de los días de aforo respondió a condiciones logísticas y disponibilidad de recursos, priorizando la medición en períodos de mayor demanda vehicular. En este sentido, los aforos fueron realizados en días con mayor intensidad de flujo, lo que permitió analizar el comportamiento del tránsito bajo condiciones más exigentes y cercanas a escenarios de saturación.

Si bien los días seleccionados no corresponden a los recomendados para representar el flujo promedio semanal, la información obtenida resulta valiosa para evaluar la capacidad operativa de la vía y las condiciones críticas de circulación, aportando insumos relevantes para el análisis y diseño del proyecto.

Los días elegidos permitieron identificar variaciones importantes en los volúmenes de tránsito, asociadas a actividades comerciales, sociales y recreativas propias del fin de semana. En este sentido, los resultados reflejan escenarios de mayor carga vehicular, útiles para evaluar el desempeño de la vía en condiciones críticas, sin representar necesariamente el promedio semanal.

El aforo se realizó de forma manual mediante formatos de campo, clasificando los vehículos en automóviles, buses, microbuses, camiones y motocicletas. Se llevó a cabo en las estaciones 0+000, 0+715.08 y 1+355.42, donde se registran los mayores volúmenes de tránsito, superando los 1000 vehículos en cada jornada de 12 horas. Las motocicletas representan el mayor porcentaje de la composición vehicular, con más del 37%. (Ver Figura 4 Porcentaje de tipología de vehículos).

Figura 3

Estaciones de Aforos vehiculares

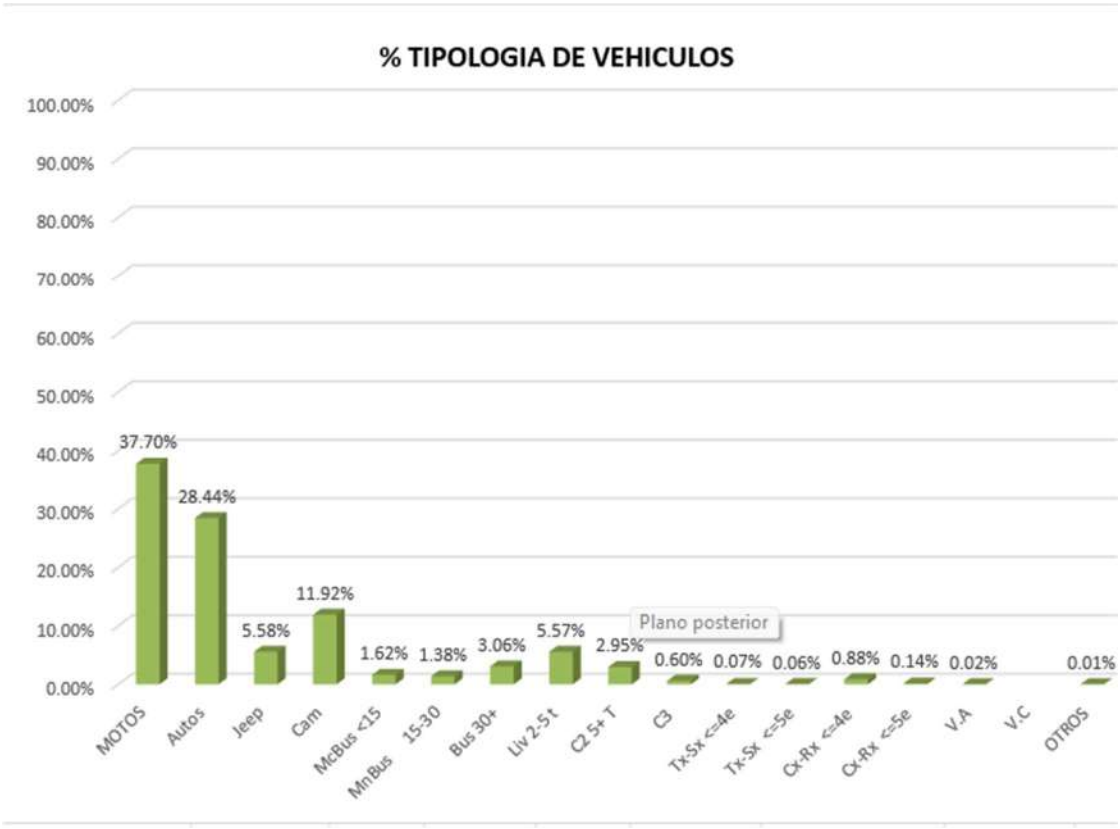


Fuente:

https://earth.google.com/earth/d/19Tb3muxvtTfs3zAe72goPFqAxke-_TB8?usp=sharing

Figura 4

Porcentaje de tipología de vehículos



Fuente: Elaboración propia

7.1.2. Procesamiento de la información.

Es la etapa de trabajo de gabinete en la cual se procesó toda la información obtenida de los conteos de aforo vehicular mediante el Software Microsoft Excel, esto con la finalidad de simplificar los procedimientos de cálculo, los resultados se muestran en la Tabla 49, Tabla 50, Tabla 51, Tabla 52 y Tabla 53, de la página II de ANEXOS., basado en la Revista Anuario de Tránsito del Ministerio de Transporte 2020.

7.1.3. Cálculo de Transito Promedio Diario (TPD).

Para el cálculo del tránsito promedio diurno (TPDi) se realizó el conteo y la clasificación del cien por ciento de los vehículos que circularon en ambas

direcciones de la vía, durante el periodo de 3 días (viernes, sábado y domingo) y para determinarlo se utilizó la Ecuación 1 del (Anuario de aforos de trafico, 2020).

Para encontrar nuestro TPD utilizaremos la Ecuación 1 Tránsito Promedio Diario.

$$TPD = \frac{7554}{3} = 2{,}518\ vpd.$$

Al finalizar el conteo de tres días en las estaciones 0+000(inicio de tramo), 0+715.08 y 1+355.42 se realizó el consolidado en Microsoft Excel con el que se logró obtener el transito promedio Diurno (TPDi) con un valor de 6,735 vpd como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Resumen aforo tipo de vehículos en ambos sentidos/12hrs

CAMINO NIC - 11A		ESTACIÓN		TRAMO	MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS - HOSPITAL BAUTISTA			PERIODO	12 HRS	DIAS	3	MES/AÑO	DICIEMBRE 2025		KM	2.17
Dia	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA							OTROS VEHICULOS PESADOS		total de vehiculos / 12hrs
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones				Trailer Articulado Tx-Sx					
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 >4 ton	C3	C4	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Agrícolas	Otros	
viernes 26/12/25	4445	3120	565	1398	172	149	322	728	305	69	4	-	112	17	3	-	11409
sabado 27/12/25	1848	1328	238	469	87	64	104	155	95	28	1	-	50	10	-	-	4477
domingo 28/12/26	1021	1069	279	446	56	55	167	197	173	20	9	11	8	-	-	2	3513
Total veh/12hrs	7314	5517	1082	2313	315	268	593	1080	573	117	14	11	170	27	3	2	19399
prom. Veh/12hr	2438	1839	361	771				360	191	39	5	11	57	14	3	2	6466
% veh /12hr por tipo	37.70%	28.44%	5.58%	11.92%	1.62%	1.38%	3.06%	5.57%	2.95%	0.60%	0.07%	0.06%	0.88%	0.14%	0.02%	0.01%	100.00%
TPD	2438	1839	361	771	105	89	198	360	191	39	5	4	57	9	1	1	6466
Tramo en estudio	Vehiculos livianos		83.64%		Vehiculo pesado			16.36%									100.00%
EMC Entrada al INCAE - El Crucero	Vehiculos livianos		87.30%		Vehiculo pesado			12.70%									100.00%

7.1.4. Transito Promedio Diario Anual segun metodología MTI.

Para estimar el valor del TPDA correspondiente a los datos obtenidos de los conteos en el tramo en estudio, se aplicaron los factores correspondientes de los valores de volúmenes de tráfico encontrados en las estaciones de mayor cobertura. Partiendo de la dependencia de la estación seleccionada.

Para expandir el Transito Promedio Diurno $(TPDi_{12hrs}\ a\ TPDA)$ se consideró utilizar una estación de conteo adecuada que cumpla con características similares al tramo de estudio. Para ello se hizo uso de los vectores de correspondencia (vector geográfico, volumen de tránsito vehicular (TPDA) y el porcentaje de tránsito vehicular). Según el (Anuario de aforos de trafico, 2020) del MTI el vector geográfico para el tramo de estudio municipio de Tipitapa como se muestra en la Tabla 2 corresponde a la región Pacifico norte entre estos están los departamentos de León, Chinandega y Managua.

Tabla 2

Vector geográfico

N°.	Vector	Código	Nombre de Región	Departamentos
1	R1	PS	Pacífico Sur	Masaya, Granada, Carazo, Rivas
2	R2	PN	Pacífico Norte	León, Chinandega, Managua
3	R3	CN	Central Norte	Nueva Segovia, Madriz, Estelí, Jinotega, Matagalpa, Boaco, Chontales
4	R4	AS	Atlántico Sur	Región Autónoma del Caribe Sur (RACS), Río San Juan
5	R5	AN	Atlántico Norte	Región Autónoma del Caribe Norte (RACN)

Según la Tabla 3 del (Anuario de aforos de trafico, 2020), se seleccionó la estación de corta duración ECD N° 1101 Emp. Coyotepe – Emp. zambrano la cual se encuentra situada en el tramo estudiado y esta a su vez está bajo dependencia de la estación de mayor control EMC 200 Entrada al INCAE – El Crucero. Criterios

de selección: ubicación geográfica Volumen de Tránsito, y Porcentaje Vehicular similar al del tramo en estudio.

Tabla 3

Dependencia de estaciones

ESTACION DE MAYOR COBERTURA	NIC	Nº ESTACION	TIPO	NOMBRE DEL TRAMO
200 Entrada al INCAE - El Crucero	NIC-10	1001	ECD	Emp. Santa Rita - Emp. Villa El Carmen
	NIC-11A	1100	ECD	Emp. Coyotepe - Emp. Zambrano
	NIC-11A	1101	ECD	Emp. Zambrano - Tipitapa (Inter NIC-1)
	NIC-11B	1801	ECD	Emp. Catarina - Emp. El Guanacaste
	NIC-12A	1200	ECD	Semáforos Auto Hotel Nejapa - Emp. Santa Rita
	NIC-12A	1203	ECD	León - Telica
	NIC-21B	2115	ECS	Siuna - Emp. Alamikamba
	NIC-25	2502	ECS	Emp. San Miguelito - San Carlos
	NIC-25	2514	ECD	Melchora - Frontera Con Costa Rica.
	NIC-28	2810	ECD	Cuesta Héroes y Mártires - Ent. a Ciudad Sandino
	NIC-28	2811	ECD	Ent. a Ciudad Sandino - Los Brasiles

Fuente: (Anuario de aforos de trafico, 2020), pág. 42

El (Anuario de aforos de trafico, 2020) en la Tabla 4 que se muestra a continuación indica, que se deberá trabajar con una estación de mayor cobertura (EMC) cuando el vector volumen de su TPDA se encuentre que sea mayor a 5000 Vehículos por día.

Tabla 4

volúmenes TPDA según clasificación de estaciones

TPDA rango		
Volúmenes	**TPDA rango**	**Estaciones**
V1	TPDA mayor de 5000	EMC
V2	TPDA mayor de 300 a 5000	ECD
V3	TPDA menores de 300	ECS

Fuente: (Anuario de aforos de trafico, 2020), pág. 15 pdf

7.1.5. Factores de ajustes o de Expansión

En nuestro caso particular utilizamos la Ecuación 5 debido a que se realizó un aforo de tráfico en el tramo durante 3 días de la semana, a como estipula el manual, por tanto, se expandirá a día, luego a semana y por último a año.

$$TPDA = TP(D)_{12HRS} * F_E * F_{FS}$$

Ecuación 5

TPDA

Donde:

TPDA: transito promedio diario anual.

$TP(D)_{12HRS}$: Transito promedio Diurno de 12 hrs.

F_E: Factor expansión.

F_{FS}: Factor fin de semana.

Para la ejecución de esta ecuación es necesario conocer

El tramo en estudio se encuentra ubicado sobre la vía correspondiente a la NIC-11A, y está asociado a la Estación de Corta Duración (ECD) 1100, denominada Empalme Coyotepe – Empalme Zambrano. Esta estación, a su vez, depende operativamente de la Estación de Mayor Cobertura (EMC) 200, ubicada en la entrada al INCAE – El Crucero, según la clasificación establecida en el Anuario de Aforos del MTI.

Una vez definida la relación jerárquica entre ambas estaciones, en la Tabla 5 se confirma que el tramo pertenece a la red asociada a la EMC 200. Con esta validación, se seleccionan los factores de ajuste correspondientes.

Tabla 5

Factores para estación de mayor cobertura 200

Factores del tercer cuatrimestre del año septiembre - Diciembre

Descripción	Moto	Carro	Jeep	Camioneta	Micro Bus	Mini Bus	Bus	Liv. 2-5 t.	C2	C3	Tx-Sx<=4	Tx-Sx=>5	Cx-Rx=<4	Cx-Rx=>5	V.A	V.C	Otro
Factor Día	1,27	1,31	1,25	1,24	1,23	1,27	1,21	1,27	1,31	1,36	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,2(
Factor Semana	0,96	1,00	1,01	0,98	0,95	0,89	0,94	0,88	0,89	0,91	1,00	1,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0(
Factor Fin de Semana	1,12	1,00	0,98	1,04	1,14	1,46	1,18	1,53	1,47	1,34	1,00	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0(
Factor Expansión a TPDA	1,02	0,92	0,92	0,98	0,90	0,91	0,96	1,02	1,02	1,24	1,00	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	2,0

Fuente: Anuario de aforos 2020, pág. 332

Según el (Anuario de aforos de trafico, 2020), los factores de ajuste para expandir el tránsito se organizan en tres tablas. Estas tablas están divididas por cuatrimestres a lo largo del año. El estudio de tránsito del proyecto se realizó entre el 26 y el 28 de diciembre. Por este motivo, corresponde usar la tabla del tercer cuatrimestre. Dicho cuatrimestre contempla los meses de septiembre a diciembre.

a) Factor fin de semana:

Es el Factor para expandir un conteo realizado durante el fin de semana a los 7 días de la semana.

b) Factor de expansión:

Corresponde a expandir el tráfico diario semanal al tránsito promedio diario anual (TPDA). (Anuario de aforos de trafico, 2020, pág. 20)

Para el cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) se aplicó la Ecuación 5, utilizando los factores de fin de semana y de expansión establecidos en el Anuario de Aforos de Tráfico 2020, obteniéndose para el año 2025 un TPDA de 7,309 vehículos por día (vpd) como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6

Resultados TPDA 2025 por medio de los factores de ajuste

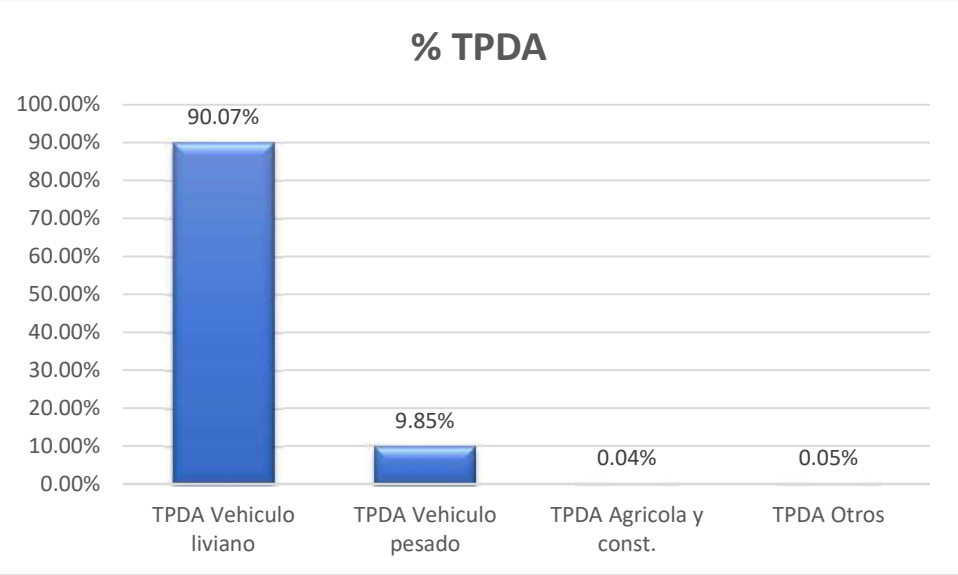
CAMINO NIC - 11A	ESTACION		TRAMO	MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS - HOSPITAL BAUTISTA			PERIODO		DIAS	3	HORAS	12	MES / AÑO	DICIEMBRE		2025	KM	2.17
GRUPOS	MOTOS	VEHICULOS DE PASAJEROS						VEHICULOS DE CARGA							EQUIPO PESADO		OTROS	TOTAL
		Autos	Jeep	Cam	McBus <15	MnBus 15-30	Bus 30+	Liv 2-5 t	C2 5+ T	C3	Tx-Sx <=4e	Tx-Sx <=5e	Cx-Rx <=4e	Cx-Rx <=5e	V.A	V.C		
	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	
TRANSITO DIARIO (TPD)	2518	1917	400	811	114	111	198	360	191	39	5	4	57	9	3	0	2	6738
% VEH / 12H POR TIPO	37%	28%	6%	12%	2%	2%	3%	5%	3%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	100%
FACTOR FIN DE SEMANA	1.12	1	0.98	1.04	1.14	1.46	1.18	1.53	1.47	1.34	1	0.85	1	1	1	1	1	
	2820	1917	392	843	130	162	233	551	281	52	5	3	57	9	3	0	2	0
EXPANSIÓN TPDA	1.02	0.92	0.92	0.98	0.9	0.91	0.96	1.02	1.02	1.24	1	0.94	1	1	1	1	2	
TPDA	2877	1764	361	827	117	147	224	562	286	65	5	3	57	9	3	0	4	7309
TIPOLOGIA	90%							10%							0.0%		0%	100%
	VEHICULO LIVIANO							VEHICULO PESADO							AGRICOLA Y CONSTRUCCIÓN		OTROS	

7.1.6. Porcentaje vehicular del TPDA.

En la Figura 5 se presentan los resultados correspondientes a la composición porcentual del tránsito vehicular, donde se observa un claro predominio de los vehículos livianos, los cuales representan el 90.07% del total. En menor proporción se encuentran los vehículos pesados con un 9.85%, mientras que los vehículos agrícolas y de construcción representan únicamente el 0.04%, y la categoría otros el 0.05%, completando el 100% del parque vehicular analizado.

Figura 5

Composición de Tránsito Promedio Diario (TPDA)



7.1.7. Clasificación de la vía.

El tramo se clasifica inicialmente como arterial menor Urbana según lo indica (centroamericanos, 2011, pág. 33) desempeñando funciones esenciales en el sistema vial urbano y contribuyendo a la fluidez del tráfico facilitando la movilización de personas y mercancías, esta vía conecta áreas urbanas las cuales ayudan al desarrollo del municipio.

El TPDA en este estudio está acorde a su clasificación según el (centroamericanos, 2011, pág. 33). En la Tabla 16 se muestra el estudio realizado con el cálculo del TPDA.

Para la determinación de las tasas de crecimiento del tránsito se empleó la metodología establecida en el (Anuario de aforos de trafico, 2020), específicamente la descrita en la página 22. Dicha metodología define la ecuación utilizada para calcular las tasas de crecimiento, considerando como insumo principal los registros históricos del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA-1100) correspondientes a la estación seleccionada.

El uso de estos registros históricos permite ponderar adecuadamente los resultados, otorgando mayor peso a la información real medida en campo y asegurando que la tasa estimada represente de forma confiable el comportamiento del tránsito en el área de estudio. Asimismo, con el objetivo de incorporar un enfoque integral y socioeconómico al análisis, se incluyeron variables relacionadas directamente con el transporte y la movilidad, tales como el Producto Interno Bruto (PIB), el crecimiento poblacional (POB) y el consumo de combustible (COMB).

La integración de estas variables macroeconómicas permite establecer una relación directa entre la evolución del tránsito vehicular y el desarrollo económico y demográfico del país, fortaleciendo así la validez estadística del modelo de proyección y garantizando que las tasas de crecimiento obtenidas sean consistentes y representativas para la planificación y el diseño geométrico del tramo en estudio.

Tabla 7

Registros Históricos

AÑOS	PIB (millones de C$ Constantes)	Consumo de combustible	TPDA EDC	TPDA EMC	Población
2006	118,837.70	4,702.60	3,022.00	5,912.00	5,522,606.00
2007	124,870.30	5,153.60	3,028.00	6,041.00	5,595,541.00
2008	129,160.50	4,858.80	3,454.00	5,856.00	5,668,876.00
2009	124,907.70	4,935.20	3,528.00	6,379.00	5,742,310.00
2010	130,416.30	5,143.10	3,600.00	6,412.00	5,815,524.00
2011	138,654.20	5,388.00	3,783.00	6,435.00	5,996,619.00
2012	147,661.40	5,615.80		6,862.00	6,071,045.00
2013	154,936.80	5,788.20	4,514.00	6,892.00	6,134,270.00
2014	162,351.30	6,127.10		7,783.00	6,198,154.00
2015	170,131.60	6,913.70		8,685.00	6,232,703.00
2016	177,894.90	7,287.50		9,466.00	6,327,927.00
2017	186,133.60	7,596.40		10,089.00	6,393,824.00
2018	179,873.30	7,060.30		8,918.00	6,460,411.00
2019	174,662.60	7,267.10	5,764.00	9,825.00	6,527,691.00
2020	170,756.20	7,210.10	6017	9,403.00	6,595,674.00
2021	188,607.70	8,072.60			6,664,364.00
2022	195,303.80	8,077.50			6,733,763.00
2023	203,951.40	8,984.10			6,803,886.00
2024	211,268.80	8,897.40			6,874,748.00

Fuente: Anuario de estadísticas Macroeconómicas (BCN) 2024, pág. 8 y 35

Anuario de aforo de tráfico 2020. pág.: 106 y 139.

Anuario estadístico 2024 (INIDE) pág.: 30

Los registros que se presentan en la Tabla 7 están relacionados con el transporte, por lo que se utilizaron para determinar las diferentes tasas interanuales para cada año y realizar un promedio de estos. Se procedió a calcular las tasas de crecimiento aplicando la Ecuación 6

$$TC = \left[\left[\left(\frac{TPDA_i}{TPDA_0}\right)^{1/n}\right] - 1\right] * 100$$

Ecuación 6
Tasa de Crecimiento

Donde:

TC: Tasa de crecimiento (%).

$TPDA_i$: Tráfico Promedio Diario Anual del año final del período.

$TPDA_0$: Tráfico Promedio Diario Anual del año base.

n: Diferencia de años entre el período analizado.

Ejemplo:

Para el cálculo de la TC interanual del periodo año 2006-2007

$$TC = \left[\left[\left(\frac{6041}{5912}\right)^{1}\right] - 1\right] * 100 = 2.18\%$$

Tabla 8

Tasas de crecimiento para TPDA EMC 1100

AÑOS	TPDA ECD	TAC
2006	3,022.00	
2007	3,028.00	0.20%
2008	3,454.00	14.07%
2009	3,528.00	2.14%
2010	3,600.00	2.04%
2011	3,783.00	5.08%
2012		
2015		
2016		
2017		
2018		
2019	5,764.00	7.27%
2020	6,017.00	4.39%
TC TPDA		3.52%

Fuente: (Anuario de aforos de trafico, 2020, pág. 139).

A continuación, la demostración de cómo se calcula la tasa de crecimiento del TPDA:

$$\boldsymbol{TC(TPDA)} = \frac{(0.20\%) + 2.14\% + 2.04\% + 5.08\% + 7.27\% + 4.39\%}{6} = \mathbf{3.52}\%$$

Para la estimación de la tasa de crecimiento promedio de los últimos 14 años, se consideraron únicamente las tasas positivas menores al 10%, ya que la estación seleccionada no registra en el Anuario de Aforos de Tránsito valores de crecimiento excesivamente elevados ni tasas negativas que representen comportamientos atípicos del tránsito. Este criterio permite depurar la información y obtener un valor representativo del crecimiento real del tránsito, evitando distorsiones causadas por variaciones extraordinarias o inconsistencias en los registros históricos.

En consecuencia, la tasa de crecimiento promedio obtenida para el período analizado resultó de 3.52% anual, valor que se adopta como base para la proyección del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) en el tramo en estudio.

7.1.8. Estadística del producto interno bruto (PIB) 2006-2024

Según el Informe anual del Banco de (BCN, 2024) BCN nos muestra en la Tabla 55, Tabla 56 y Tabla 57 con los datos históricos existentes del producto interno bruto PIB de los últimos 14 años, donde se refleja el comportamiento desde el año 2010 al año 2024. Esto se puede ver en ANEXOS. en las páginas XLV, XLVI y XLVII.

Ejemplo:

Para el cálculo de la TC interanual del periodo año 2010-2011

$$TC = \left[\left[\left(\frac{138{,}654.20}{130{,}416.30}\right)^{1}\right] - 1\right] * 100 = 6.32\%$$

Tabla 9

Estadística del PIB y tasa interanual

Año	PIB (millones de C$ Constantes)	TAC
2010	130,416.30	-
2011	138,654.20	6.32%
2012	147,661.40	6.50%
2013	154,936.80	4.93%
2014	162,351.30	4.79%
2015	170,131.60	4.79%
2016	177,894.90	4.56%
2017	186,133.60	4.63%
2018	179,873.30	-3.36%
2019	174,662.60	-2.90%
2020	170,756.20	-2.24%
2021	188,607.70	10.45%
2022	195,303.80	3.55%
2023	203,951.40	4.43%
2024	211,268.80	3.59%
TC PIB		4.81%

Fuente: Anuario de estadísticas Macroeconómicas (BCN, 2024, pág. 8).

Para el cálculo de la tasa promedio del PIB, solo se tomaron en consideración diez (10) valores, discriminando los porcentajes negativos y mayores a 10. Obteniendo una tasa de crecimiento de 4.81%

A continuación, la demostración de cómo se calcula la tasa de crecimiento del PIB:

$$\boldsymbol{TC(PIB)} = \frac{6.32 + 6.50 + 4.93 + 4.79 + 4.79 + 4.56 + 4.63 + 3.55 + 4.43 + 3.59}{10}$$

$$= \boldsymbol{4.81}\%$$

7.1.9. Estadísticas del crecimiento de población (POB).

Según el Anuario Estadístico de (INIDE, 2023, pág. 45) se elaboró una tabla con los datos históricos existentes de la población de los últimos 14 años,

donde se refleja el comportamiento desde el año 2010 al año 2024. (Ver ANEXOS. Pág. XLVII).

Ejemplo:

Para el cálculo de la TC interanual del periodo año 2010-2011

$$TC = \left[\left[\left(\frac{5996619.00}{5815524.00}\right)^{1}\right] - 1\right] * 100 = 3.11\%$$

Tabla 10

Estadística de POB y tasa interanual

AÑOS	Población	TAC
2010	5,815,524.00	-
2011	5,996,619.00	3.11%
2012	6,071,045.00	1.24%
2013	6,134,270.00	1.04%
2014	6,198,154.00	1.04%
2015	6,232,703.00	0.56%
2016	6,327,927.00	1.53%
2019	6,527,691.00	1.04%
2020	6,595,674.00	1.04%
2021	6,664,364.00	1.04%
2022	6,733,763.00	1.04%
2023	6,803,886.00	1.04%
2024	6,874,748.00	1.04%
TC POB		1.20%

Fuente: Anuario de estadísticas (INIDE, 2023, pág. 45)

Para el cálculo de la tasa promedio de POB, se tomaron en consideración doce (12) valores, discriminando los porcentajes negativos y mayores a 10. Obteniendo una tasa de crecimiento de 1.20%

A continuación, la demostración de cómo se calcula la tasa de crecimiento del POB:

$$\boldsymbol{TC(POB)} = \frac{3.11 + 1.24 + (1.04 * 8) + 0.56 + 1.53}{14} = \mathbf{1.20\%}$$

7.1.10. Estadísticas históricas de combustible (COMB).

Según el Informe anual del Banco de (BCN, 2024) BCN se elaboró una tabla con los datos históricos existentes del consumo de combustible de los últimos 14 años, donde se refleja el comportamiento desde el año 2010 al año 2024. (ver ANEXOS. Pág. XLVI).

Ejemplo:

Para el cálculo de la TC interanual del periodo año 2010-2011

$$TC = \left[\left[\left(\frac{5143.10}{5388.00}\right)^{1}\right] - 1\right] * 100 = 4.76\%$$

Tabla 11

Estadísticas del COMB tasa de crecimiento interanual

AÑOS	Consumo de combustible	TAC
2010	5,143.10	-
2011	5,388.00	4.76%
2012	5,615.80	4.23%
2013	5,788.20	3.07%
2014	6,127.10	5.86%
2015	6,913.70	12.84%
2016	7,287.50	5.41%
2017	7,596.40	4.24%
2018	7,060.30	-7.06%
2019	7,267.10	2.93%
2020	7,210.10	-0.78%
2021	8,072.60	11.96%
2022	8,077.50	0.06%
2023	8,984.10	11.22%
2024	8,897.40	-0.97%
TC COMB		3.82%

Fuente: Anuario de estadísticas Macroeconómicas (BCN, 2024, pág. 36).

Para el cálculo de la tasa promedio del PIB, solo se tomaron en consideración ocho (8) valores, discriminando los porcentajes negativos y mayores a 10. Obteniendo una tasa de crecimiento de 3.82%

A continuación, la demostración de cómo se calcula la tasa de crecimiento del PIB:

$$\boldsymbol{TC(PIB)} = \frac{4.76 + 4.23 + 3.07 + 5.86 + 5.41 + 4.24 + 2.93 + 0.06}{8} = \boldsymbol{3.82\%}$$

7.1.11. Tasa de crecimiento Calculada.

En la Tabla 12 se muestra el consolidado de las tasas de crecimiento calculadas en las variables macroeconómicas (TPDA, ECD 1100, PIB, POB, COMB).

Tabla 12

Tasa de crecimiento calculada

Tasas de crecimiento	
TC TPDA	3.52%
TC PIB	4.81%
TC POB	1.20%
TC COMB	3.82%
PROMEDIO	**3.34%**

7.1.12. Proyección del tránsito

Para el cálculo del Transito Promedio Diario Anual Total TPDA total, se utilizará la siguiente ecuación:

$$TPDA_T = TN + TG + TA$$

Ecuación 7

Tránsito Promedio Diario Anual Total

Donde:

$TPDA_T$: Transito Promedio Diario Anual Total.

TN: Transito Natural

TG: Transito generado

TA: Transito atraído.

Esta ecuación permite estimar el volumen total de tránsito esperado en la vía al considerar no solo el flujo natural existente, sino también el incremento asociado al desarrollo urbano y la atracción de viajes debido a nuevas condiciones de accesibilidad y funcionalidad del tramo.

7.1.13. Transito Normal

Según el libro Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones (Cárdenas, pág. 188), el Tránsito Generado (TG) corresponde al incremento de vehículos que surge como resultado directo de la apertura o mejora de una carretera. Este tránsito adicional se origina debido al aumento en la accesibilidad, reducción de tiempos de recorrido y mayor atractivo de la vía una vez puesta en servicio.

El autor indica que el tránsito generado suele estimarse como un porcentaje del tránsito actual, con valores que oscilan entre el 5% y el 25%, y que se manifiesta típicamente dentro de los primeros uno o dos años posteriores a la apertura de la carretera. Este tipo de tránsito es independiente del crecimiento natural del tránsito, pues está asociado directamente a las mejoras de la infraestructura vial.

Por otro lado, el Tránsito Natural (TN) comprende el flujo vehicular que incrementa de forma progresiva como consecuencia de la dinámica económica del país, el crecimiento poblacional y el aumento normal de la actividad productiva, sin relación directa con intervenciones de mejora en la vía.

El crecimiento normal del tránsito se estima mediante una ecuación que considera la tasa anual de crecimiento asociada al comportamiento histórico del

tránsito y a los factores socioeconómicos relevantes. Este crecimiento se modela a través de la siguiente expresión general:

$$Tn = T_0(1 + i)^n$$

Ecuación 8
Vehículos Proyectados

Donde:

Tn: Cantidad de vehículos para el año estimado (2045)

To: Transito en el año cero (2025)

i: Tasa de incremento anual

n: Periodo de diseño

A continuación, el cálculo del Transito Normal:

Tabla 13

Proyección de Transito Normal

Proyección Transito Normal																		
Tasa de crecimiento de					3.34%													
Años	No.	Vehiculos de pasajeros				Autobuses			Vehiculos de Carga							Otros pesados		total
									Camiones				Trailers Articulados					
		Motos	Autos	Jeep	Cam	McBus <15	MnBus 15-30	Bus 30+	Liv 2-5 t	C2 5+ T	C3	Tx-Sx <=4e	Tx-Sx <=5e	Cx-Rx <=4e	Cx-Rx <=5e	V.A	Otros	
2025	0	2877	1764	361	827	117	147	224	562	286	65	5	3	57	9	3	4	7309
2026	1	2973	1823	373	854	121	152	231	581	296	67	5	3	59	9	3	4	7553
2027	2	3072	1884	385	883	125	157	239	600	306	69	5	3	61	10	3	4	7806
2028	3	3175	1947	398	912	129	162	247	620	316	72	5	3	63	10	3	4	8066
2029	4	3281	2012	412	943	133	168	255	641	327	74	5	3	65	10	3	5	8336
2030	5	3390	2079	425	974	138	173	264	662	338	76	5	3	67	11	4	5	8614
2031	6	3503	2148	440	1007	142	179	273	684	349	79	6	4	69	11	4	5	8902
2032	7	3620	2220	454	1040	147	185	282	707	360	82	6	4	71	11	4	5	9199
2033	8	3741	2294	469	1075	152	191	291	731	372	84	6	4	74	12	4	5	9506
2034	9	3866	2371	485	1111	157	198	301	755	385	87	6	4	76	12	4	5	9824
2035	10	3995	2450	501	1148	162	204	311	780	398	90	6	4	79	13	4	6	10152
2036	11	4129	2532	518	1186	168	211	321	806	411	93	7	4	81	13	4	6	10491
2037	12	4267	2616	535	1226	173	218	332	833	425	96	7	4	84	13	4	6	10842
2038	13	4409	2704	553	1267	179	225	343	861	439	99	7	4	87	14	5	6	11204
2039	14	4557	2794	572	1309	185	233	355	890	454	103	7	5	90	14	5	6	11578
2040	15	4709	2887	591	1353	191	241	367	920	469	106	8	5	93	15	5	7	11965
2041	16	4866	2984	611	1398	198	249	379	950	484	110	8	5	96	15	5	7	12364
2042	17	5028	3084	631	1445	204	257	391	982	501	113	8	5	99	16	5	7	12777
2043	18	5196	3187	652	1493	211	266	405	1015	517	117	8	5	102	16	5	7	13204
2044	19	5370	3293	674	1543	218	274	418	1049	535	121	9	5	106	17	6	7	13645
2045	20	5513	3381	692	1584	224	282	429	1077	549	124	9	6	109	17	6	8	14008

Ejemplo de cálculo de tránsito Normal para el año 2027 (vehículos: Autos).

$$T_{2027} = 2877(1 + 0.0334)^1 = 2{,}973\ VPD$$

7.1.14. Transito Generado.

El tránsito generado es el que se origina por el proyecto mismo, debido al desarrollo socioeconómico de la zona de influencia del proyecto y en la medida que aparecen a lado de la vía nuevos servicios (sitios de recreación, restaurantes, estaciones de gasolina, etc.). En este proyecto se espera que el Tránsito Generado se desarrolle a partir del año 2027, producto del crecimiento en las actividades económica de la zona.

Para obtener este dato utilizaremos la ecuación:

$$T_G = Tn * 5\%$$

Ecuación 9

Tránsito Generado

Tabla 14

Proyección de Transito Generado

Proyección Transito Generado																		
Tasa de crecimiento de					5.00%													
Años	No.	Vehiculos de pasajeros				Autobuses			Vehiculos de Carga							Otros pesados		total
									Camiones				Trailers Articulados					
		Motos	Autos	Jeep	Cam	McBus <15	MnBus 15-30	Bus 30+	Liv 2-5 t	C2 5+ T	C3	Tx-Sx <=4e	Tx-Sx <=5e	Cx-Rx <=4e	Cx-Rx <=5e	V.A	Otros	
2025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2026	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2027	2	154	94	19	44	6	8	12	30	15	3	0	0	3	0	0	0	390
2028	3	159	97	20	46	6	8	12	31	16	4	0	0	3	0	0	0	403
2029	4	164	101	21	47	7	8	13	32	16	4	0	0	3	1	0	0	417
2030	5	170	104	21	49	7	9	13	33	17	4	0	0	3	1	0	0	431
2031	6	175	107	22	50	7	9	14	34	17	4	0	0	3	1	0	0	445
2032	7	181	111	23	52	7	9	14	35	18	4	0	0	4	1	0	0	460
2033	8	187	115	23	54	8	10	15	37	19	4	0	0	4	1	0	0	475
2034	9	193	119	24	56	8	10	15	38	19	4	0	0	4	1	0	0	491
2035	10	200	123	25	57	8	10	16	39	20	5	0	0	4	1	0	0	508
2036	11	206	127	26	59	8	11	16	40	21	5	0	0	4	1	0	0	525
2037	12	213	131	27	61	9	11	17	42	21	5	0	0	4	1	0	0	542
2038	13	220	135	28	63	9	11	17	43	22	5	0	0	4	1	0	0	560
2039	14	228	140	29	65	9	12	18	44	23	5	0	0	4	1	0	0	579
2040	15	235	144	30	68	10	12	18	46	23	5	0	0	5	1	0	0	598
2041	16	243	149	31	70	10	12	19	48	24	5	0	0	5	1	0	0	618
2042	17	251	154	32	72	10	13	20	49	25	6	0	0	5	1	0	0	639
2043	18	260	159	33	75	11	13	20	51	26	6	0	0	5	1	0	0	660
2044	19	269	165	34	77	11	14	21	52	27	6	0	0	5	1	0	0	682
2045	20	276	169	35	79	11	14	21	54	27	6	0	0	5	1	0	0	700

Ejemplo de cálculo de tránsito Generado para el año 2027 (vehículos: Autos).

$$T_{2027} = 3{,}072 * 5\% = 154\ VPD$$

7.1.15. Transito total

El Tránsito Atraído o total es el resultante del crecimiento esperado del tránsito, desviado de otras carreteras, a la carretera proyectada (nueva o mejorada). Los usuarios, componentes del tránsito atraído, no cambian ni su

origen, ni su destino, ni su modo de viaje, pero la eligen motivados por una mejora en los tiempos de recorrido, en la distancia, comodidad y seguridad.

Para obtener este dato utilizaremos la ecuación:

$$T_{TOTAL} = T_n + T_G$$

Ecuación 10

Tránsito Total

Tabla 15

proyección de Transito Total

Proyección Transito Total																		
Tasa de crecimiento de					5.00%													
Años	No.	Vehiculos de pasajeros				Autobuses			Vehiculos de Carga							Otros pesados		total
									Camiones				Trailers Articulados					
		Motos	Autos	Jeep	Cam	McBus <15	MnBus 15-30	Bus 30+	Liv 2-5 t	C2 5+ T	C3	Tx-Sx <=4e	Tx-Sx <=5e	Cx-Rx <=4e	Cx-Rx <=5e	V.A	Otros	
2025	0	2877	1764	361	827	117	147	224	562	286	65	5	3	57	9	3	4	7309
2026	1	2973	1823	373	854	121	152	231	581	296	67	5	3	59	9	3	4	7553
2027	2	3226	1978	405	927	131	165	251	630	321	73	5	3	64	10	3	4	8196
2028	3	3333	2044	418	958	136	170	259	651	332	75	5	3	66	10	3	5	8470
2029	4	3445	2112	432	990	140	176	268	673	343	78	6	4	68	11	4	5	8753
2030	5	3560	2183	447	1023	145	182	277	695	354	80	6	4	70	11	4	5	9045
2031	6	3679	2256	462	1057	150	188	286	718	366	83	6	4	72	12	4	5	9347
2032	7	3801	2331	477	1092	155	194	296	742	378	86	6	4	75	12	4	5	9659
2033	8	3928	2409	493	1129	160	201	306	767	391	88	6	4	77	12	4	5	9982
2034	9	4060	2489	509	1167	165	207	316	793	404	91	7	4	80	13	4	6	10315
2035	10	4195	2573	526	1205	171	214	327	819	418	95	7	4	83	13	4	6	10660
2036	11	4335	2658	544	1246	176	222	337	847	432	98	7	4	85	14	5	6	11016
2037	12	4480	2747	562	1287	182	229	349	875	446	101	7	5	88	14	5	6	11384
2038	13	4630	2839	581	1330	188	237	360	904	461	104	8	5	91	14	5	6	11764
2039	14	4784	2934	600	1375	195	245	372	934	476	108	8	5	94	15	5	7	12157
2040	15	4944	3032	620	1421	201	253	385	966	492	111	8	5	97	15	5	7	12563
2041	16	5109	3133	641	1468	208	261	398	998	509	115	8	5	101	16	5	7	12982
2042	17	5280	3238	663	1517	215	270	411	1031	526	119	9	5	104	17	6	7	13416
2043	18	5456	3346	685	1568	222	279	425	1066	543	123	9	6	107	17	6	8	13864
2044	19	5639	3458	707	1620	229	288	439	1101	561	127	9	6	111	18	6	8	14327
2045	20	5788	3550	726	1663	235	296	451	1131	576	130	9	6	114	18	6	8	14708

Ejemplo de cálculo de tránsito Total para el año 2027 (vehículos: Autos).

$$T_{2027} = 1884 + 94 = 1{,}978\ VPD$$

Se concluye que el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) para el año horizonte del proyecto (2045) será de 14708.00 vehículos por día, de las cuales las más representativas son las motos con una cantidad de 5788 vpd, automóviles

3550 vpd, Jeep 726 vpd, camionetas 1663 vpd, etc. este tránsito nos permite clasificar nuestra vía en base a su función y el volumen que transita en esta.

En base al Manual (centroamericanos, 2011, pág. 33) la vía se clasifica como una Colectora Mayor Urbana debido ya que su TPDA 2045 será de (**14,708.00 Vehículos por día**.) está entre el rango de 10,000 – 20,000 vehículos que pertenece a la clasificación de una colectora urbana.

Tabla 16

Clasificación de las carreteras

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA(1)	NOMECLATURA	TPD(2) (AÑO FINAL DE DISEÑO)	Número de Carriles
ARTERIAL PRINCIPAL	AUTOPISTA	AA	>20,000	6-8
	ARTERIAL RURAL	AR	10,000-20,000	4-6
	ARTERIAL URBANA	AU	10,000-20,000	4-6
ARTERIAL MENOR	ARTERIAL MENOR RURAL	AMR	3,000-10,000	2
	ARTERIAL MENOR URBANA	AMU	3,000-10,000	2
COLECTOR MAYOR	COLECTOR MAYOR RURAL	CMR	10,000-20,000	4-6
	COLECTOR MAYOR URBANA	CMU	10,000-20,000	4-6
COLECTOR MENOR	COLECTOR MENOR RURAL	CR	500-3,000	2
	COLECTOR MENOR URBANA	CU	500-3,000	2
LOCAL	LOCAL RURAL	LR	100-500	2
	LOCAL URBANO	LU	100-500	2
	RURAL	R	<100	1-2

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de Carreteras, SIECA 3ra Ed. 2011. Pag.33

8. TOPOGRAFIA.

8.1. Levantamiento Topográfico Altiplanimetrico

El levantamiento topográfico constituye una etapa fundamental dentro del proceso de diseño geométrico de carreteras, ya que proporciona la información altimétrica y planimétrica necesaria para definir el alineamiento horizontal, vertical

y la sección transversal de la vía. De acuerdo con el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA, 3ra edición, 2011), la topografía del terreno influye directamente en la selección de elementos como velocidad de diseño, pendientes máximas, radios mínimos y configuración de la sección transversal.

Para el presente proyecto, de 2.17 km comprendido entre el Monumento Pedro Arauz Palacios y el Hospital Bautista Filial Tipitapa, se desarrolló un levantamiento altiplanimetrico detallado, cuyo propósito fue obtener el modelo digital del terreno y la vía existente para determinar las condiciones geométricas actuales.

El procedimiento se estructuró en tres fases: planificación, trabajo de campo y procesamiento en gabinete.

8.1.1. Planificación del levantamiento topográfico.

La etapa de planificación tuvo como finalidad organizar técnica y logísticamente el proceso de medición, garantizando tanto la precisión de los datos como la cobertura total del tramo en estudio. Conforme a los principios de la ingeniería topográfica, esta fase preliminar implica el reconocimiento del terreno, la definición de estaciones de trabajo y la verificación del estado operativo de los equipos, asegurando así que el levantamiento se ejecute bajo condiciones controladas y con la mayor confiabilidad posible.

Durante esta fase se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Reconocimiento visual del tramo para identificar accesos, intersecciones, cambios de rasante y puntos singulares.
- Definición del eje base del levantamiento.
- Establecimiento de estaciones en tramos regulares y estaciones adicionales en cambios de pendiente y elementos relevantes.
- Organización del personal técnico (operador de estación total, porta prisma y auxiliar).

- Revisión, nivelación y calibración del equipo topográfico antes de iniciar mediciones.

Esta planificación permitió optimizar tiempos de trabajo y reducir posibles errores sistemáticos durante la toma de datos.

8.1.2. Equipos usados en el levantamiento

El levantamiento fue ejecutado utilizando instrumentos topográficos de precisión,

- **Estación Total marca Sokkia**, equipo electroóptico que integra medición electrónica de distancias (EDM) y medición angular horizontal y vertical.

Figura 6

Estación total



- Prismas reflectores montados sobre bastones graduados para la captura de puntos.

Figura 7

Prisma topográfico y bastón de 5.20m de perilla.



- Trípode de aluminio con base nivelante.

Figura 8

Trípode con base nivelante



- Cinta métrica para comprobaciones auxiliares.

Figura 9

Cinta métrica



- Libreta de campo como respaldo manual de datos.

Figura 10

Libreta de campo



La estación total permitió obtener coordenadas tridimensionales (X, Y, Z) de cada punto levantado mediante la intersección de ángulos y distancias, garantizando precisión milimétrica adecuada. Según la SIECA (2011), este tipo de instrumentación es apropiado para levantamientos destinados a diseño geométrico debido a su confiabilidad y exactitud.

8.1.3. Levantamiento topográfico

Para la realización de este proyecto se realizó visita Insitu con el objetivo de determinar los puntos de interés para la obtención de los parámetros de diseño geométrico vial del Tramo de Carretera de 2.17 kilómetros, que inicia del monumento Pedro Arauz Palacios, hacia Hospital Bautista Filial Tipitapa.

Los pasos que se realizaron son los siguientes:

Levantamiento de la poligonal (Alineamiento Horizontal): Una vez en el sitio de interés, se procedió a plantar el trípode de la estación total de tal manera que quedo a una altura para los integrantes del grupo, posteriormente se instaló la estación total en la plataforma del trípode y se procedió a nivelar, una vez nivelado se procedió a crear el archivo del proyecto, y se estableció como punto de partida las coordenadas obtenidas por el gps – etrex las cuales fueron ingresadas en el sistema. Posteriormente se enraso con el norte magnético a través de la brújula y se procedió a la toma de puntos tales como Cercos o bardas perimetrales (Cerco), Banco Maestre (BM), Eje Central (EC); Borde de Calle (Borde), Puntos auxiliares (Pto).

Nivelación del eje central (Alineamiento Vertical): Se estableció un punto de elevación o Banco Maestro (BM), en el punto final del adoquinado existente en el sitio, a la vez en el tramo se marcaron otros puntos tales como en Postes de Concreto de Cercos Perimetrales, así como en estructura existente como vados de adoquín, estableciendo un total de 4 BM.

Cabe señalar que se realizaron 28 cambios de estación aproximadamente con el objetivo de visualizar de una mejor manera el terreno.

Los datos del levantamiento se pueden observar en anexos en la Tabla 54 Datos del levantamiento .

8.1.4. Pendiente.

Para determinar la pendiente en el tramo de estudio, se realizó el cálculo utilizando la siguiente ecuación.

$$m = \frac{(P_f - P_o)}{d} \cdot 100$$

Ecuación 11

Pendiente

Para el cálculo de la pendiente se tomaron 3 pares de puntos del tramo, al inicio, en el centro y al final del tramo, teniendo las pendientes de los 3 pares de puntos calculados, se calculó el promedio obtener la pendiente natural.

$Punto1$

$P_f := 99.852$

$P_o := 99.791$

$d := 16.92$

$$m_1 := \frac{(P_f - P_o)}{d} \cdot 100 = 0.361$$

$Punto2$

$P_f := 91.906$

$P_o := 91.998$

$d := 105.8191$

$$m_2 := \frac{(P_f - P_o)}{d} \cdot 100 = -0.087$$

$Punto3$

$P_f := 90.796$

$P_o := 90.700$

$$d := 20.10$$

$$m_3 := \frac{(P_f - P_o)}{d} \cdot 100 = 0.478$$

Cálculo del promedio de las pendientes

$$Promedio := \frac{m_1 - m_2 + m_3}{3} = 0.308$$

La pendiente natural es 0.31%

9. AutoCAD Civil3d 2020 EN EL DISEÑO GEOMETRICO

Partiendo del levantamiento topográfico proporcionado por la Alcaldía del municipio de Tipitapa y utilizando el software AutoCAD Civil 3D, se procederá a crear la superficie del terreno a partir de los puntos COGO obtenidos durante el levantamiento. Con esta base se desarrollará el diseño del alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y la generación de las secciones transversales correspondientes al tramo en estudio.

El uso de AutoCAD Civil 3D es debido a que constituye una de las herramientas más completas y especializadas para el modelado, análisis y diseño geométrico de carreteras. Este software permite integrar en un solo entorno la topografía, la creación de superficies, el diseño de alineamientos, perfiles y secciones, así como la generación automática de planos y volúmenes. Su capacidad para trabajar con modelos dinámicos garantiza que cualquier modificación en el levantamiento topográfico, parámetros de diseño o geometría vial se actualice de manera automática en todas las vistas del proyecto, aumentando la precisión y reduciendo significativamente el tiempo de diseño.

Para el proceso de diseño geométrico se adoptarán como referencia principal el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con Enfoque de Gestión y Riesgo de Seguridad Vial (SIECA, 3.ª edición, 2011), así como los lineamientos establecidos en la normativa American

Association of State Highway and Transportation officials (AASHTO, 2004), asegurando así el cumplimiento de los criterios técnicos y estándares aceptados a nivel regional e internacional.

9.1. Gestión de puntos COGO.

Los puntos generados en AutoCAD Civil 3D se denominan puntos COGO (Coordinate Geometry, Geometría de Coordenadas). Estos difieren de los nodos de punto tradicionales de AutoCAD, los cuales únicamente almacenan coordenadas básicas (X, Y, Z). En contraste, los puntos COGO integran un conjunto más amplio de propiedades asociadas, tales como:

- número de punto,
- nombre,
- código original de campo,
- descripción completa o ampliada,
- estilo y grupo de puntos,
- elevación y clasificación, entre otros.

Estas características permiten que los puntos COGO sean elementos esenciales para la construcción de superficies TIN, la generación de alineamientos y el modelado tridimensional del proyecto, proporcionando un manejo más preciso y profesional de la información topográfica.

AutoCAD Civil 3D permite la creación de puntos mediante diversos métodos disponibles en el menú de herramientas de puntos. Una de las funciones más utilizadas es la importación de puntos desde un archivo externo, habitualmente generado durante el levantamiento en campo. Para ello, Civil 3D admite formatos específicos como .txt, .csv o .xyz, siempre que respeten un orden correcto de columnas (por ejemplo: número, norte, este, elevación, descripción), según los formatos permitidos por el software (Manual Civil 3D).

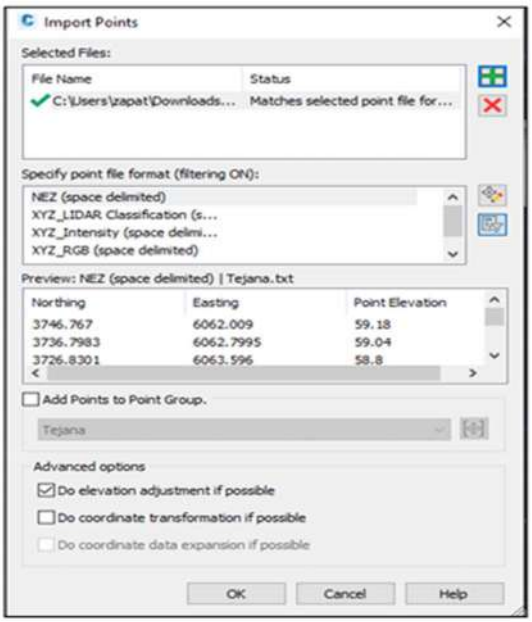
En este proyecto, los puntos fueron obtenidos a partir del levantamiento topográfico proporcionado por la Alcaldía Municipal de Tipitapa, cuyos datos fueron entregados en un archivo con extensión .txt (bloc de notas). Este archivo se procesó y organizó para cumplir con los requisitos de importación de Civil 3D.

Para acceder al proceso de importación, se debe ingresar al grupo Home, apartado Points, y seleccionar la opción Point Creation Tools. Esta acción abre la ventana flotante denominada Create Points, la cual ofrece diversas herramientas para la gestión y creación de puntos orientados a la conformación de superficies TIN. Entre estas funciones se incluyen la creación manual de puntos, la extracción de puntos desde objetos de AutoCAD (como bloques con atributos), y la importación desde archivos externos.

Para los fines de este proyecto, se utilizó la opción Import Points, que permite cargar un archivo de puntos previamente estructurado. Al seleccionar esta opción, se abre la ventana correspondiente donde se especifica la ruta del archivo, el formato de lectura y el grupo de puntos al cual se integrarán los datos. Una vez completado este proceso, los puntos COGO quedan disponibles en el dibujo y pueden incorporarse directamente a la superficie del terreno.

Figura 11

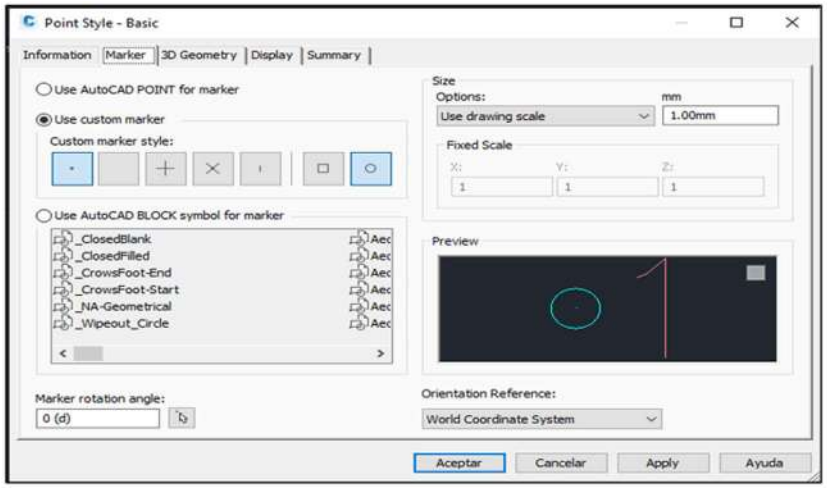
Ventana de importar puntos



Una vez obtenidos los puntos en el software procedemos a configurar el formato y estilo de los puntos, para ello nos dirigimos a la ventana configuraciones seleccionamos la opción “Point”, luego en “Point style”, posteriormente le damos clic derecho a la opción “Basic” y editamos.

Figura 12

Configuración de puntos



A partir de estos puntos se inicia la elaboración de los planos, considerando los parámetros de diseño que se calculan en la sección siguiente del presente proyecto.

9.2. Desarrollo de planos

El desarrollo de los planos se realiza con el propósito de dotar al diseño geométrico de una representación técnica formal, clara y verificable, que permita comunicar de manera estandarizada la solución propuesta y facilitar su revisión, aprobación y futura ejecución en obra.

En este sentido, los planos constituyen el producto gráfico final del proceso de diseño, ya que integran los resultados del análisis topográfico, los cálculos de alineamiento horizontal y vertical, y la definición de la sección transversal, presentándolos en láminas comprensibles para el personal técnico y de campo

Asimismo, la representación técnica asegura la trazabilidad de la información, al vincular los parámetros adoptados (velocidad de diseño, radios, pendientes, peraltes, anchos, estaciones, etc.) con su ubicación real sobre el tramo proyectado.

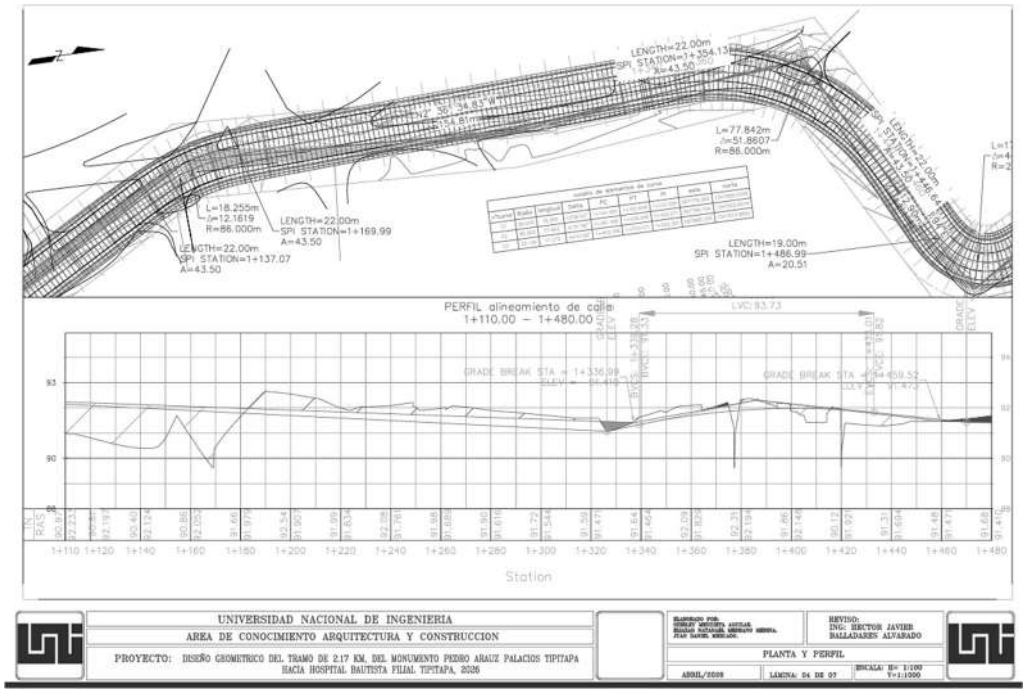
En términos de alcance, la elaboración de planos comprende, como mínimo, la presentación de la planta y perfil del eje del proyecto, el perfil longitudinal con rasante propuesta, el diagrama de peraltes, y las secciones transversales por estaciones, además de la sección típica que define la geometría de la calzada y sus elementos complementarios.

Para garantizar precisión y consistencia, cada lámina debe incorporar elementos normalizados tales como: escala y escala gráfica, flecha norte, cuadro de datos, sistema de referencia y coordenadas, progresivas (estaciones), cotas, cuadros de curvas (horizontales y verticales), y notas técnicas que indiquen criterios de diseño y consideraciones constructivas. De esta manera, los planos no solo describen la geometría del tramo, sino que también permiten verificar en campo distancias, elevaciones y alineamientos, reduciendo ambigüedades durante el replanteo y la construcción.

Para la generación de esta documentación se emplea Autodesk Civil 3D, herramienta que permite modelar el corredor vial y obtener de forma dinámica vistas y reportes del diseño (planta, perfil y secciones), manteniendo coherencia entre la geometría diseñada y la información presentada en los planos. Esta integración favorece la detección temprana de inconsistencias (por ejemplo, cambios de pendiente, transiciones de peralte o interferencias geométricas) y mejora la calidad del entregable final. En consecuencia, el desarrollo de planos representa un componente esencial dentro de la monografía, debido a que materializa técnicamente el diseño y evidencia el cumplimiento de los parámetros adoptados para el tramo propuesto. Ver ***Figura 13***. y el desarrollo de todos los planos en ANEXOS.

Figura13

Planos como representación técnica del diseño



Fuente: Autodesk Civil 3D

10. PARAMETROS DE DISEÑO.

Para la propuesta de diseño (alineamiento horizontal) del tramo en estudio se deben de determinar los elementos para el diseño geométrico, los cuales proceden del Manual de la SIECA (Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras, con enfoque de gestión de riesgo y seguridad Vial 2002, 2011) y AASHTO 94, HMC-2000 (Highway Capacity Manual 2002, 2004)

10.1. Elementos de diseño geométrico.

10.1.1. Clasificación de la vía.

Para realizar la definición de los parámetros de diseños, es necesario clasificar la vía en estudio. Para este tramo se definirá el tipo de vía a partir de los criterios establecidos por el Ministerio de Transporte e infraestructura en su reporte de la “Red Vial de Nicaragua 2020”, también haremos uso del manual de la SIECA 2011.

Según el estudio de la Red Vial de Nicaragua ((MTI) M. d., 2020), las carreteras y caminos se clasifican según su función y la naturaleza del servicio que están supuestas a brindar, por lo tanto, la clasificación funcional de carreteras puede definirse como el proceso de agrupar las facilidades en sistemas que describen el grado en el cual cada grupo desempeña las dos funciones básicas.

En el año 2004, El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) en coordinación con la Unidad del Programa de Apoyo al Sector Transporte realizaron un ajuste a los rangos y parámetros, de acuerdo con las condiciones actuales, producto de los cambios que se han generado en el sistema vial en los últimos años. Por lo que la clasificación de las carreteras en el país fue definida en cinco tipos:

10.1.1.1. Troncales

10.1.1.1.1. Troncal Principal (TP).

Este tipo de carreteras están clasificadas porque pertenecen a una red de rutas continuas con las siguientes características.

- Sirve a desplazamientos de grandes longitudes de viajes como el tránsito interdepartamental o interregional cuyos índices de viaje son elevados.
- Forma parte de la red vial centroamericana.
- Forma parte de la carretera panamericana.
- Sirven a grandes volúmenes de tránsito cuyo TPDA es mayor a los 1,000 vehículos
- Forman una red integrada sin conexiones fragmentadas, excepto cuando condiciones geográficas o de flujo de tráfico lo indiquen, tales como conexiones a ciudades costeras como Corinto.
- Conectan cabeceras departamentales o centros urbanos con más de 50,000 habitantes
- Se requiere además un ancho de derecho de vía de 50 metros, incluye 5 metros. a cada lado del eje o línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos de Información Gubernamental.

10.1.1.1.2. Troncal Secundaria (TS).

Las carreteras tipo Troncal Secundaria, se caracterizan por:

- Conectar cabeceras departamentales o centros económicos importantes, generadores de tráfico, tales como áreas turísticas capaces de atraer viajes de mayor distancia.
- Sirve también a un volumen considerable de viajes Interdepartamentales
- Sirve a corredores de viajes con longitudes de trayecto y densidades de viajes mayores que los que atienden los sistemas de carreteras colectoras.
- El volumen de tráfico atendido es mayor de 500 veh. /día.
- Se requiere un ancho de derecho de vía de 50 metros, incluye 5 metros a cada lado del eje o línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos de Información Gubernamental

10.1.1.2. Colectoras

10.1.1.2.1. Colectora Principal (CP).

- Comunican una o más cabeceras municipales con una población superior a los 10,000 habitantes.
- Comunican centros poblacionales no atendidos por la red troncal. Estas rutas generalmente están dentro de las municipalidades.
- Se usan como conexión entre dos caminos troncales secundarios.
- Reciben tratamiento profesional en las intersecciones con respecto a los movimientos de tráfico sobre rutas de menor orden.
- Interceptan en cada uno de sus extremos un sistema vial, funcionalmente de igual o superior categoría.
- El flujo de tráfico es mayor de 250 veh. /día.
- Se requiere un ancho de derecho de vía de 50 metros, incluye 5 metros a cada lado del eje o línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos de Información Gubernamental

10.1.1.2.2. Colectora Secundaria (CS).

- Suministrar conexiones a una categoría superior de comunicación para centros urbanos y generadores de tráfico menores.
- Son Caminos de alta importancia municipal, con poblaciones servidas mayores de 5,000 habitantes.
- Son objetos de tratamiento profesional con respecto al flujo de tráfico en las intersecciones con caminos vecinales.
- El flujo de tráfico atendido es mayor a los 250 veh. /día.
- Se requiere un ancho de derecho de vía de 30 metros, incluye 5 metros a cada lado del eje o línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos de Información Gubernamental.

10.1.1.3. Camino Vecinal (CV).

Su principal función además de brindar acceso a propiedades adyacentes es proporcionar el acceso a zonas remotas del país que carecen de facilidades de transporte y canalizar la producción agropecuaria desde la fuente hacia los centros de consumo y exportación en conjunto con carreteras de nivel superior.

Carreteras municipales.

Generalmente las zonas que conectan tienen menos de 1,000 habitantes; volúmenes de tráfico menores de 50 veh. /día.

Se requiere un ancho de derecho de vía de 30 metros, incluye 5 metros a cada lado del eje o línea media de la misma, con el propósito de colocar rótulos de Información Gubernamental.

En el tramo de estudio de 2.17km comprendido del monumento Pedro Arauz Palacios hacia Hospital Bautista en el municipio de Tipitapa departamento de Managua, según la red vial de Nicaragua, nuestro tramo de estudio corresponde a la clasificación del tipo de carretera Colectora Principal ya que cumple con las características mencionadas.

- Conecta con cabeceras municipales con una población superior a los 10,000 habitantes (Managua, Masaya).

- Conecta hospitales, supermercados, mercado municipal, centros recreativos, etc.
- Tiene conexión con las carreteras Nindirí Masaya y Tipitapa Managua (Carretera El Trapiche)
- Tiene conexiones a vías secundarias, moderando el flujo vehicular con sus respectivas señales de tránsito.
- Posee intersecciones con la carretera que va al empalme Boaco-Matagalpa, también carretera a Masaya.
- Según el conteo realizado en el mes de diciembre en un transcurso de 12 horas, el flujo de tráfico es de 6466 vehículos / día, por lo que es mayor a 250 veh. /día.
- Según el estudio de aforo vehicular se involucran cuatro carriles de ambos sentidos (dos carriles de norte a sur y dos de sur a norte), donde se confirmó que el flujo de vehículos es pesado, toda la vía tiene un ancho de 11m y la distancia de cada lado del eje o línea media de la misma es de 5.50m.

10.1.2. Tipo de terreno.

Según el manual centroamericano (centroamericanos, 2011) la topografía del terreno atravesado tiene influencia en el alineamiento de calles y carreteras. Para caracterizar sus variaciones, generalmente se clasifican en tres tipos de acuerdo con la pendiente del terreno, así:

a) Terreno Plano: Es esa condición donde las distancias de visibilidad de diseño vial, en cuanto están gobernadas por las restricciones horizontales y verticales, son generalmente largas o podrían ser así, sin ocasionar mayores dificultades ni grandes gastos de construcción o grandes gastos de construcción.
b) Terreno Ondulado: Es la condición donde las pendientes naturales son ascendentes y descendentes y en consecuencia las pendientes de la calle o carretera se elevan y bajan, y donde ocasionalmente las pendientes

fuertes provocan algunas restricciones a los alineamientos horizontal y vertical.

c) Terreno Montañoso: Es aquel que presenta dificultades y altos costos de construcción por la frecuencia de cortes y rellenos, los cuales se requieren para lograr alineamientos horizontales y verticales aceptables.

Se verifico mediante estudio topográfico que en su totalidad la superficie es plana, por lo que nos encontramos que el tramo de estudio se clasifica como un terreno llano o plano, como se muestra en la Figura 14 y la Figura 15 percibiendo dos vistas frontal y lateral del levantamiento topográfico, se observa que no hay desniveles marcados, lomas, colinas o cambios bruscos de cotas.

Figura 14

Vista frontal del tramo en Civil 3D

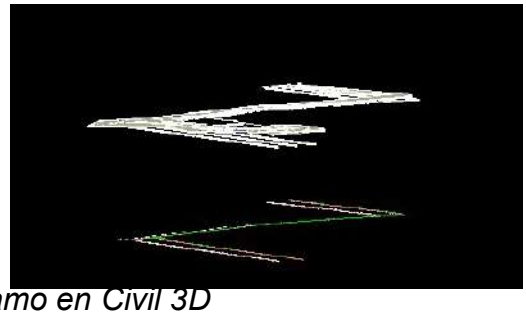
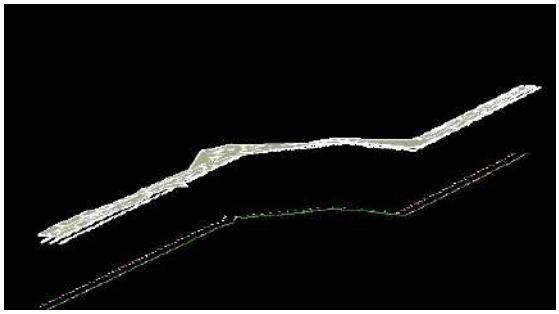


Figura 15

Vista lateral del tramo en Civil 3D



10.1.2.1. Clasificación de terreno según la pendiente.

Según lo establecido en el Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico de Carreteras, el terreno se clasifica como llano o plano cuando presenta pendientes naturales menores al 5%. Dado que, para el tramo en estudio, la pendiente natural calculada es de 0.31%, este se categoriza

claramente como un terreno plano, cumpliendo con los criterios definidos por la normativa técnica correspondiente.

Tabla 17

clasificación de terrenos respecto a las pendientes natural

Tipo de Terreno	Rango de Pendientes P(%)
Llano o Plano	P ≤ 5
Ondulado	5 > P ≤ 15
Montañoso	15 > P ≥ 30

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de Carreteras, SIECA 3ra Ed. 2011. Pag.116

10.1.3. Velocidad de Diseño.

La velocidad de diseño también denominada velocidad directriz es la velocidad seleccionada para definir y controlar diversas características geométricas de una carretera. Esta velocidad debe establecerse en coherencia con factores fundamentales como la topografía del terreno, el uso del suelo adyacente y la clasificación funcional de la vía, garantizando así un diseño vial seguro, eficiente y compatible con las condiciones del entorno. Manual Centroamericano de normas para el diseño Geométrico SIECA 3ra edición. 2011, Pag.55

Asimismo, la velocidad de diseño debe mantenerse en equilibrio con la velocidad a la que un conductor circula cómodamente en la carretera ya construida. Por ello, la selección de una velocidad de diseño apropiada para una vía específica requiere considerar cuidadosamente diversos aspectos que influyen directamente en la operación y seguridad vial. Entre los factores más relevantes que deben evaluarse se encuentran:

- Distribución de velocidades
- Tendencias de las velocidades

- Tipo de área (rural, urbana)
- Condiciones de terreno (plano, ondulado, montañoso)
- Volúmenes de transito
- Consistencia en el diseño de carreteras similares o complementarias.
- Condiciones ambientales

Para determinar la velocidad de diseño de la vía, es indispensable considerar uno de los elementos fundamentales del diseño geométrico: el volumen del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA). Tal como se estableció en el capítulo correspondiente del estudio, el TPDA obtenido para el tramo es de 15,285 vehículos por día.

Asimismo, debe considerarse la clasificación funcional de la vía, la cual, según los criterios técnicos expuestos previamente en la tabla correspondiente, se identifica como una Colectora Mayor Urbana, tomando en cuenta su nivel de servicio, conectividad y función dentro de la red vial del municipio. Esta clasificación es coherente con los parámetros establecidos por el Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Carreteras y la Red Vial de Nicaragua.

Finalmente, es importante destacar que el tramo en estudio presenta un relieve predominantemente plano, con una pendiente natural de apenas 0.31%, lo que confirma que se trata de un terreno llano de acuerdo con la normativa SIECA. Este aspecto influye notablemente en la selección de la velocidad de diseño, al tratarse de condiciones topográficas que permiten valores más elevados dentro de los rangos establecidos para vías de esta categoría.

Siendo que el tramo en estudio se clasifica como una carretera colectora mayor urbana, y de acuerdo con lo indicado en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA) en la pág. 56, el rango permitido de velocidad de diseño para este tipo de vía se encuentra entre 30 km/h y 80 km/h. Considerando estas directrices, así como las condiciones topográficas del tramo caracterizado por un relieve predominantemente plano se ha decidido adoptar una velocidad de diseño de 50 km/h, valor que se encuentra dentro del

rango recomendado y garantiza un equilibrio adecuado entre seguridad, funcionalidad y operación vial.

10.1.4. Número de carriles.

Como se establece en la **Tabla *20*** del presente documento, ubicada en la página 65, al clasificarse la vía en estudio como una Colectora Mayor Urbana, el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (SIECA) indica que el número de carriles apropiado para este tipo de carretera debe encontrarse dentro del rango de 4 a 6 carriles.

Dado que el tramo no presenta una alta demanda de vehículos pesados ni flujos significativos asociados a tránsito de gran capacidad, se ha optado por seleccionar 4 carriles para el diseño propuesto, distribuidos en dos carriles por sentido de circulación, lo cual garantiza un desempeño adecuado, seguro y consistente con la funcionalidad de la vía.

10.1.5. Ancho de Carriles.

Siguiendo las normas del manual centroamericano (centroamericanos, 2011) en la página 269, indica que el ancho recomendado en carriles es de 3.60m por carril, también depende de la demanda de vehículos según la vía.

Los anchos en las estructuras guardan estrecha relación con el tipo de vía y la velocidad del proyecto, lo mismo que con los valores de los volúmenes de diseño.

En autopistas y vías especiales, los anchos mínimos de carril, hombros exteriores e interiores, aceras y resguardos en las estructuras y pasos superiores e inferiores de autopistas y vías especiales se clasifican según el TPDA como se muestra en la tabla 15 del manual de la SIECA.

Tabla 18

Anchos en estructuras según TPDA

TPDA	> 20,000	> 10,000
Anchos de carril (P.S. y P.B)	3.60	3.60
Ancho del hombro exterior (P.S. y P.B)	2.50	1.50
Ancho de hombro interior (P.S. y P.B)	1.50	1.00
Ancho de acera exterior con paso de peatones (P.S.)	1.25	1.25
Ancho de acera exterior sin paso de peatones. (P.S.)	1.00	1.00
Ancho de acera interior (P.S.)	1.00	1.00
Resguardo mínimo frente a pilas y obstáculos (P.B)	0.50	0.50

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de Carreteras, SIECA 3ra Ed. 2011. Pag.271

Para definir el ancho de carril en el tramo de estudio, se define un TPDA proyectado de 15,285 en un periodo de diseño de 20 años como se muestra en la tabla 8, por lo que estamos en el rango del TPDA mayor a 10,000, tomando así un ancho de carril de 3.6m.

10.1.6. Ancho de rodamiento.

El ancho de rodamiento es el ancho total de la superficie de la vía, destinada a la circulación de los vehículos.

El ancho de rodamiento que se define nuestro proyecto de graduación según él los datos antes mencionados, el tramo de estudio consta de 4 carriles, cada carril tiene un ancho de 3.6m por lo que nuestro ancho de rodamiento seria de 14.4m para los 4 carriles.

10.1.7. Ancho de hombros.

El ancho de hombro o ancho de berma es el ancho de la franja lateral de la carretera que esta junto al carril de circulación, pero que no forma parte del ancho de rodamiento, como se muestra en la Figura 16.

El ancho de hombros cumple funciones muy importantes, como permitir que un vehículo se detenga en caso de emergencia, aumentar la seguridad

respecto al espacio de recuperación si un vehículo se sale de carril, da soporte estructural al pavimento, también sirve para circulación de peatones o ciclistas.

Figura 16

Partes de la carretera



Para el cálculo del ancho de hombros en el tramo de estudio nos basamos en las normas del manual centroamericano (centroamericanos, 2011), como se muestran en las tablas 15 y 16, el ancho de hombro interno es de 1m y el ancho externo de hombros es de 1.5m, en nuestro caso solo tomaremos ancho externo, ya que nuestro tramo de estudio no tiene mediana, por lo que no requiere de hombro interno.

Tabla 19

Anchos mínimos de hombros y aceras

Tipo de Carretera		Acceso	Tipo de Superficie	Ancho de Hombros (m)		Ancho de Aceras (m)
				Internos	Externos	
AA	Autopista	Controlado	Alto	1.0 – 1.5	2.5 - 3.0	
AR	Arterial Rural	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	2.5 – 3.0	2.0
AU	Arterial Urbana	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	2.5 – 3.0	2.0
AMR	Arterial Menor Rural	-	Alto	-	1.2 - 1.6	1.0 – 1.2
AMU	Arterial Menor Urbana	-	Alto	-	1.2 - 1.6	1.0 – 1.2
CMR	Colector Mayor Rural	Controlado	Alto	1.0 -1.5	2.5 – 3.0	1.2 – 2.0
CMU	Colector Mayor Urbana	-	Alto	0.5 – 1.0*	1.2 - 1.8	1.2 – 1.5
CR	Colectoras Menor Rural	-	Intermedio	-	1.2 - 1.6	1.0 – 1.2
CS	Colectoras Menor Urbana	-	Intermedio	-	1.2 – 1.6	1.0 – 1.2
LR	Local Rural	-	Intermedio	-	0.75-1.6	1.0 – 1.2
LU	Local Urbano	-	Intermedio	-	0.75-1.6	1.0 – 1.2
R	Rural	-	Bajo	-	-	-

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de Carreteras, SIECA 3ra Ed. 2011. Pag.142

10.1.8. Ancho de corona.

El ancho de corona no es más que el ancho total de la parte superior de la carretera (ancho de rodamiento y ancho de hombros), por lo cual, en nuestro proyecto de graduación el ancho de corona serían los 14.4m de carril más los 3m de ancho de hombros que sería un total de 17.4m.

10.1.9. Tipo de superficie de rodamiento.

En la Tabla 20 se muestra la clasificación del tipo de pavimento a utilizar en nuestro tramo de estudio, esta clasificación se da según los datos del TPDA y la clasificación funcional de la carretera, dado que tenemos un TPDA proyectado a 20 años de 15,285, estando en el rango mostrado de 10,000 – 20,000, y teniendo una clasificación funcional de una carretera Colectora mayor urbana, la superficie de rodamiento ser un tipo de pavimento, en este caso será pavimento flexible o asfalto.

Tabla 20

Clasificación de superficie de rodamiento

TPDA	> 20,000		20,000 – 10,000		10,000 – 3,000		3,000 - 500	
Clasificación Funcional	No. C.	Superf.	No. C.	Superf.	No. C.	Superf.	No. C.	Superf.
AR	6-8	Pav.	4-6	Pav.				
TS	4	Pav.	2-4	Pav.	2	Pav.		
TR	4	Pav.	2-4	Pav.	2	Pav.		
CS			2-4	Pav.	2	Pav.	2	Pav.
CR					2	Pav.	2	Pav.

10.1.10. Pendiente transversal.

Es la pendiente que se le da a la calzada en dirección perpendicular al eje de la carretera. Se identifican tres casos:

a) Bombeo Normal: Es la pendiente que se le da a la plataforma o corona en las tangentes del alineamiento horizontal con el objeto de facilitar el escurrimiento superficial del agua. Un bombeo apropiado será aquel que

permita un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente para que el conductor no experimente incomodidad o inseguridad.

b) Peralte o Sobreelevación: Es la inclinación que se le da a la corona de una carretera en los tramos en curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrípeta que actúa sobre un vehículo en movimiento.

c) Transición del Bombeo al Peralte: Al pasar de un tramo en tangente a otro en curva, se requiere cambiar la pendiente de la corona, desde el bombeo en la tangente hasta el peralte que le corresponda a la curva horizontal

La pendiente de nuestro tramo en estudio será clasificada según el tipo de superficie, en la Tabla 21 nos damos cuenta de que tenemos un tipo de superficie Alto, por lo que el rango de la pendiente transversal esta entre 1.5% a 2%, por lo cual tomaremos una pendiente del 2%.

Tabla 21

Pendiente transversal

Tipo de Superficie	Rango de Pendiente Transversal
Alto	1.5-2.0
Bajo	2.0-6.0

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de Carreteras, SIECA 3ra Ed. 2011. Pag.139

10.1.11. Súper Elevación máxima (peralte (emax)).

El peralte es un método de construcción de infraestructura utilizado en curvas viales, donde el borde exterior del pavimento se eleva por encima del interior. Es un aspecto de la alineación vertical o "perfil" de una carretera, visto en sección transversal, y un elemento de seguridad importante en los criterios de diseño de cualquier carretera con curvas.

El peralte es conocido como peralte o inclinación en un tramo de carretera, como se observa en la Figura 17, el peralte funciona con diversas fuerzas físicas que interactúan para ayudar a los conductores a mantener la velocidad y mantenerse seguros en la carretera al tomar una curva. (Brigrentz, 2021)

En la Figura 17 se observa una curva plana sin peralte, donde se muestra que los vehículos pueden volcarse especialmente en velocidades altas, luego se observa una curva con peralte, donde el vehículo no corre el riesgo de volcarse incluso con velocidades altas.

Figura 17

Partes de una carretera



Fuente: (Brigrentz, 2021)

El manual centroamericano SIECA (centroamericanos, 2011) especifica que las tasas máximas de peralte utilizables en las carreteras están controladas por varios factores:

- Condiciones climáticas (frecuencia y cantidad de nieve y hielo)
- Condiciones del terreno (plano o montañoso)
- Tipo de zona (rural o urbana)
- Frecuencia de vehículos que viajan lento y cuya operación puede ser afectada por tasas altas de peralte.

Por la consideración conjunta de estos factores se concluye que no hay ninguna tasa única de peralte máxima universalmente aplicable y que debe usarse un rango de valores. Por otro lado, el uso de una sola tasa de peralte máximo, dentro de una región de condiciones climáticas y uso de la tierra similares, es una práctica que promueve un diseño consistente

Se consideran aquí las siguientes tasas:

1. Tasa máxima de 0.10 en áreas rurales montañosas, siempre que no exista nieve o hielo, también 0.12 puede utilizarse en algunos casos.
2. Generalmente, 0.08 es reconocido como valor máximo razonable.
3. 0.06 en área suburbana
4. 0.04 en áreas urbanas.

El peralte puede omitirse en calles urbanas de baja velocidad.

En el tramo de estudio se tomará un peralte de 0.04 (4%) ya que está ubicado en un área urbana, cumpliendo con las consideraciones del manual de la SIECA 2011.

10.1.12. Coeficiente de fricción transversal.

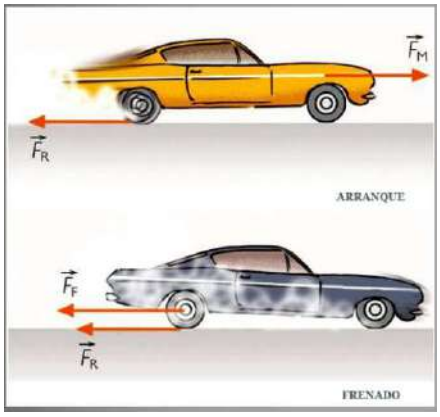
Se define como fuerza de rozamiento o fuerza de fricción, a la fuerza entre dos superficies en contacto, a aquella que se opone al movimiento entre ambas superficies (fuerza de fricción dinámica) o a la fuerza que se opone al inicio del deslizamiento (fuerza de fricción estática).

La fuerza de fricción hace posible que uno auto pueda moverse.

En la siguiente figura muestra que la fricción entre los neumáticos de un automóvil y la carretera son la que hacen posible la aceleración del auto y la mínima distancia de parada. (FORMULA 1, s.f.)

Figura 18

fricción arranque y frenado



Fuente: (FORMULA 1, s.f.)

Para determinar el coeficiente de fricción de nuestro proyecto de graduación, utilizaremos las normas centroamericanas (centroamericanos, 2011) teniendo en cuenta que tenemos un peralte del 4% y una velocidad de diseño de 50kmp, según la Tabla 22 nos da un coeficiente de fricción de 0.19 y un radio recomendado de 86m.

Tabla 22

Coeficiente de Fricción y Radio de Diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	FACTOR DE FRICCIÓN MÁXIMA	Peralte Máximo = 4%		GRADO DE CURVATURA (Degree)	Peralte Máximo = 6%		GRADO DE CURVATURA (Degree)
		RADIO (m)			RADIO (m)		
		CALCULADO	RECOMENDADO		CALCULADO	RECOMENDADO	
20	0.35	8.1	8	143°14'	7.7	8	143°14'
30	0.28	22.1	22	52°05'	20.8	21	54°34'
40	0.23	46.7	47	24°23'	43.4	43	26°39'
50	0.19	85.6	86	13°19'	78.7	79	14°30'
60	0.17	135.0	135	08°29'	123.2	123	09°19'
70	0.15	203.1	203	05°39'	183.7	184	06°14'
80	0.14	280.0	280	04°06'	252.0	252	04°33'
90	0.13	375.2	375	03°03'	335.7	336	03°25'
100	0.12	492.1	492	02°20'	437.4	437	02°37'
110	0.11				560.4	560	02°03'
120	0.09				755.9	756	01°31'
VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	FACTOR DE FRICCIÓN MÁXIMA	Peralte Máximo = 8%		GRADO DE CURVATURA (Degree)	Peralte Máximo = 10%		GRADO DE CURVATURA (Degree)
		RADIO (m)			RADIO (m)		
		CALCULADO	RECOMENDADO		CALCULADO	RECOMENDADO	
20	0.35	7.3	7	163°42'	7.0	7	163°42'
30	0.28	19.7	20	57°18'	18.6	19	60°19'
40	0.23	40.6	41	27°57'	38.2	38	30°09'
50	0.19	72.9	73	15°42'	67.9	68	16°51'
60	0.17	113.4	113	10°08'	105.0	105	10°55'
70	0.15	167.8	168	06°49'	154.3	154	07°26'
80	0.14	229.1	229	05°00'	210.0	210	05°27'
90	0.13	303.7	304	03°46'	277.3	277	04°08'
100	0.12	393.7	394	02°55'	357.9	358	03°12'
110	0.11	501.5	501	02°17'	453.7	454	02°31'
120	0.09	667.0	667	01°43'	596.8	597	01°55'

Fuente: Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de Carreteras, SIECA 3ra Ed. 2011. Pag.116

En la tabla 19 se muestra que igual que las primeras dos curvas, para la tercera curva se diseñará con una velocidad de 30kph con un radio recomendado de 22m.

Para las curvas principales se adoptó una velocidad de diseño de 50kph, correspondiente a una vía colectora mayor urbana, según las normas (AASHTO GUIDE FOR DESING OF PAVEMENT ESTRUCTURES, 1993) y el manual (centroamericanos, 2011), el radio mínimo depende de la velocidad de diseño, peralte y fricción lateral, por lo que nos da como resultado un radio de 86m.

Para la tercera curva el radio mínimo, la velocidad de diseño y el coeficiente de fricción cambia, esto depende de la geometría del trazado, las condiciones del entorno urbano y el cumplimiento de los criterios de las normas utilizadas, ya que la norma nos permite reducir la velocidad de diseño en tramos puntuales, siempre que se garantice seguridad y señalización.

10.1.13. Vehículo de Diseño.

La selección del vehículo de diseño constituye un componente fundamental dentro del proceso de diseño geométrico, ya que determina parámetros esenciales como los radios mínimos de curvatura, los sobreanchos en curvas, las distancias de visibilidad y los radios de giro en intersecciones. Estos elementos condicionan directamente la seguridad vial y el correcto funcionamiento operativo del tramo.

A partir de los resultados del estudio de aforo vehicular, se verificó la presencia de vehículos articulados tipo T3S2 y T3S3 dentro de la composición del tránsito del tramo analizado. Estos corresponden a tracto-camiones con semirremolque utilizados principalmente para el transporte de carga a nivel regional e interurbano. Su circulación frecuente en la vía evidencia la necesidad de adoptar un vehículo de diseño que garantice condiciones geométricas adecuadas para este tipo de unidades pesadas.

Dado que el tramo forma parte de la red vial urbana y se conecta directamente con la carretera NIC-11A, cumpliendo además la función de

Colectora Mayor Urbana dentro del municipio de Tipitapa, es indispensable asegurar que la infraestructura permita la operación eficiente y segura del transporte de carga.

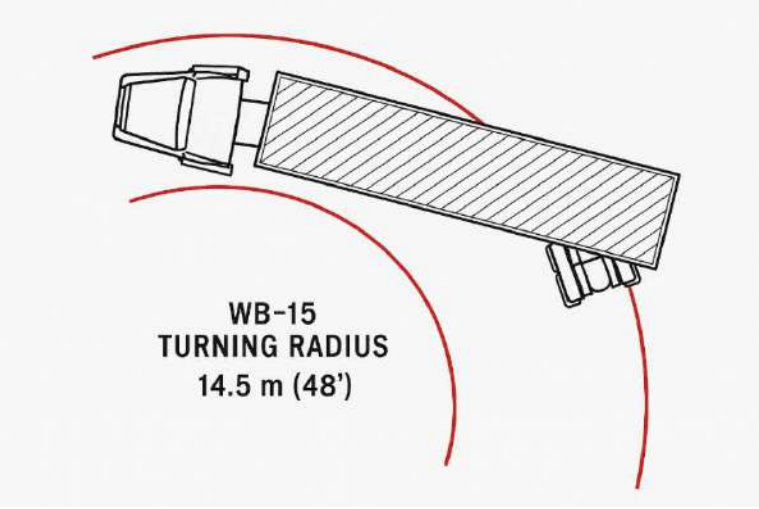
Con base en los lineamientos del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras, SIECA (3ra Edición, 2011) Capitulo 2, pág. 37, se selecciona como vehículo de diseño el modelo equivalente WB-15, correspondiente a un tracto-camión articulado con una longitud aproximada de 15 metros, morfológicamente similar al vehículo tipo T3S2 registrado en el aforo.

La adopción del vehículo WB-15 permite:

- Garantizar radios de curvatura compatibles con la operación de vehículos articulados.
- Verificar el adecuado funcionamiento geométrico de las intersecciones.
- Minimizar conflictos por invasión de carril en curvas, especialmente en radios reducidos.
- Asegurar condiciones operativas seguras para el transporte de carga que circula regularmente por la vía.

Figura 19

Radio de Giro para vehículo WB-15



Asimismo, para la verificación de maniobras críticas particularmente en intersecciones principales, retornos y accesos relevantes se considerará adicionalmente la trayectoria del vehículo tipo T3S3, únicamente como control complementario. Esto no implica que dicho vehículo sea el rector del diseño, pero sí permitirá garantizar un margen de seguridad adicional ante la presencia de unidades de mayor longitud.

De esta manera, la selección del WB-15 como vehículo de diseño resulta técnica y funcionalmente coherente con:

- La clasificación del tramo como Colectora Mayor Urbana.
- El volumen proyectado de tránsito.
- La presencia comprobada de transporte pesado en el área de influencia.

En conjunto, esta selección asegura que los elementos geométricos propuestos respondan adecuadamente a las necesidades reales de operación del tramo y a las exigencias del tránsito presente y futuro.

10.1.14. Radios de giro

Existen combinaciones de cabezal con remolque, cabezal con semirremolque o cabezal con un semirremolque y uno o más tráileres completos. Dado que hay combinaciones de camiones de distintos tamaños y sus características de giro varían ampliamente, se crearon combinaciones de vehículos cabezal-semirremolques para diseño. Estas combinaciones de camiones se identifican por la designación WB, unidos con la longitud entre las ruedas o alguna otra dimensión según el capítulo 2 del Manual Centroamericano de normas para Diseño geométrico de carreteras SIECA 3ra ed. 2011 pág. 38 y 39.

11. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal está constituido por una serie de líneas rectas, definidas por la línea preliminar, enlazados por curvas circulares o curvas de grado de curvatura variable de modo que permitan una transición suave y segura al

pasar de tramos rectos a tramos curvos o viceversa. Los tramos rectos que permanecen luego de emplear las curvas de enlacen se denominan también tramos en tangente y pueden llegar a ser nulos, es decir, que una curva de enlace quede completamente unida a la siguiente. (Hudiel, 2011).

En nuestro proyecto de graduación, para el diseño del alineamiento horizontal, se diseñarán 3 curvas circulares, cuya cantidad está directamente condicionada por la geometría del trazado y las restricciones del entorno.

Las curvas horizontales se generan en los puntos donde existe un cambio de dirección en planta, por lo que el número de curvas depende de la configuración del eje vial proyectado, las condiciones topográficas y las limitaciones del entorno (accesos, propiedades, intersecciones, etc.).

En este caso, el trazado presento tres deflexiones en planta, lo que hace necesaria la incorporación de tres curvas horizontales.

En el presente diseño no se consideró el uso de curvas espirales, ya que las curvas espirales son elementos de transición que se emplean para proporcionar un cambio gradual en la curvatura entre una tangente y una curva circular, principalmente para mejorar la seguridad en carreteras que requieren alta velocidad.

Dado que en nuestro proyecto se diseña con una velocidad de 50kph para dos curvas horizontales y 30kph para una curva horizontal, además que la carretera se clasifica en colectora mayor urbana, se determinó que las condiciones de operación no requieren transiciones complejas, el radio de curvatura cumple con los mínimos según las normas y el diseñar curva espiral no representa una mejora significativa para el diseño.

11.1. Elementos geométricos de la curva Horizontal.

PC: Punto de Comienzo o inicio de la curva.

PT: Punto donde termina la curva.

PI: Punto donde se cortan los alineamientos rectos que van a ser empalmados por la curva.

PM: Punto medio de la Curva.

E: Externa o Secante Externa.

T: Tangente de la Curva.

R: Radio de la Curva.

D o LC: Desarrollo de la Curva o longitud sobre la curva.

CM: Cuerda máxima dentro de la Curva que va desde el PC al PT.

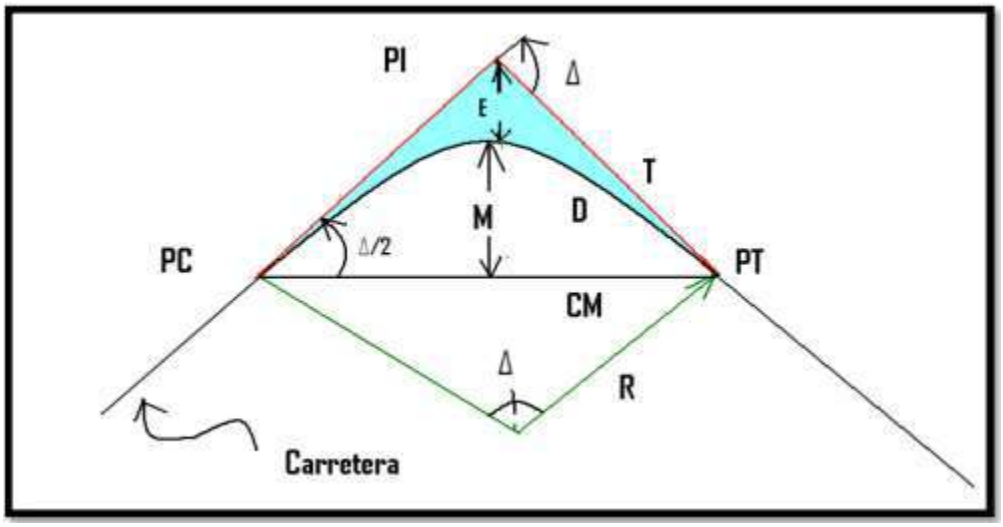
M: Mediana de la Curva.

Δ: Angulo central de la curva que es igual al ángulo de deflexión entre dos alineamientos rectos.

Para obtener los cálculos de los elementos de las curvas, es necesario saber cuáles son los elementos para el diseño geométrico.

Figura 20

Elementos geométricos de la curva horizontal



Fuente: Hudiel, 2011

11.1.1. Criterios de diseño para curvas horizontales.

Los criterios de diseño para nuestro proyecto son los siguientes:

- Clasificación funcional de la vía: Colectora Urbana
- Tipo de terreno: Plano
- Velocidad de diseño: 50 km/hr
- Número de carriles: 4
- Ancho de carril: a=3.60m
- Ancho de rodamiento: 14.4m
- Ancho de Hombros: 3m
- Ancho de corona: 14.4m
- Tipo de superficie de rodamiento: Pavimento Flexible
- Pendiente transversal: $b = 1.5\%$
- Súper elevación máxima: $\mathrm{e}_{\max} = 4\%$
- Coeficiente de fricción: $F = 0.19; F = 0.28$
- vehículo de diseño: WB-15

11.2. Cálculo de los elementos de la curva o radio mínimo

El radio de curva es la distancia mínima requerida para que el vehículo de diseño pueda realizar los giros en cada punto de Intersección (PI) sobre la vía, este se elige acorde al tipo de Carretera, Velocidad de Diseño, Peralte de la curva y el Coeficiente de Fricción.

El radio mínimo se calcula utilizando la siguiente ecuación.

$$R_{min} := \frac{V^2}{127\ (e_{max} + F)}$$

Ecuación 12

Radio Mínimo

Donde:

V. es la velocidad de diseño

(emax) : Peralte

F: Factor de fricción

Tabla 23

Radios mínimos de diseño

PI	ESTACIÓN	Velocidad de diseño	e max	F	b	RADIO MINIMO (m)	RADIO RECOMENDADO (DISEÑO (m))
PI -1	1+153.556	50	4.00%	0.19	1.50%	85.5871	86
PI - 2	1+403.271	50	4.00%	0.19	1.50%	85.5871	86
PI - 3	1+502.301	30	4.00%	0.28	1.50%	22.146	22.146

En la Tabla 22 se muestran los radios calculados para las tres curvas horizontales, según normas centroamericana (centroamericanos, 2011).

Radio de curva – PI-1 propuesto: 86m > Rmin 85.587

Radio de curva – PI-2 propuesto: 86m > Rmin 85.587

Radio de curva – PI-3 propuesto: 22.146m = Rmin 22.146

11.3. Grado máximo de curva.

El grado de curvatura es el ángulo central que subtiende un arco o una cuerda de longitud estándar predeterminada (generalmente 20 o 30 metros).

Según (centroamericanos, 2011) el grado de curvatura se calcula utilizando la siguiente formula, utilizando el radio mínimo calculado.

$$G_{max} := \frac{1145.9156}{R_{min}}$$

Ecuación 13

Grado Máximo de Curvatura

Para el cálculo del grado de curva de diseño, se calcula con la misma fórmula, pero utilizando el radio de diseño.

$$G_{curva} := \frac{1145.9156}{R_D}$$

Ecuación 14

Grado de Curvatura

Tabla 24

Grado de curvatura

PI	ESTACIÓN	RADIO MINIMO (m)	GRADO MÁXIMO DE CURVATURA	RADIO RECOMENDADO (DISEÑO	GRADO DE CURVA
PI -1	1+153.556	85.5871	13°23'19.98"	86	13°19'28.56"
PI - 2	1+403.271	85.5871	13°23'19.98"	86	13°19'28.56"
PI - 3	1+502.301	22.1457	51°44'39.78"	22.146	51°44'40.03"

En la Tabla 24 se muestra el cálculo del grado de curvatura para las tres curvas, cumpliendo así que el grado máximo de curvatura es mayor o igual al grado de curvatura.

11.4. Cálculo de la tangente (T)

La Tangente de la curva es el segmento de recta que existe entre el punto de intersección (PI) y el punto de comienzo de la Curva (PC). La tangente de la curva se puede obtener a partir de la ecuación.

$$T := R_D \cdot \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Ecuación 15

Tangente

Tabla 25

Calculo de la Tangente en las curvas

PI	ESTACIÓN (PI)	ESTACIÓN (PC)	RADIO RECOMENDADO (DISEÑO (m))	DELTA (Δ)	TANGENTE
PI -1	1+153.556	1+144.394	86	12°09'43"	9.1619
PI - 2	1+403.271	1+361.456	86	51°51'38"	41.815
PI - 3	1+502.301	1+493.351	22.146	44°41'09"	9.102

En la Tabla 25 se muestran los resultados del cálculo de la tangente para cada una de las curvas en cuestión.

11.5. Desarrollo de la curva (D)

El desarrollo de la curva es la longitud de la curva comprendida desde el punto de comienzo de la curva hasta el punto donde termina la curva, para determinar la longitud de la curva se utiliza la siguiente formula.

$$D := \left(\frac{\pi \cdot R_D \cdot \Delta}{180} \right)$$

Ecuación 16

Desarrollo de la Curva

En la Tabla 26 se muestra el resultado de la longitud de curva para cada curva utilizando el delta y el radio de Diseño anteriormente calculado.

Tabla 26

Calculo para el desarrollo de la curva

PI	ESTACIÓN (PC)	ESTACIÓN (PT)	RADIO RECOMENDADO (DISEÑO (m))	DELTA (Δ)	DESARROLLO DE LA CURVA (m)
PI -1	1+142.858	1+163.931	86	12°09'43"	18.2549
PI - 2	1+327.841	1+399.876	86	51°51'38"	77.8418
PI - 3	1+446.824	1+555.068	22.146	44°41'09"	17.271

11.6. Súper elevación máxima (peralte e_{max}).

$$e := \frac{e_{max}}{(G_{max})^2} \left(2\, G_{max} - G_{curva}\right) \cdot G_{curva}$$

Ecuación 17

Peralte

$$e = \left(\frac{4\%}{(13°23'13.96")^2}\right)(2(13°23'19.96)\text{-}13°19'28.56") * 13°19'28.56"$$

$$e = 0.039 \approx 4\%$$

Según la fórmula del peralte, el peralte calculado coincide con el peralte dado por las normas del manual centroamericano SIECA 2011 (centroamericanos, 2011), lo cual nos confirma que tenemos un peralte del 4%, según formula 3.99%.

11.7. Cuerda máxima (CM)

La cuerda máxima es la distancia en línea recta desde el punto de Comienzo de la curva y el punto donde termina la curva, está dada por la siguiente ecuación.

$$CM = 2\ R_D \cdot sen\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Ecuación 18

Cuerda Máxima

Tabla 27

Calculo de la cuerda máxima

PI	DELTA (Δ)	RADIO RECOMENDADO	CUERDA MÁXIMA (m)
PI -1	12°09'43"	86	18.221
PI - 2	51°51'38"	86	75.211
PI - 3	44°41'09"	22.1457	16.837

Comprende la distancia desde el punto de intersección de la tangente al punto medio de la curva. Esta dada por la ecuación

$$E = R_D \cdot \frac{1}{cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - 1$$

Ecuación 19

Secante Externa

Tabla 28

Calculo de la secante Externa

PI	DELTA (Δ)	RADIO RECOMENDADO (DISEÑO (m))	SECANTE EXTERNA (m)
PI -1	12°09'43"	86	85.486
PI - 2	51°51'38"	86	94.627
PI - 3	44°41'09"	22.146	22.943

11.9. Mediana de la curva (CM)

Corresponde a la ordenada de la curva que une el punto medio de la curva y el centro de la cuerda Máxima. Esta dada por la siguiente ecuación.

$$M = R_D \cdot 1 - cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Ecuación 20

Mediana de la Curva

Tabla 29

Calculo de la mediana en la curva.

PI	DELTA (Δ)	RADIO RECOMENDADO (DISEÑO (m))	MEDIANA DE LA CURVA (m)
PI -1	12°09'43"	86	0.483
PI - 2	51°51'38"	86	8.657
PI - 3	44°41'09"	22.14566929	1.663

Una vez obtenidos todos los elementos geométricos correspondientes a cada una de las curvas del proyecto, se procede al cálculo de los estacionados de los puntos característicos del alineamiento horizontal. Estos puntos son

fundamentales para la correcta ubicación de las curvas dentro del eje de la vía y permiten representar con precisión el desarrollo del trazado.

Los puntos por determinar son:

- **PI (Punto de Intersección):** Ubicado en la unión de las dos tangentes que conforman la curva.
- **PC (Punto de Curva):** Punto donde inicia la curva circular.
- **PT (Punto Tangente):** Punto donde finaliza la curva circular.
- **PM (Punto Medio):** Punto ubicado en la mitad del desarrollo de la curva.

Los estacionados de estos puntos se determinan mediante las siguientes ecuaciones generales:

11.10. Estación de punto de comienzo (PC)

Estación en el punto donde inicia la curva, donde el valor de la Tangente (T) se obtiene de la Tabla 25

Estacionado del PC:

$$PC = PI - T$$

Ecuación 21

Estación PC

Donde:

- PI= Estacionado del punto de intersección
- T= Tangente de la curva

En la Tabla 30 se demuestra que las estaciones PC cumplen con las estaciones calculadas con el Software Civil 3D, dado que al restarle la tangente correspondiente a la estación PI de cada curva da como resultado las estaciones PC correspondientes.

Tabla 30

Estación PC

PI	ESTACIÓN (PI)	TANGENTE	ESTACIÓN (PC)
PI -1	1+153.556	9.1619	1+144.391
PI - 2	1+403.271	41.815	1+361.456
PI - 3	1+502.301	9.102	1+493.199

11.11. Estación en punto de intersección de la curva (PI)

Estacionado del PI:

$$PI = PC + T$$

Ecuación 22

Estación PI

Donde:

- PC= Estacionado del punto de comienzo
- T= Tangente de la curva

Tabla 31

Estación PI

PI	ESTACIÓN (PC)	TANGENTE	ESTACIÓN (PI)
PI -1	1+144.391	9.1619	1+153.556
PI - 2	1+361.456	41.815	1+403.271
PI - 3	1+493.199	9.102	1+502.301

Estacionado del PM:

$$PM = PC + \frac{D}{2}$$

Ecuación 23

Estación PM

Donde:

- PC= Estacionado del punto de comienzo

- D= Desarrollo o longitud de la curva

Tabla 32

Estación Punto Medio (PM)

PI	ESTACIÓN (PC)	DESARROLLO DE LA CURVA (m)	ESTACIÓN (PM)
PI -1	1+144.391	18.2549	1+153.518
PI - 2	1+361.456	77.8418	1+400.377
PI - 3	1+493.199	17.271	1+501.712

Estacionado del PT:

$$PT = PC + DC$$

Ecuación 24

Estación PT

Donde:

- PC= Estacionado del punto de comienzo
- DC: Desarrollo de la curva

Tabla 33

Estación punto final (PT)

PI	ESTACIÓN (PC)	DESARROLLO DE LA CURVA (m)	ESTACIÓN (PT)
PI -1	1+144.391	18.2549	1+162.645
PI - 2	1+361.456	77.8418	1+439.298
PI - 3	1+493.199	17.271	1+510.470

Una vez obtenidos todos los elementos geométricos correspondientes a cada curva, se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 34

Resumen de estaciones calculadas

CURVA	ESTACIÓN (PI)	TANGENTE	DESARROLLO DE LA CURVA (m)	ESTACIÓN (PC)	ESTACIÓN (PM)	ESTACIÓN (PT)
1	1+153.556	9.1619	18.2549	1+144.391	1+153.518	1+162.645
2	1+403.271	41.815	77.8418	1+361.456	1+400.377	1+439.298
3	1+502.301	9.102	17.271	1+493.199	1+501.712	1+510.470

Tabla 35

Resumen Civil 3D

cuadro de elementos de curva								
n°curva	Radio	longitud	Delta	PC	PT	PI	este	norte
C1	86.000	18.255	12°09'43"	1+144.394	1+162.649	1+153.556	597778.265	1347669.0508
C2	86.000	77.842	51°51'38"	1+361.456	1+439.298	1+403.271	597766.704	1347922.6979
C3	22.146	17.272	44°41'09"	1+493.199	1+510.471	1+502.301	597869.355	1347972.9683

Fuente: Autodesk Civil 3D

Los resultados presentados en la Tabla 34 y la Tabla 35 permiten verificar la coherencia entre los cálculos manuales desarrollados durante el diseño geométrico y los valores generados automáticamente por el software AutoCAD Civil 3D. En ambos cuadros se observa una correspondencia directa entre los estacionados obtenidos para los puntos característicos del alineamiento horizontal (PI, PC, PT y PM) lo que confirma que las ecuaciones aplicadas, así como los parámetros geométricos utilizados, fueron correctamente determinados. Esta coincidencia valida la precisión del procedimiento técnico seguido y garantiza que el trazado propuesto representa fielmente las condiciones del proyecto dentro del entorno digital del modelo.

12. ALINEAMIENTO VERTICAL.

El alineamiento vertical de una carretera está ligado a la configuración topográfica del terreno, el alineamiento se compone de tangentes y curvas.

Las curvas verticales se utilizan para servir de conexión entre la rasante de distintas pendientes, la cual suavizan el cambio de pendiente

En el diseño de alineamiento vertical para nuestro proyecto de graduación, contempla tres curvas verticales, esto se da por la configuración del perfil longitudinal del terreno.

Cada curva vertical se genera en un punto donde existe un cambio de pendiente, por lo tanto el número de curvas depende directamente de:

- La topografía del terreno natural.
- La necesidad de mantener pendientes dentro de los límites permisibles.
- La continuidad y seguridad del alineamiento.

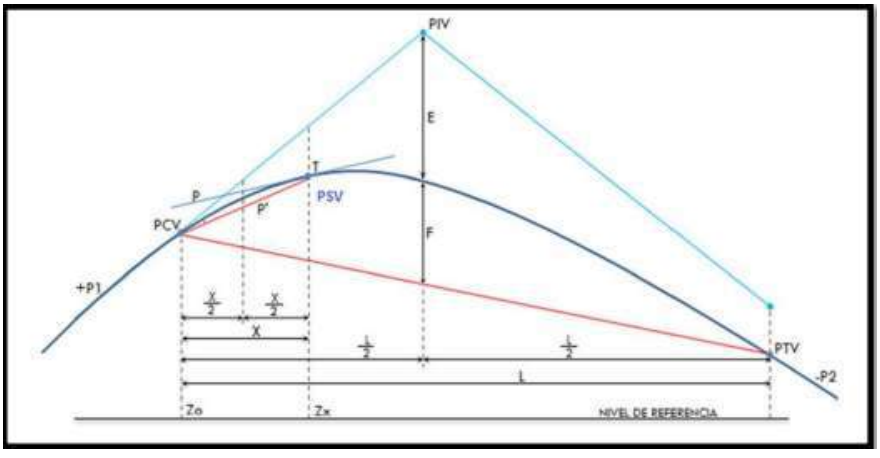
De acuerdo con los alineamientos de las normas (AASHTO GUIDE FOR DESING OF PAVEMENT ESTRUCTURES, 1993) y (centroamericanos, 2011), las curvas verticales deben colocarse únicamente cuando hay cambios de pendiente garantizado, garantizando transiciones suaves en el perfil longitudinal, seguridad y comodidad para el usuario y el cumplimiento de distancia de visibilidad.

Para nuestro tramo, el perfil del terreno presento tres puntos de inflexión, lo que justifica técnicamente el diseño de las tres curvas verticales.

12.1. Elementos de una curva vertical

Figura 21

Elementos de una curva vertical



Fuente: (Hudiel, 2011)

PIV: Punto de Intersección Vertical de las tangentes verticales

PCV: Punto de Comienzo de la Curva Vertical.

PTV: Punto de Terminación de la Curva Vertical.

P1: Pendiente de la tangente de entrada expresada en m/m.

P2: Pendiente de la tangente de salida expresada en m/m.

G: Diferencia algebraica de pendientes.

A= P1-(-P2) o A= P2-P1.

L: Longitud Total de la Curva Vertical en metros.

K: Variación de longitud por unidad de pendiente (Parámetro K= L/G).

X: Distancia del PCV aun PSV en metros.

P: Pendiente en un PSV, en m/m. P= P1-(G x (X/L).

P': Pendiente de una Cuerda

Para nuestro proyecto de graduación tenemos el diseño de tres curvas verticales en cresta, las cuales tienen los siguientes elementos.

12.1.1. Criterios de diseño para curvas verticales.

CURVA VERTICAL 1		**CURVA VERTICAL 2**		**CURVA VERTICAL 3**	
ESTACION	ELEVACION	ESTACION	ELEVACION	ESTACION	ELEVACION
1+339,50	91,34	1+928,78	90,76	2+163,31	90,51
PVI 1+386,14	92,31	PIV 1+956,98	90,81	PIV 2+188,40	90,8
1+432,78	91,82	1+985,18	90,74	2+213,49	90,46
K	30	K	138	K	20
LVC	93,28	LVC	56,4	LVC	50,18

12.2. Cálculo de pendientes.

Para calcular la pendiente utilizaremos las siguientes ecuaciones.

$$P = \frac{Elv_2 - Elv_1}{Est_2 - Est_1}$$

Ecuación 25

Pendiente en Elevaciones

$$A = P_2 - P_1$$

Ecuación 26

Diferencia de Pendiente

En la Tabla 36 se muestra el cálculo de las pendientes de entrada y salida para cada curva, para la curva 1 tenemos que la pendiente de estrada es 2.079% y la pendiente de salida es de -1.05, para la diferencia de pendientes nos da una pendiente negativa de -3.129%. Para la segunda curva nos da una pendiente de entrada de 0.17%, pendiente de salida de -0.248% y una diferencia de pendiente de -0.41%. Para la tercera curva nos da una pendiente de entrada de 1.16%, pendiente de salida de -1.35% y diferencia de pendiente de -2.51%.

Las curvas verticales diseñadas corresponden a curvas en cresta, dado que la diferencia algebraica de pendientes (A) resulta negativa, lo que indica una transición de una pendiente mayor a una menor, conforme los criterios establecidos en las normas (centroamericanos, 2011).

Tabla 36

Pendiente y diferencia de pendiente

CV -1			CV -2			CV -3		
Estación	Elevación	Pendiente (%)	Estación	Elevación	Pendiente (%)	Estación	Elevación	Pendiente (%)
1+339,50	91,34	2,079	1+928,78	90,76	0,17	2+163,31	90,51	1,16
PVI 1+386,14	92,31	-1,05	PIV 1+956,98	90,81	-0,248	PIV 2+188,40	90,8	-1,35
1+432,78	91,82	-3,129	1+985,18	90,74	-0,41	2+213,49	90,46	-2,51

12.3. Cálculo de la longitud de la curva.

Según el manual centroamericano (centroamericanos, 2011), para curvas verticales en cresta la distancia de visibilidad es constante para una velocidad dada, se puede expresar la longitud de la curva vertical en función de su constante K, expresándose entonces L = KA.

En la Tabla 37se muestra el cálculo de la longitud para cada curva, para la curva 1 tenemos una longitud de 93.60, para la curva 2 tenemos una longitud de 56.58 y para la tercera curva tenemos una longitud de 50.21.

Tabla 37

Longitud de curva

CURVA	TASA DE CURVATURA (K)	DIFERENCIA DE PENDIENTE (A)	LONGITUD DE LA CURVA (m)
CV - 1	30	3,12	93,60
CV - 2	138	0,41	56,58
CV - 3	20,003	2,51	50,21

12.4. Cálculo de estaciones y elevaciones.

El cálculo de las estaciones del punto de inicio (PCV) y el punto final (PTV) para cada curva, se realizarán haciendo uso de las siguientes ecuaciones.

Est PCV = Est PIV – L/2

Ecuación 27

Estación PCV

Est PTV = Est PIV + L/2

Ecuación 28

Estación PTV

En la Tabla 38 se muestra el resultado del cálculo de las estaciones de entrada (PCV) y salida (PTV) para cada curva, las cuales cumplen con las estaciones del diseño realizado.

Tabla 38

Estaciones

CURVA	ESTACION PIV	LONGITUD DE LA CURVA (m)	ESTACION PCV	ESTACION PTV
CV - 1	PVI 1+386,14	93,726	1+339,28	1+433,003
CV - 2	PIV 1+956,98	56,910	1+928,53	1+985,435
CV - 3	PIV 2+188,40	50,174	2+163,313	2+213,485

El cálculo de las elevaciones del punto de inicio (PCV) y el punto final (PTV) para cada curva, se realizarán haciendo uso de las siguientes ecuaciones

Elev PCV = Ele PIV – (P1) (L/2)

Ecuación 29

Elevación PCV

Elev PTV = Elev PIV – (P2) (L/2)

Ecuación 30

Elevación PTV

En la Tabla 39 se muestra el resultado del cálculo de las elevaciones de entrada (PCV) y salida (PTV) para cada curva, las cuales cumplen con las elevaciones del diseño realizado.

Tabla 39

Elevaciones

CURVA	ELEV PIV	LONGITUD DE LA CURVA (m)	PENDIENTE 1 (P1)%))	PENDIENTE 2 (P2)%))	ELEV PCV	ELEV PTV
CV - 1	92,31	93,726	2,079	-1,05	91,335	91,817
CV - 2	90,81	56,910	0,17	-0,245	90,761	90,74
CV - 3	90,8	50,170	1,16	-1,35	90,509	90,461

12.5. Tabla de replanteo (Elevaciones de la rasante)

Para facilitar el cálculo de las elevaciones de la rasante, se realizará en dos partes:

$$Elev_{s/c} = Elev_{s/t} - Y$$

Ecuación 31

Elevación sobre la Curva

$$Elev_{s/t} = Elev\ PTV + (P_1)(X)$$

Ecuación 32

Elevación sobre la Tangente

$$Y = \frac{P_2 - P_1}{2L} X^2$$

Ecuación 33

Separación de la Curva a la Tangente

En la tenemos el cálculo del replanteo para la curva 1, donde nos muestra que para el punto inicial tenemos una distancia de x=0, para llegar a la siguiente estación se redondeó al entero más cercano múltiplo de 10 llegando a la estación 1+340 así sucesivamente, para calcular la distancia horizontal (x) se realiza una diferencia de estaciones más la distancia anterior, en la tabla se puede apreciar que hasta la estación del PVI las distancias aumentas, tomándose como referencia inicial el PCV, mientras que del PIV hasta la estación PTV la distancia disminuye.

Para la elevación sobre la tangente ($Elev_{s/t}$) tenemos el punto de elevación para cada estación en la rasante, comenzando con la estación del PCV con una elevación de 91.34, tenemos una separación de la curva a la tangente (Y) de 0.0 y una elevación sobre la curva ($Elev_{s/c}$) de 91.34.

Tabla 40

Replanteo Curva 1

TABLA DE REPLANTEO CURVA 1					
	EST	X(m)	elev s/t(m)	Y(m)	elev s/c(m)
PCV	1+339,28	0	91,34	0,00	91,34
	1+340	0,72	91,35	0,00	91,35
	1+360	20,72	91,77	0,07	91,70
	1+380	40,72	92,19	0,27	91,91
PIV	1+386,14	46,86	92,31	0,36	91,95
	1+400	33	92,16	0,27	91,89
	1+420	13	91,95	0,07	91,88
PTV	1+433,01	0	91,82	0,00	91,82

En la Tabla 41 se muestra el replanteo de la curva 2, para la elevación sobre la tangente ($Elev_{s/t}$) tenemos el punto de elevación para cada estación en la rasante, comenzando con la estación del PCV con una elevación de 90.76, tenemos una separación de la curva a la tangente (Y) de 0.0 y una elevación sobre la curva ($Elev_{s/c}$) de 90.76

Tabla 41

Replanteo Curva 2

TABLA DE REPLANTEO CURVA 2					
	EST	X(m)	elev s/t	Y(m)	elev s/c(m)
PCV	1+928,53	0	90,76	0,00	90,76
	1+930	1,47	90,76	0,00	90,76
	1+950	21,47	90,80	0,02	90,78
PIV	1+956,98	28,45	90,81	0,03	90,78
	1+960	25,435	90,80	0,02	90,78
	1+980	5,435	90,75	0,00	90,75
PTV	1+985,435	0	90,74	0,00	90,74

En la Tabla 42 se muestra el replanteo de la curva 3, para la elevación sobre la tangente ($Elev_{s/t}$) tenemos el punto de elevación para cada estación en la rasante, comenzando con la estación del PCV con una elevación de 90.51, tenemos una separación de la curva a la tangente (Y) de 0.0 y una elevación sobre la curva ($Elev_{s/c}$) de 90.51

Tabla 42

Replanteo Curva 3

TABLA DE REPLANTEO CURVA 3					
	EST	X(m)	elev s/t	Y(m)	elev s/c(m)
PCV	2+163,313	0	90,51	0,00	90,51
	2+170	6,687	90,59	0,01	90,58
	2+180	16,687	90,70	0,07	90,63
PIV	2+188,40	25,087	90,80	0,16	90,64
	2+190	23,485	90,78	0,14	90,64
	2+200	13,485	90,64	0,05	90,60
PTV	2+213,485	0	90,46	0,00	90,46

12.6. Cálculo del punto más alto.

El punto más alto de la curva permite localizar el parte agua y definir sentido de drenaje de las cunetas.

Para el cálculo del punto más alto de cada curva utilizaremos las siguientes ecuaciones, en la Tabla 43 se calculó la distancia de manera horizontal, desde el punto PCV hasta el punto más alto, haciendo uso de la siguiente ecuación.

$$X_m = \frac{P_1 L}{P_2 - P_1}$$

Ecuación 34

Distancia Horizontal

Donde

X_m Es la distancia horizontal desde el PCV hasta el punto más alto

Tabla 43

distancia horizontal Xm

CURVA	PENDIENTE 1 (P1%)	DIFERENCIA DE PENDIENTE (A)	LONGITUD DE LA CURVA (m)	Xm(m)
CV - 1	2,079	3,12	93,726	62,453
CV - 2	0,17	0,41	56,910	23,600
CV - 3	1,16	2,51	50,174	23,187

En la Tabla 44 se calcula la estación HP (High Point; Punto más alto) que está dentro de cada curva, esto nos ayuda a ubicar el punto crítico de visibilidad, esta estación se da por la suma de la estación del punto de inicio de la curva vertical (PCV) más la distancia al punto medio de la curva (Xm).

$$Est\ HP = Est\ PCV + X_m$$

Ecuación 35

Estación HP

Tabla 44

Estación HP

CURVA	ESTACION PCV	Xm(m)	ESTACION HP
CV - 1	1+339,28	62,453	1+402,733
CV - 2	1+928,53	23,600	1+952,13
CV - 3	2+163,313	23,187	2+186,5

Para el cálculo de la elevación del punto más alto sobre la tangente ($Elev_{s/t}\ HP$) se utilizó la siguiente ecuación.

$$Elev_{s/t}\ HP = Elev\ PCV + (P_1)(X)$$

Ecuación 36

Elevación HP

Tabla 45

elevación HP

CURVA	ELEV PCV	PENDIENTE 1 (P1%)	Xm(m)	ELEV S/T HP
CV - 1	91,34	2,079	62,453	92,61
CV - 2	90,761	0,17	23,600	90,801
CV - 3	90,509	1,16	23,187	90,777

Ecuación ***36***

Elevación HP

Tabla *45* se muestra el resultado de la estación del punto más alto sobre la tangente para cada curva, esta elevación representa un valor base de la cota (altura) que tendría la elevación HP si estuviera sobre una línea recta (tangente), para con este valor obtener la elevación real.

En la Tabla 46 se muestra el cálculo de la ordenada vertical (Y) para cada curva, esto nos indica cuanto es el desplazamiento vertical desde la tangente hasta la curva.

$$Y = \frac{P_2 - P_1}{2L} X_m{}^2$$

Ecuación 37

Ordenada Vertical

Tabla 46

Calculo de Y

CURVA	DIFERENCIA DE PENDIENTE (A)	LONGITUD DE LA CURVA (m)	Xm(m)	Y(m)
CV - 1	3,12	93,726	62,453	0,651
CV - 2	0,41	56,910	23,600	0,020
CV - 3	2,51	50,174	23,187	0,134

En la Tabla 47 finalmente se calcula el punto más alto sobre cada curva, el cual se da de la suma de la elevación sobre la tangente del punto más alto, más el punto máximo.

Para la curva 1 tenemos una elevación máxima real de 91.959m, para la curva 2 tenemos una elevación máxima real de 90.781m y para la curva 3 tenemos una elevación máxima real de 90.643.

Tabla 47

Caculo del Punto más alto

CURVA	ELEV S/T HP	Y(m)	ELEV S/C HP
CV - 1	92,61	0,651	91,959
CV - 2	90,801	0,020	90,781
CV - 3	90,777	0,134	90,643

Los cálculos realizados cuentan con el respaldo directo de la Tabla 48, la cual presenta los resultados generados por el software Autodesk Civil 3D.

Esta tabla permite comparar de forma precisa las estaciones, elevaciones y parámetros geométricos obtenidos manualmente con los valores procesados digitalmente, confirmando que ambos métodos convergen hacia los mismos resultados.

Tabla 48

Resumen de Civil 3D

No.	PVI Station	PVI Elevation	Grade In	Grade Out	A (Grade Change)	Profile Curve Type	Profile Curve Length	K Value	Curve Radius
1	0+000.00m	99.852m		-1.04%					
2	0+510.00m	94.544m	-1.04%	-0.41%	0.63%				
3	0+596.42m	94.188m	-0.41%	-0.38%	0.03%				
4	1+040.00m	92.487m	-0.38%	-0.50%	0.11%				
5	1+326.35m	91.064m	-0.50%	2.08%	2.57%				
6	1+386.14m	92.306m	2.08%	-1.05%	3.12%	Crest	93.726m	30.000	3000.000m
7	1+470.00m	91.428m	-1.05%	-0.25%	0.80%				
8	1+760.00m	90.703m	-0.25%	-0.12%	0.13%				
9	1+840.00m	90.604m	-0.12%	0.17%	0.30%				
10	1+956.98m	90.806m	0.17%	-0.24%	0.41%	Crest	56.910m	138.000	13800.000m
11	2+149.48m	90.346m	-0.24%	1.16%	1.40%				
12	2+188.40m	90.796m	1.16%	-1.35%	2.51%	Crest	50.174m	20.000	2000.000m
13	2+275.75m	89.616m	-1.35%						

Fuente: Autodesk Civil 3D

La coincidencia entre ambos conjuntos de datos no solo ratifica la validez de los procedimientos aplicados, sino que también demuestra que el modelo desarrollado en Civil 3D reproduce fielmente los elementos calculados, garantizando confiabilidad y consistencia en el diseño geométrico del tramo vial.

13. CONCLUSIONES.

El presente proyecto monográfico permitió cumplir satisfactoriamente el objetivo general de desarrollar el diseño geométrico del tramo vial de 2.17 km comprendido entre el Monumento Pedro Arauz Palacios y el Hospital Bautista Filial Tipitapa.

La ejecución del estudio de tránsito y del levantamiento topográfico altiplanimetrico proporcionó información técnica confiable para caracterizar las condiciones actuales de la vía. El análisis del Tránsito Promedio Diario Anual y su proyección al año horizonte evidenció la necesidad de una intervención geométrica acorde al crecimiento vehicular esperado.

El diseño propuesto fue desarrollado conforme a la normativa vigente y aplicando criterios técnicos de seguridad y funcionalidad vial. Los alineamientos horizontal y vertical, así como la sección transversal definida, optimizan la capacidad y operación de la vía. En consecuencia, el proyecto constituye una propuesta técnica viable que contribuye a mejorar la movilidad, la seguridad vial y el desarrollo urbano del municipio de Tipitapa.

14. RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda al Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y a la Alcaldía Municipal de Tipitapa implementar el diseño geométrico propuesto, dado que cumple con los criterios técnicos vigentes y mejoraría la seguridad, capacidad y funcionalidad del tramo.
2. Previo a su ejecución, realizar estudios complementarios (geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos, así como el diseño estructural del pavimento) para asegurar su adecuación a las condiciones del terreno, drenaje y cargas previstas.
3. Incorporar un sistema integral de señalización horizontal y vertical, junto con dispositivos de control de tránsito y medidas de seguridad vial, conforme a la normativa vigente.
4. Establecer un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que incluya inspecciones periódicas, limpieza de drenajes, conservación de señalización y atención oportuna de deterioros.
5. Considerar en futuros proyectos las proyecciones de crecimiento del tránsito y el desarrollo urbano, a fin de garantizar niveles adecuados de servicio en el tiempo.

15. BIBLIOGRAFIA

AASHTO GUIDE FOR DESING OF PAVEMENT ESTRUCTURES. (1993). WASHINGTON, D.C: AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFICIALS.

(MTI), M. D. (2008). *MANUAL PARA LA REVISION DE DISEÑOS GEOMETRICOS.* MANAGUA: CORASCO.

(MTI), M. d. (2020). *RED VIAL DE NICARAGUA.* MANAGUA.

Anuario de aforos de trafico. (2020). Managua, Nicaragua.

Arizaleta., M. R. (2010). *Manual de capacidad de carreteras (HMC-2010).*

BCN, B. c. (2024). *Anuario de estadisticas Macroeconomicas.* Nicaragua.

Brigrentz. (19 de Julio de 2021). Obtenido de Piensa en grande: https://www.bigrentz.com/blog/superelevation

Cárdenas, I. C. (s.f.). *Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones.* Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México.

centroamericanos, G. d. (2011). *Manual Centroamericano de Normas Para Diseño Geométrico de Carreteras.* Guatemala: COMITRAN.

Durán Ortiz, Mario Roberto. (, Diciembre 2000). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA).* Ciudad Guatemala, Guatemala: primera edicion.

FORMULA 1. (s.f.). Obtenido de FORMULA 1: https://fuerzasautomovilisticas9c.weebly.com/friccion.html

Hudiel, I. S. (2011). *Diseño y Cálculo Geométrico de Viales Alineamiento Horizontal.* Esteli.

INIDE, 2. (2023). *Anuario Estadistico.* Nicaragua.

INTRUMENTS ML. (2026). Obtenido de INTRUMENTS ML: https://amlinstruments.co.uk/advice/friction-slip-testing-why-how-to-measure-coefficient-of-friction/

Liderman. (s.f.). Obtenido de https://liderman.com.pe/que-es-seguridad-vial/

Monografia . (2013). *Estudio y propuesta de la señalizacon vial del tramo de carretera Chinandega - empalme de Villa Nueva*.

Morales, I. W. (2015). *TEXTO BASICO AUTOINFORMATIVO DE TOPOGRAFIA GENERAL.* Managua: Universidad Nacional Agraria.

OSPINA, J. J. (2002). *DISEÑO GEOMÉTRICO.* Medellin.

Protocolo monografico. (2021). *Propuesta de estudio de trafico del municipio de Jinotega departamento de Jinotega*.

Repositorios idca. (s.f.). Obtenido de https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoUNI1083

Ribuni. (s.f.). Obtenido de https://ribuni.uni.edu.ni/1083/1/38146.pdf

RIBUNI. (s.f.). Obtenido de https://ribuni.uni.edu.ni/1254/1/39713.pdf

16. ANEXOS.

16.1. 16.1 Generalidades

Figura 22

Est 0+000 Monumento Pedro Arauz Palacio - Tipitapa



Figura 23

Est 2+170, Hospital Bautista Filial Tipitapa.



16.2. Estudio de tránsito.

Tabla 49

Conteo vehicular viernes 27/12/2025 sentido 1

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA										OTROS VEHICULOS PESADOS			Total
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones				Camión Remolque		Trailer Articulado							
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 >4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Agrícolas	Construc.	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	140	110	20	50	6	0	17	20	14	2				0	0	5				0	384
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	175	125	28	62	5	0	16	26	15	3				0	0	3				0	458
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	173	134	32	74	6	5	18	33	10	3	1			0	0	4				0	493
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	172	139	23	56	7	7	15	25	11	3	2			0	0	2	1			0	463
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	203	143	34	46	6	10	16	40	14	5				0	0	4				0	521
11:00 a.m. a 12:00 m.d	167	162	21	73	7	3	16	30	15	4				0	0	3		3		0	504
12:00 m.d a 1:00 p.m.	166	120	24	52	6	6	15	25	18	1				0	0	7	1			0	441
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	140	119	20	39	7	11	16	23	23	5				0	0	7	3			0	413
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	165	125	21	65	4	8	16	24	17	6				0	0	9	1			0	461
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	190	138	22	65	7	14	17	27	18	2				0	0	3	1			0	504
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	191	127	16	60	4	11	17	33	19	6				0	0	8				0	492
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	167	134	25	53	7	10	16	15	17	1				0	0	7				0	452
Total	2049	1576	286	695	72	85	195	321	191	41	3	0	0	0	0	62	7	3	0	0	5586

Tabla 50

Conteo vehicular viernes 27/12/2025 sentido 2

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS							VEHICULOS DE CARGA										OTROS VEHICULOS PESADOS			Total
	Vehículos Livianos				Autobuses			Camiones				Camión Remolque		Trailer Articulado							
	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Microbús <15 pax	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 >4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Agrícolas	Construc.	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	165	110	20	50	6	0	17	20	14	2				0	0	5				0	409
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	195	125	28	62	5	0	16	26	15	3				0	0	3				0	478
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	177	107	22	63	12	8	10	26	8	3				0	0	7				0	443
9:00 a.m. a 10:00 a.m.	194	120	22	61	11	7	10	29	10	2	1			0	0	2				0	469
10:00 a.m. a 11:00 a.m.	178	161	23	60	10	5	10	36	7	2				0	0	4	1			0	497
11:00 a.m. a 12:00 m.d	193	151	21	75	10	10	10	55	7	1				0	0	3	2			0	538
12:00 m.d a 1:00 p.m.	160	100	24	65	9	5	10	32	6	2				0	0	6				0	419
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	162	114	24	51	8	1	10	35	9	1				0	0	2				0	417
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	208	158	25	65	11	8	9	42	11	1				0	0	4	1			0	543
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	176	114	25	65	6	6	0	38	7	5				0	0	5	1			0	448
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	271	145	22	43	6	7	13	35	10	3				0	0	4	4			0	563
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	317	139	23	43	6	7	12	33	10	3				0	0	5	1			0	599
Total	2396	1544	279	703	100	64	127	407	114	28	1	0	0	0	0	50	10	0	0	0	5823

.

Tabla 51

Conteo vehicular sábado 28/12/2025 sentido 1

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA										OTROS VEHICULOS PESADOS			Total
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones				Camión Remolque		Trailer Articulado							
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Micr obús	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Agrícolas	Construc.	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	0	155	105	19	40	6	0	17	15	13	2				0	0	5				0	377
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	0	185	115	25	45	5	0	16	20	12	3				0	0	3				0	429
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	0	167	99	23	47	12	8	10	19	8	3				0	0	7				0	403
9:00 a.m. a 10:00	0	174	112	19	43	11	7	10	23	8	2	1			0	0	2				0	412
10:00 a.m. a 11:00	0	178	135	24	41	10	5	10	22	4	2				0	0	4	1			0	436
11:00 a.m. a 12:00	0	185	123	23	48	10	10	10	26	5	1				0	0	3	2			0	446
12:00 m.d a 1:00	0	175	88	19	43	9	5	10	26	5	2				0	0	6				0	388
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	0	145	99	18	39	8	1	10	23	8	1				0	0	2				0	354
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	0	135	125	20	42	11	8	9	22	10	1				0	0	4	1			0	388
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	0	125	109	19	35	6	6	0	20	7	5				0	0	5	1			0	338
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	0	155	122	20	33	6	7	13	15	8	3				0	0	4	4			0	390
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	0	165	139	20	32	6	7	12	11	7	3				0	0	5	1			0	408
Total	0	1944	1371	249	488	100	64	127	242	95	28	1	0	0	0	0	50	10	0	0	0	4769

Tabla 52

Conteo vehicular sábado 28/12/2025 sentido 2

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA										OTROS VEHICULOS PESADOS			Total
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones				Camión Remolque		Trailer Articulado							
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Micr obús	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 >4 ton	C3	C4	≤ 4 ejes	≥ 5 ejes	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Agrícolas	Construc.	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	0	145	105	20	35	5	5	9	12	13	2				0	0	5				0	356
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	0	160	110	19	38	3	5	9	15	12	3				0	0	3				0	377
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	0	166	101	19	43	11	6	8	16	8	3				0	0	7				0	388
9:00 a.m. a 10:00	0	172	113	19	47	10	6	8	18	8	2	1			0	0	2				0	406
10:00 a.m. a 11:00	0	175	125	23	55	9	4	8	18	4	2				0	0	4	1			0	428
11:00 a.m. a 12:00	0	182	119	24	48	9	9	8	15	5	1				0	0	3	2			0	425
12:00 m.d a 1:00	0	173	105	23	39	8	4	8	13	5	2				0	0	6				0	386
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	0	135	100	18	43	7	2	8	13	8	1				0	0	2				0	337
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	0	145	124	19	32	10	7	7	11	10	1				0	0	4	1			0	371
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	0	155	99	20	35	5	5	10	10	7	5				0	0	5	1			0	357
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	0	125	115	18	29	5	7	11	9	8	3				0	0	4	4			0	338
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	0	115	112	16	25	5	4	10	5	7	3				0	0	5	1			0	308
Total	0	1848	1328	238	469	87	64	104	155	95	28	1	0	0	0	0	50	10	0	0	0	4477

Tabla 53

onteo vehicular día sábado 29/12/2025

Hora	VEHICULOS DE PASAJEROS								VEHICULOS DE CARGA								OTROS VEHICULOS PESADOS		Total
	Vehículos Livianos					Autobuses			Camiones				Trailer Articulado						
	Bicicletas	Motos	Autos	Jeep / SUV	Pick-Up	Micr obús	Minibús 15-30 pax	Grande	Camión Ligero	C2 > 4 ton	C3	C4	T2-S1	T2-S2	T3-S2	T3-S3	Agrícolas	Otros	
6:00 a.m. a 7:00 a.m.	0	100	95	22	45	4	0	19	21	13	2		0	0	0			0	321
7:00 a.m. a 8:00 a.m.	0	110	93	25	40	6	7	15	25	16	3		0	1	0			0	341
8:00 a.m. a 9:00 a.m.	0	108	92	22	39	6	7	16	20	16	3	1	0	0	0			0	330
9:00 a.m. a 10:00	0	95	95	16	41	5	6	17	23	14	4	1	0	1	0	0		0	318
10:00 a.m. a 11:00	0	100	98	22	38	7	8	15	18	31	3	1	0	1	0			0	342
11:00 a.m. a 12:00	0	94	100	27	37	6	5	17	17	30	3	0	0	2	3		0	1	342
12:00 m.d a 1:00	0	92	93	23	42	5	5	14	16	17	2								309
1:00 p.m. a 2:00 p.m.	0	87	90	33	35	4	4	12	15	11		2		1	1				295
2:00 p.m. a 3:00 p.m.	0	75	85	19	34	4	5	13	12	9		1		2	1				260
3:00 p.m. a 4:00 p.m.	0	65	79	24	38	4	3	11	11	8		1		1	2			1	248
4:00 p.m. a 5:00 p.m.	0	50	75	24	30	3	3	10	9	5		1		1	1				212
5:00 p.m. a 6:00 p.m.	0	45	74	22	27	2	2	8	10	3		1		1					195
Total	0	1021	1069	279	446	56	55	167	197	173	20	9	0	11	8	0	0	2	3513

16.3. Estudio Topográfico.

A continuación, se muestra la Tabla 54 de puntos obtenidos del levantamiento topográfico realizado.

Tabla 54

Datos del levantamiento topográfico

PtID	East	North	Height	Code
2	598371.82	1346659.1	101.3046	LIM
3	598333.02	1346647.9	99.527	LIM
4	598337.67	1346660.3	99.8374	ANDEN
5	598339.44	1346660.7	99.8172	BOR
6	598339.51	1346660.8	99.6153	BOR
7	598345.24	1346664	99.8523	CENT
8	598350.15	1346665.4	99.6813	BOR
9	598349.88	1346666.1	99.9817	BOR
10	598351.76	1346667.1	100.0347	ANDEN
11	598354.45	1346669	100.2357	B1
12	598355.7	1346669.4	101.7556	TARI
13	598360.07	1346680	101.7828	LIM
14	598350	1346679.9	101.741	TARI
15	598327.16	1346668	99.7937	MONU
16	598330.9	1346670.1	99.9041	MONU
17	598336.99	1346660	99.8007	MONU
18	598333.59	1346657.6	99.5373	MONU
19	598322.86	1346671.2	99.7615	LIM
20	598330.46	1346675.6	99.7099	ANDEN
21	598332.1	1346676.8	99.6937	BOR
22	598332.26	1346676.8	99.5626	BOR
23	598336.96	1346678.7	99.7907	CENT
24	598340.92	1346681.9	99.5548	BOR
25	598341.02	1346682	99.8764	BOR
26	598342.88	1346682.9	99.9851	ANDEN
27	598347.06	1346684.8	100.3079	B2
28	598347.12	1346684.9	101.7768	TARI
29	598355.14	1346688.7	101.8759	LIM
30	598314.15	1346685.7	100.2786	LIM
31	598322.1	1346690.3	99.8637	ANDEN

32	598324.09	1346691.3	99.8257	BOR
33	598324.17	1346691.3	99.5239	BOR
34	598328.45	1346693.8	99.7277	CENT
35	598345.56	1346705.6	102.0426	LIM
36	598337.98	1346702.1	101.1412	NT
37	598333.61	1346699.7	99.8854	ANDEN
38	598331.69	1346698.5	99.8041	BOR
39	598331.64	1346698.5	99.5051	BOR
40	598322.79	1346714.2	99.5	BOR
41	598322.85	1346714.3	99.7677	BOR
42	598324.72	1346715.4	99.8043	ANDEN
43	598329.44	1346718.6	100.8412	NT
44	598336.14	1346722.5	101.8657	LIM
45	598295.74	1346765.4	99.2834	AUX1
46	598313.84	1346762.8	100.4736	LIM
47	598313.83	1346762.9	100.4719	BOR
48	598313.84	1346763	100.3645	BOR
49	598312.09	1346767.3	100.4422	CENT
50	598310.36	1346771.1	100.4397	BOR
51	598310.36	1346771.3	100.5734	BOR
52	598309.18	1346773.1	101.4636	LIM
53	598304.31	1346767.7	100.1214	BOR
54	598301.17	1346766.7	99.7861	BOR
55	598299.16	1346766.9	99.6159	BOR
56	598296.9	1346767.7	99.4184	BOR
57	598296.92	1346767.8	99.5315	BOR
58	598304.37	1346755.8	99.643	BOR
59	598304.4	1346755.8	99.7254	BOR
60	598305.76	1346758.1	99.7942	BOR
61	598308.66	1346760	100.05	BOR
62	598305.68	1346763.6	99.9605	CENT
63	598298.59	1346760.1	99.3396	CENT
64	598300.56	1346706.1	100.4105	LIM
65	598306.57	1346710.2	100.3116	NT
66	598309.85	1346712.8	99.8331	ANDEN
67	598311.47	1346713.6	99.7852	BOR
68	598311.58	1346713.7	99.4752	BOR
69	598315.99	1346716	99.6564	CENT
70	598283.4	1346761.9	99.2822	BOR
71	598283.3	1346761.8	99.4956	BOR
72	598281.68	1346761.5	99.5428	ANDEN

73	598281.29	1346758.9	99.6305	ANDEN
74	598282.7	1346758.7	99.5626	BOR
75	598279.78	1346753.5	99.6112	BOR
76	598275.08	1346751	99.6158	LIM
77	598271.55	1346748.6	99.6154	LIM
78	598273.41	1346745.4	99.6518	CENT
79	598274.95	1346742.4	99.6013	LIM
80	598279.98	1346744	99.5265	LIM
81	598284.26	1346745.8	99.4617	NT
82	598288.83	1346748	99.412	BOR
83	598288.86	1346747.9	99.5319	BOR
84	598288.96	1346745.8	99.5532	ANDEN
85	598291.68	1346744.5	99.611	ANDEN
86	598292.56	1346746.8	99.5799	BOR
87	598292.61	1346746.9	99.3343	BOR
88	598294.42	1346754.7	99.465	CENT
89	598278.02	1346773.4	99.0883	BOR
90	598277.86	1346773.5	99.3862	BOR
91	598276.01	1346772.6	99.4272	ANDEN
92	598272.13	1346770.7	99.7035	NT
93	598266.6	1346769.3	100.0395	NT
94	598265.6	1346768.4	100.2421	LIM
95	598287	1346777.9	99.1322	BOR
96	598287.05	1346777.9	99.4515	BOR
97	598288.99	1346778.9	99.4933	ANDEN
98	598296.12	1346781.3	101.6105	NT
99	598301.5	1346784.6	101.6795	LIM
100	598257.85	1346782.5	100.271	LIM
101	598262.77	1346784.4	100.137	NT
102	598266.33	1346790.6	99.3093	ANDEN
103	598268.04	1346790.9	99.2939	BOR
104	598268.17	1346790.9	98.9411	BOR
105	598273.07	1346792.5	99.1631	CENT
106	598288.94	1346806.4	101.3072	LIM
107	598284.26	1346804.1	101.1173	NT
108	598276.92	1346800.2	99.301	ANDEN
109	598274.93	1346799.5	99.2234	BOR
110	598274.82	1346799.6	98.9024	BOR
111	598231.76	1346829.2	100.3077	LIM
112	598236.97	1346832	99.4064	NT
113	598239.58	1346837.7	98.8794	ANDEN

114	598241.22	1346838.6	98.8013	BOR
115	598241.34	1346838.6	98.4646	BOR
116	598245.73	1346841.1	98.6712	CENT
117	598251	1346842	98.4482	BOR
118	598251.03	1346842	98.783	BOR
119	598252.81	1346843.1	98.7861	ANDEN
120	598263	1346845.1	100.953	ANDEN
121	598263	1346845.1	100.9526	NT
122	598269.55	1346841.1	101.2749	LIM
123	598232.69	1346875.9	98.4359	AUX2
124	598295.58	1346768.6	99.4638	BM1
125	598283.14	1346761.8	99.4962	BM2
126	598215	1346858.2	100.1068	LIM
127	598220.25	1346863.3	99.4997	NT
128	598222.57	1346867.6	98.4903	ANDEN
129	598224.32	1346868.6	98.4339	BOR
130	598224.36	1346868.7	98.1253	BOR
131	598228.7	1346871.3	98.3483	CENT
132	598234.78	1346870.7	98.161	BOR
133	598234.83	1346870.8	98.4767	BOR
134	598236.51	1346872	98.5179	ANDEN
135	598244.13	1346877.1	100.8053	NT
136	598248.42	1346879	100.9102	LIM
137	598222.76	1346871	98.4052	BOR
138	598222.85	1346871.1	98.0718	BOR
139	598221.59	1346872.2	98.0505	BOR
140	598221.45	1346872.2	98.3383	BOR
141	598219.58	1346873.2	98.1383	BOR
142	598219.52	1346873.1	98.1729	BOR
143	598208.49	1346869.2	99.5376	LIM
144	598209.64	1346871.9	99.1201	NT
145	598209.03	1346873.9	98.495	NT
146	598208.47	1346876.2	98.5063	NT
147	598204.41	1346876.2	99.2533	LIM
148	598214.69	1346881.2	98.1198	BOR
149	598214.83	1346881.4	98.1208	BOR
150	598215.19	1346882.9	98.3185	BOR
152	598215.29	1346884.2	97.9308	BOR
153	598215.22	1346884.3	98.271	BOR
154	598212.87	1346889.3	97.8218	BOR
155	598212.78	1346889.3	98.1388	BOR

156	598237.4	1346898.8	100.5963	LIM
157	598232.97	1346896.2	100.0577	NT
158	598224.47	1346893.6	98.2289	ANDEN
159	598222.44	1346892.8	98.1523	BOR
160	598222.3	1346892.8	97.8321	BOR
161	598209.86	1346904.8	97.8402	CENT
162	598205.46	1346902.4	97.6026	BOR
163	598205.37	1346902.4	97.9258	BOR
164	598201.12	1346899.1	98.5037	NT
165	598197.43	1346896.8	99.7195	NT
166	598195.58	1346896.2	99.6908	LIM
167	598214.06	1346907.4	97.6152	BOR
168	598214.16	1346907.4	97.912	BOR
169	598216.11	1346908.4	97.9744	ANDEN
170	598221.68	1346911.9	99.8456	NT
171	598218.14	1346921.6	100.0122	LIM
172	598199.42	1346913.1	97.4146	BOR
173	598208.69	1346917.1	97.4313	BOR
174	598208.75	1346917.1	97.7352	BOR
175	598199.38	1346913.1	97.7377	BOR
176	598211.05	1346918.5	97.7972	ANDEN
177	598198.39	1346912.7	97.6602	ANDEN
178	598192.43	1346909.7	98.5182	NT
179	598216.74	1346918.9	99.414	NT
1	598348.86	1346672.2	100	AUX 3
180	598196.07	1346941.4	97.1782	AUX 3
181	598184.45	1346919.7	99.2533	LIM
182	598187.17	1346920.9	98.6037	NT
183	598190.99	1346923.4	97.5921	ANDEN
184	598192.82	1346924.6	97.5445	BOR
185	598192.89	1346924.7	97.2222	BOR
186	598196.99	1346927.6	97.4109	CENT
187	598202.08	1346928.8	97.2692	BOR
188	598202.17	1346928.8	97.3573	BOR
189	598203.91	1346930.1	97.4716	ANDEN
190	598210.04	1346934.7	99.5535	LIM
191	598203.71	1346938.2	97.5896	LIM
192	598199.38	1346946.8	98.0063	LIM
193	598201.05	1346951.9	98.7331	LIM
194	598194.41	1346963.5	98.8927	LIM
195	598190.29	1346962.6	97.8546	NT

196	598185.97	1346961.9	97.0426	ANDEN
197	598184.01	1346961	96.9926	BOR
198	598183.95	1346961	96.6782	BOR
199	598175.14	1346935.5	98.7016	ESQ
200	598179.47	1346936.5	98.2994	NT
201	598183.38	1346935.4	97.3328	ANDEN
202	598182.77	1346935.8	97.2913	ANDEN
203	598183.14	1346937.6	97.2579	ANDEN
204	598183.41	1346937.7	97.2888	BOR
205	598183.56	1346937.7	97.1478	BOR
206	598184.45	1346937.3	97.3157	BOR
207	598184.58	1346937.3	97.0767	BOR
208	598186.68	1346935.5	97.3896	BOR
209	598186.79	1346935.5	97.0565	BOR
210	598184.88	1346934.4	97.4235	BOR
211	598176.43	1346949.5	97.0111	BOR
212	598176.62	1346949.4	96.949	BOR
213	598176.92	1346951.2	97.0729	BOR
214	598177	1346951.2	96.8454	BOR
215	598176.51	1346953.6	97.0398	BOR
216	598176.62	1346953.5	96.7202	BOR
217	598169.92	1346945.8	97.4493	ESQ
218	598171.53	1346942.2	97.4142	NT
219	598172.17	1346940.4	97.4031	NT
220	598174.63	1346977.5	96.3804	BOR
221	598174.72	1346977.5	96.672	BOR
222	598176.53	1346978.7	96.7302	ANDEN
223	598181.15	1346979.4	97.3568	NT
224	598184.56	1346979.4	97.5361	LIM
225	598157.17	1346968.6	97.4058	LIM
226	598160.71	1346970.6	97.238	NT
227	598163.66	1346972.1	96.7106	ANDEN
228	598165.61	1346973	96.6738	BOR
229	598165.72	1346972.9	96.3637	BOR
230	598170.02	1346975.6	96.5776	CENT
231	598172.47	1346999.2	96.6918	LIM
232	598166.44	1346996.8	96.1676	ANDEN
233	598164.51	1346995.8	96.1698	BOR
234	598164.34	1346995.7	96.0673	BOR
235	598147.43	1346986.6	96.8876	LIM
236	598150.01	1346988	96.6348	NT

237	598153.39	1346990.4	96.319	ANDEN
238	598155.2	1346991.6	96.3356	BOR
239	598155.3	1346991.5	96.0231	BOR
240	598159.77	1346993.8	96.2678	CENT
241	598142.65	1346995.3	96.5436	ESQ
242	598141.86	1347015.3	95.6318	BOR
243	598141.74	1347015.3	95.9135	BOR
244	598141.81	1347013.7	95.6898	BOR
245	598141.65	1347013.6	95.7924	BOR
246	598140.99	1347012.2	95.5785	ANDEN
247	598140.49	1347013.4	95.7723	ANDEN
248	598153.51	1346994.5	96.2545	BOR
249	598153.63	1346994.4	95.9719	BOR
250	598151.82	1346996.5	96.1111	BOR
251	598151.96	1346996.5	95.8383	BOR
252	598148.94	1346998	95.8613	ANDEN
253	598149.04	1346998.1	95.6558	BOR
254	598148.92	1346997.9	95.8753	ANDEN
255	598135.74	1347005.9	95.8486	ESQ
256	598128.12	1347020.1	95.8164	LIM
257	598130.83	1347020.7	95.7766	NT
258	598135.44	1347022.4	95.8337	ANDEN
259	598137.27	1347023.4	95.803	BOR
260	598137.39	1347023.4	95.4882	BOR
261	598141.86	1347025.6	95.7622	CENT
262	598145.39	1347029.8	95.8351	BOR
263	598145.39	1347029.6	95.497	BOR
264	598147.4	1347030.5	95.821	ANDEN
265	598116.23	1347061	95.0749	AUX4
266	598116.75	1347040.9	95.3133	LIM
267	598118.93	1347042.7	95.3848	NT
268	598124.65	1347041.5	95.6255	ANDEN
269	598126.65	1347042.3	95.6007	BOR
270	598126.71	1347042.3	95.2832	BOR
271	598131.13	1347044.8	95.5228	CENT
272	598134.85	1347048.4	95.317	BOR
273	598134.87	1347048.5	95.5942	BOR
274	598135.89	1347050.9	95.6477	ANDEN
275	598139.83	1347049.8	95.1266	NT
276	598147.11	1347047.3	95.1398	LIM
277	598131.63	1347074.6	95.0307	LIM

278	598127.68	1347072.2	94.9797	NT
279	598124.88	1347070.6	95.3278	ANEEN
280	598122.99	1347069.5	95.3947	BOR
281	598122.87	1347069.4	95.0917	BOR
282	598118.84	1347066.6	95.3076	CENT
283	598117.43	1347055.3	95.0795	BOR
284	598117.43	1347055.2	95.0875	BOR
285	598120.36	1347053.4	95.4651	BOR
286	598120.44	1347053.4	95.1885	BOR
287	598119.12	1347051.4	95.4895	ANDEN
288	598116.27	1347053.5	95.0435	ANDEN
289	598108.47	1347056.2	94.7957	ESQ
290	598108.33	1347060.4	94.0937	NT
291	598107.03	1347063.6	94.5128	NT
292	598105.43	1347066.6	94.2602	NT
293	598104.81	1347068	95.1327	ESQ
294	598109.05	1347068.9	94.6721	BOR
295	598109.02	1347069	94.759	BOR
296	598109.74	1347071.5	94.9336	BOR
297	598109.84	1347071.5	94.8667	BOR
298	598109.64	1347072.5	94.9494	BOR
299	598109.55	1347072.5	95.0051	BOR
300	598108.12	1347072	95.0451	ANDEN
301	598082.93	1347142.8	94.3279	AUX 5
302	598091.81	1347092.8	94.8466	LIM
303	598094.61	1347095.1	94.8305	ANDEN
304	598096.35	1347096.2	94.8996	BOR
305	598096.4	1347096.3	94.7751	BOR
306	598101.82	1347107.1	94.7609	BOR BAHIA
307	598101.86	1347107.2	94.8217	BOR BAHIA
308	598102.93	1347107.4	94.6817	ANDEN BAHIA
309	598102.68	1347108.3	94.9884	ANDEN BAHIA
310	598101.62	1347108.1	94.9825	BOR BAHIA
311	598101.55	1347108	94.739	BOR BAHIA
312	598098.76	1347120.4	94.6145	BOR BAHIA
313	598098.82	1347120.4	94.8618	BOR BAHIA

314	598099.77	1347121.2	94.8824	ANDEN BAHIA
315	598099.15	1347122.3	94.8793	ANDEN BAHIA
316	598098.15	1347121.7	94.8463	BOR BAHIA
317	598098.1	1347121.7	94.5436	BOR BAHIA
318	598087.88	1347139.8	94.2637	BOR BAHIA
319	598087.9	1347139.9	94.5354	BOR BAHIA
320	598088.87	1347140.6	94.5506	ANDEN BAHIA
321	598090.03	1347142.2	93.6862	NT
322	598092.14	1347143.5	93.7469	LIM
323	598084.94	1347116.6	94.5649	BOR
324	598084.83	1347116.6	94.8683	BOR
325	598082.87	1347115.7	94.8425	ANDEN
326	598081.54	1347112.6	94.6327	LIM
327	598075.48	1347116.3	94.5212	ESQ
328	598081.31	1347116.7	94.4419	BOR
329	598081.28	1347116.7	94.2766	BOR
330	598077.57	1347117.1	93.9884	BOR
331	598077.65	1347117.2	93.8278	BOR
332	598074.78	1347128.8	94.3023	BOR
333	598074.83	1347128.8	94.1379	BOR
334	598076.51	1347131.4	94.6895	BOR
335	598076.57	1347131.5	94.4335	BOR
336	598074.37	1347130.8	94.7043	ANDEN
337	598069.09	1347126.8	93.4515	ESQ
338	598069.48	1347132.9	93.8987	NT
339	598077.17	1347140.6	94.5781	CENT
340	598080.71	1347152.7	94.1854	ALCAN
341	598080.39	1347152.5	94.18	ALCAN
342	598078.08	1347156.7	94.1886	ALCAN
343	598078.38	1347156.8	94.2086	ALCAN
344	598079.65	1347154.7	92.7512	INVER BAT 36
345	598078.08	1347149.5	94.3416	BOR
346	598078.14	1347149.5	94.5725	BOR
347	598078.92	1347150.1	94.5855	ANDEN
348	598079.33	1347151.5	94.6089	ANDEN
349	598070.85	1347162.2	94.1949	BOR

350	598070.93	1347162.2	94.4923	BOR
351	598072.85	1347163.1	94.5408	ANDEN
352	598074.74	1347164.3	93.8938	NT
353	598078.07	1347166.4	93.4791	LIM
354	598056.88	1347166.3	94.3704	BOR
355	598056.96	1347166.4	94.0769	BOR
356	598054.84	1347165.6	94.3571	ANDEN
357	598053.02	1347164.4	93.8897	NT
358	598049.82	1347164.2	93.5614	LIM
359	598053	1347183.7	94.1805	CENT
360	598057.61	1347185.7	93.9345	BOR
361	598057.62	1347185.8	94.2435	BOR
362	598059.5	1347186.8	94.2719	ANDEN
363	598047.8	1347182.4	94.2303	BOR
364	598047.94	1347182.4	93.9069	BOR
365	598045.94	1347181.3	94.216	ANDEN
366	598043.87	1347179.6	93.2114	NT
367	598042.64	1347177.4	93.0143	LIM
368	598011.02	1347247.6	93.235	AUX6
369	598041.47	1347214.3	93.6405	BOR
370	598041.6	1347214.3	93.9214	BOR
371	598043.4	1347215.5	93.9386	ANDEN
372	598050.08	1347213	93.6467	LIM
373	598048.58	1347212.3	93.6237	NT
374	598033.83	1347207.2	93.9698	BOR
375	598033.96	1347207.3	93.6463	BOR
376	598031.78	1347206.5	93.9338	ANDEN
377	598030.95	1347205.9	93.6498	NT
378	598029.77	1347204.8	93.5464	ESQ
379	598025.04	1347202.8	92.5503	ESQ
380	598025.09	1347195.5	92.4434	ESQ
381	598020.9	1347204	92.4371	LIM
382	598009.5	1347225.3	92.5175	LIM
383	598012.63	1347226	92.492	NT
384	598019.66	1347228	93.6596	ANDEN
385	598018.68	1347229.9	92.9774	ANDEN
386	598019.49	1347230.2	93.3147	BOR
387	598019.55	1347230.4	93.0438	BOR
388	598021.42	1347229.3	93.7556	BOR
389	598021.56	1347229.3	93.4708	BOR
390	598026.48	1347230.9	93.6954	CENT

391	598029.99	1347234.7	93.4458	BOR
392	598030.08	1347234.7	93.7445	BOR
393	598031.87	1347236	93.7555	ANDEN
394	598034.59	1347237.3	93.5383	NT
395	598036.97	1347238.2	93.4364	LIM
396	598008.97	1347247.1	93.0573	BOR
397	598009.81	1347248.3	93.2979	BOR
398	598009.94	1347248.2	93.0915	BOR
399	598009.47	1347247.1	92.9894	BOR
400	598009.6	1347250.2	93.5349	BOR
401	598009.7	1347250.3	93.2787	BOR
402	597996.21	1347247.6	92.4935	LIM
403	598026.55	1347257.9	93.4831	LIM
404	598024.03	1347256.1	93.2597	NT
405	598021.52	1347254.4	93.6448	ANDEN
406	598019.49	1347253.5	93.5877	BOR
407	598019.47	1347253.4	93.2659	BOR
408	598008.56	1347273.3	93.0896	BOR
409	598008.62	1347273.3	93.3926	BOR
410	598010.74	1347274.4	93.4051	ANDEN
411	598008.23	1347277.6	93.1123	BOR
412	598008.35	1347277.6	93.3838	BOR
413	598010.45	1347278.2	93.3924	ANDEN
414	597998.98	1347269.3	93.1933	BOR
415	597999.06	1347269.3	93.1088	BOR
416	597997.11	1347268.6	93.0706	ANDEN
417	597991	1347266.5	92.6443	NT
418	597983.55	1347272.9	92.5962	LIM
419	597974.71	1347311.7	93.0072	AUX6
420	597972.91	1347293.8	92.7637	LIM
421	597977.16	1347296.1	92.9751	NT
422	597979.8	1347298.9	93.2765	ANDEN
423	597981.76	1347300	93.262	BOR
424	597981.62	1347300.3	92.9939	BOR
425	597991.38	1347293.3	93.2158	CENT
426	598002.16	1347285.5	93.1655	BOR
427	598002.13	1347285.7	93.1208	BOR
428	598000.13	1347292.9	93.1093	BOR
429	598000.25	1347293	93.1011	BOR
430	598000.45	1347296.7	93.1464	BOR
431	598000.62	1347296.7	93.1207	BOR

432	598002.94	1347297.7	93.2505	BOR
433	598002.88	1347297.7	93.2124	BOR
434	598006.95	1347296.3	93.4611	BOR
435	598007.21	1347296.4	93.3296	BOR
436	598018.61	1347292.5	93.6218	BOR
437	598018.71	1347292.4	93.4812	BOR
438	598018.37	1347290	93.1494	LIM
439	598013.03	1347281.6	93.0756	LIM
440	598025.5	1347287.6	93.4543	LIM
441	598025.02	1347294.5	93.7485	CENT
442	598025.36	1347298.4	93.5169	BOR
443	598025.4	1347298.4	93.6612	BOR
444	598025.32	1347299.8	93.6423	ANDEN
445	598026.29	1347301.7	93.4699	LIM
446	598003.56	1347305.6	93.3501	BOR
447	598003.46	1347305.6	93.2029	BOR
448	598003.68	1347307.1	93.2182	ANDEN
449	598004.08	1347308.9	93.1299	LIM
450	597987.18	1347314.1	93.2986	BOR
451	597987.21	1347314.1	93.0297	BOR
452	597988.68	1347315.8	93.3609	ANDEN
453	597989.97	1347316.7	93.3254	LIM
454	597984	1347317.4	93.3002	BOR
455	597983.95	1347317.4	92.9847	BOR
456	597985.91	1347318.5	93.3372	ANDEN
457	597982.03	1347320.1	93.299	BOR
458	597982.02	1347320.1	93.0007	BOR
459	597983.96	1347321.1	93.3311	ANDEN
460	597967.56	1347345.9	92.985	BOR
461	597967.56	1347345.9	92.914	BOR
462	597969.63	1347346.8	93.0451	ANDEN
463	597971.28	1347347.9	92.9937	LIM
464	597956.28	1347372.5	92.4251	AUX
465	597953.32	1347331.8	93.2728	LIM
466	597959.08	1347336	93.2171	ANDEN
467	597960.21	1347338.3	93.2139	BOR
468	597960.24	1347338.4	92.9056	BOR
469	597964.77	1347340.6	93.127	CENT
470	597960.55	1347366.4	92.8444	LIM
471	597959.25	1347360.8	92.8801	BOR
472	597959.14	1347360.8	92.8533	BOR

473	597958.72	1347362	92.8508	BOR
474	597958.68	1347362	92.8481	BOR
475	597958.59	1347366	92.674	BOR
476	597958.48	1347366.1	92.5883	BOR
477	597958.99	1347367.8	92.4261	ANDEN
478	597958.2	1347370.5	92.4015	NT
479	597956.94	1347372.9	92.3932	NT
480	597952.4	1347374.9	92.8679	BOR
481	597952.39	1347374.9	92.8492	BOR
482	597952.35	1347374.9	92.7521	BOR
483	597954.23	1347376.3	92.81	ANDEN
484	597950.01	1347377.4	93.1122	BOR
485	597949.91	1347377.4	92.8533	BOR
486	597951.83	1347378.6	93.1381	ANDEN
487	597949.64	1347357.3	92.8664	BOR
488	597949.63	1347357.2	93.174	BOR
489	597947.85	1347355.9	93.1969	ANDEN
490	597944.36	1347362	93.208	ANDEN
491	597946.2	1347363.2	93.1755	BOR
492	597946.28	1347363.2	92.8617	BOR
493	597926.1	1347399.3	92.7909	BOR
494	597926.01	1347399.2	93.1044	BOR
495	597924.03	1347398.5	93.1114	ANDEN
496	597930.26	1347402.1	93.0007	CENT
497	597916.12	1347437.5	92.7779	AUX
498	597963.62	1347372.2	92.4324	ESQ
499	597947.43	1347394.4	92.2584	NT
500	597925.11	1347436.2	92.061	NT
501	597918.05	1347434.3	93.0284	BOR
502	597917.97	1347434.3	92.7385	BOR
503	597919.97	1347435.3	93.0593	ANDEN
504	597917.03	1347436.5	92.9815	BOR
505	597917.02	1347436.4	92.6834	BOR
506	597918.77	1347437.1	92.988	ANDEN
507	597917.34	1347439.5	92.7783	BOR
508	597917.33	1347439.4	92.6449	BOR
509	597924.3	1347387.9	93.1302	LIM
510	597903.31	1347424.5	91.8854	LIM
511	597918.77	1347437.9	92.2994	INV SUP E 34
512	597906.98	1347428	92.1578	INV SUP S 34

513	597906.56	1347428.7	92.7047	ALC
514	597906.89	1347428.9	92.6935	ALC
515	597908.4	1347426.1	92.705	ALC
516	597908.24	1347426	92.7165	ALC
517	597907.87	1347427.2	93.0673	ANDEN
518	597909.59	1347428.7	93.0605	BOR
519	597909.6	1347428.8	92.7547	BOR
520	597918.31	1347438.8	92.935	ALC
521	597919.86	1347435.9	92.9165	ALC
522	597919.71	1347435.8	92.9112	ALC
523	597917.93	1347438.6	92.9276	ALC
524	597921.3	1347449.6	92.3805	ESQ
525	597920.61	1347450.8	92.2163	BOR
526	597919.36	1347453.4	92.2306	NT
527	597918.12	1347456	92.1673	NT
528	597916.35	1347457.2	92.4273	ESQ
529	597908.98	1347454	92.6213	BOR
530	597908.9	1347453.9	92.5505	BOR
531	597905.84	1347456	92.9569	BOR
532	597905.79	1347456	92.6983	BOR
533	597907.63	1347457.2	92.9915	ANDEN
534	597896.8	1347451.5	92.6859	BOR
535	597896.67	1347451.5	92.7888	BOR
536	597895.02	1347450.3	92.5647	ANDEN
537	597895.87	1347473.9	92.938	BOR
538	597895.85	1347473.9	92.6341	BOR
539	597898.72	1347473.2	92.9916	ANDEN
540	597883.12	1347469.9	92.8538	LIM
541	597883.89	1347470.4	92.8395	ANDEN
542	597885.59	1347471.5	92.7386	BOR
543	597885.59	1347471.5	92.6466	BOR
544	597890.3	1347473.2	92.8656	CENT
545	597885.75	1347491.9	92.9138	BOR
546	597885.69	1347491.9	92.6299	BOR
547	597887.43	1347492.9	92.8677	ANDEN
548	597876.82	1347508.8	92.8882	AUX
549	597891.74	1347501.3	92.5357	ESQ
550	597889.07	1347505.3	92.5336	NT
551	597886.94	1347508.7	92.4606	ESQ
552	597887.69	1347492.8	92.9062	ANDEN
553	597887.38	1347495.4	92.6687	ANDEN

554	597885.17	1347495.4	92.6398	BOR
555	597885.74	1347491.9	92.8819	BOR
556	597885.7	1347491.8	92.6159	BOR
557	597880.71	1347490.2	92.82	CENT
558	597876.65	1347483.2	92.8878	LIM
559	597874.87	1347486	92.8847	ANDEN
560	597876.78	1347486.9	92.9375	BOR
561	597876.89	1347487	92.6341	BOR
562	597872.11	1347489.9	92.6225	BOR
563	597872.68	1347487.7	92.7267	ANDEN
564	597871.01	1347489.7	92.6994	ESQ
565	597868.89	1347492.5	92.5701	NT
566	597865.88	1347492.7	92.5536	ESQ
567	597867.57	1347496	92.49	ANDEN
568	597869.61	1347495.9	92.5269	BOR
569	597869.65	1347499.4	92.9046	BOR
570	597869.76	1347499.5	92.5879	BOR
571	597867.57	1347499.1	92.8995	ANDEN
572	597878.95	1347506.5	92.6668	BOR
573	597878.92	1347506.4	92.6213	BOR
574	597877.05	1347507.5	92.8218	BOR
575	597877.01	1347507.5	92.5409	BOR
576	597878.43	1347509.5	92.8925	ANDEN
577	597863.19	1347532.1	92.8026	BOR
578	597863.16	1347532.1	92.5344	BOR
579	597865.3	1347532.7	92.9135	ANDEN
580	597858.22	1347530.1	92.7442	CENT
581	597850.77	1347528.4	92.8534	ANDEN
582	597852.61	1347529.4	92.834	BOR
583	597852.68	1347529.6	92.5168	BOR
584	597850.48	1347527.6	92.9847	LIM
585	597843.02	1347568.2	92.7477	BOR
586	597842.95	1347568	92.4679	BOR
587	597844.92	1347569.1	92.7954	ANDEN
588	597833.6	1347562.9	92.4242	BOR
589	597833.49	1347562.9	92.7397	BOR
590	597831.65	1347562	92.7802	ANDEN
591	597834.52	1347605.1	92.8429	LIM
592	597833.93	1347552.5	92.5555	ESQ
593	597826.6	1347603.5	92.4483	AUX
594	597830.53	1347568.2	92.4381	BOR

595	597830.48	1347568.1	92.7291	BOR
596	597829.19	1347568.4	92.6033	BOR
597	597829.17	1347568.5	92.437	BOR
598	597828.42	1347566.7	92.413	BOR
599	597828.42	1347566.6	92.5732	BOR
600	597837.84	1347584.2	92.73	LIM
601	597835.67	1347583.3	92.5671	ANDEN
602	597843.69	1347588.4	92.9447	LIM
603	597828.11	1347552.4	92.6178	ESQ
604	597819.59	1347554.8	92.5784	LI
605	597819.62	1347570.8	92.6551	LI
606	597824.43	1347575.4	92.6192	BOR
607	597824.47	1347575.4	92.4697	BOR
608	597824.82	1347578.1	92.4672	BOR
609	597824.62	1347578.1	92.579	BOR
610	597816.37	1347578.5	92.3936	LIM
611	597814.79	1347578.6	92.2202	LIM
612	597805.12	1347593.8	92.4079	ESQ
613	597823.67	1347580.5	92.4705	CARR
614	597834.19	1347585.8	92.5007	CARR
615	597827.6	1347584.8	92.6247	CENT
616	597815.02	1347595.4	92.3879	CARR
617	597824.37	1347606.3	92.4133	CARR
618	597811.03	1347598.3	92.2905	CARR
619	597802.14	1347601.3	92.0906	CARR
620	597795.09	1347600.6	92.0045	CARR
621	597789.55	1347597.7	92.0589	CARR
622	597784.65	1347592.3	91.9867	CARR
623	597782.39	1347587.7	92.0803	CARR
624	597786.8	1347588.7	92.0811	ESQ
625	597815.14	1347633.5	92.3673	CARR
626	597768.76	1347589.9	92.0469	CARR
627	597767.33	1347607.7	91.9883	CARR
628	597763.36	1347625.6	91.8998	CARR
629	597755.42	1347647	91.7647	CARR
630	597767.71	1347643.4	92.134	BOR
631	597770.95	1347632.2	92.1699	BOR
632	597772.18	1347627.7	92.1824	BOR
633	597773.02	1347627.3	92.1864	BOR
634	597773.81	1347627.9	92.2164	BOR
635	597774.03	1347629.8	92.2382	BOR

636	597774.45	1347659.1	92.4295	BOR
637	597774.43	1347661.7	92.457	BOR
638	597770.02	1347667.4	92.4931	BOR
639	597762.44	1347674.4	92.4269	BOR
640	597765.75	1347686.4	92.4009	BOR
641	597772.33	1347681.3	92.604	BOR
642	597774.12	1347681.7	92.6985	BOR
643	597774.71	1347682.4	92.7462	BOR
644	597774.9	1347689.3	92.7668	BOR
645	597782.16	1347676.3	92.716	BOR
646	597782.05	1347671.9	92.6349	BOR
647	597789.31	1347663.3	92.6025	BOR
648	597795.9	1347653.4	92.58	BOR
649	597800.58	1347645.2	92.6067	BOR
650	597801.54	1347645	92.6052	BOR
651	597802.46	1347645.9	92.5952	BOR
652	597798.06	1347660.4	92.5697	BOR
653	597791.34	1347681.7	92.5409	BOR
654	597784.23	1347704.2	92.5328	BOR
655	597783.36	1347704.6	92.5772	BOR
656	597782.65	1347704.1	92.6859	BOR
657	597782.46	1347695.3	92.7714	BOR
658	597781.63	1347646	92.2934	BOR
659	597781.73	1347648.9	92.3219	BOR
660	597784.27	1347650	92.4553	BOR
661	597785.77	1347647.7	92.5071	BOR
662	597794.05	1347633	92.5906	BOR
663	597805.4	1347612.8	92.5715	BOR
664	597805.74	1347611.6	92.533	BOR
665	597804.28	1347610.1	92.4159	BOR
666	597798.12	1347610.1	92.3127	BOR
667	597792.6	1347609	92.233	BOR
668	597786.21	1347605.9	92.2272	BOR
669	597782.49	1347603.1	92.2369	BOR
670	597781.89	1347602.8	92.2348	BOR
671	597781.06	1347603.3	92.2311	BOR
672	597780.92	1347604.4	92.2297	BOR
673	597812.63	1347625.9	92.5426	CENT
674	597823.67	1347591.8	92.6469	CENT
675	597796.94	1347659	92.9955	AUX
676	597809.6	1347655.1	92.3404	BOR

677	597809.54	1347655.2	92.2621	BOR
678	597810.26	1347657.6	92.1436	BOR
679	597810.34	1347657.6	92.2435	BOR
680	597815.58	1347660.7	92.1149	BOR
681	597815.6	1347660.7	91.9701	BOR
682	597814.96	1347664.4	91.9765	BOR
683	597814.92	1347664.4	92.098	BOR
684	597813.77	1347664.5	92.2333	ESQ
685	597817.33	1347660.8	92.1203	ESQ
686	597808.35	1347665.4	92.3422	LIM
687	597812.31	1347663.8	92.0058	BOR
688	597812.3	1347663.9	92.1242	BOR
689	597810.7	1347664	92.1752	BOR
690	597808.73	1347664.9	92.1736	BOR
691	597805.65	1347665.9	92.2735	CARR
692	597803.75	1347671.9	92.2908	CARR
693	597800.59	1347682.1	92.2853	CARR
694	597794.19	1347702.5	92.1995	CARR
695	597784.49	1347734	92.2078	AUX
696	597800.46	1347693	92.4693	LIM
697	597806.49	1347694.1	91.9956	LIM
698	597802.4	1347729.9	92.0381	ESQ
699	597803.46	1347721.4	92.1192	ESQ
700	597790.01	1347715.4	92.2517	CARR
701	597786.27	1347730.4	92.1424	CARR
702	597783.46	1347740.7	92.256	CARR
703	597769.16	1347718.8	92.171	CARR
704	597761.87	1347710.9	92.1176	CARR
705	597745.67	1347704.3	91.8459	CARR
706	597783.71	1347768.9	92.4784	CARR
707	597735.33	1347691.3	92.0786	BOR
708	597738.36	1347689.4	92.2703	BOR
709	597753.55	1347694	92.2675	BOR
710	597753.74	1347695.9	92.3104	BOR
711	597760.41	1347698.2	92.4196	BOR
712	597768.72	1347703.4	92.5023	BOR
713	597772.54	1347706.7	92.527	BOR
714	597773.95	1347706.9	92.5719	BOR
715	597774.97	1347706	92.6252	BOR
716	597769.43	1347729.1	91.766	BOR
717	597765.29	1347738	91.0299	BOR

718	597762.88	1347742.3	90.6935	BOR
719	597762.41	1347738.3	91.3003	ESQ
720	597756.45	1347749.2	90.9862	LIM
721	597758.47	1347750.2	90.5659	BOR
722	597764.84	1347753.1	90.6292	BOR
723	597766.26	1347753.4	90.9991	ESQ
724	597769.76	1347744.3	90.9439	BOR
725	597772.52	1347743.6	91.5647	BOR
726	597773.84	1347745.6	91.9269	BOR
727	597773.8	1347745.6	92.0975	BOR
728	597771.65	1347755.5	92.0602	ESQ
729	597775.03	1347769.5	92.0752	BOR
730	597775.05	1347769.5	92.2824	BOR
731	597784.67	1347794.5	92.5534	AUX
732	597779.44	1347732.8	92.4571	CENT
733	597786.97	1347750.6	91.972	NT
734	597798.06	1347752.2	91.8249	LIM
735	597784.14	1347784.5	92.5719	BOR
736	597784.11	1347784.5	92.4432	BOR
737	597785.35	1347783.1	92.4614	BOR
738	597785.25	1347783.1	92.1899	BOR
739	597785.27	1347783.4	92.5748	ANDEN
740	597789.18	1347783.1	91.8261	NT
741	597794.38	1347783.1	91.8066	LIM
742	597797.2	1347790	91.7764	ESQ
743	597797.14	1347792.5	91.7816	NT
744	597797.21	1347795.7	91.7768	NT
745	597797.55	1347801.3	91.7969	ESQ
746	597790.56	1347798.5	91.7867	NT
747	597775.29	1347775.7	92.2564	BOR
748	597775.34	1347775.8	92.0808	BOR
749	597771.46	1347779.7	91.791	LIM
750	597774.31	1347780.7	92.2602	ANDEN
751	597785.09	1347798.7	92.5506	ANDEN
752	597783.94	1347798.9	92.5751	BOR
753	597783.89	1347798.9	92.3747	BOR
754	597776.05	1347798.7	92.1953	BOR
755	597776.11	1347798.7	92.0463	BOR
756	597774.89	1347798.2	92.1898	ANDEN
757	597770.58	1347797.7	91.6315	LIM
758	597784.76	1347816.9	92.5768	ANDEN

759	597783.62	1347817	92.5913	BOR
760	597783.54	1347817	92.4158	BOR
761	597779.67	1347817.6	92.2242	CENT
762	597775.77	1347816.8	92.1413	BOR
763	597775.81	1347816.8	92.0243	BOR
764	597775.8	1347816.8	92.026	ANDEN
765	597775.8	1347816.8	92.0266	BOR
766	597774.59	1347816.7	92.1516	ANDEN
767	597782.52	1347849.5	92.5457	ANDEN
768	597781.31	1347849.4	92.5894	BOR
769	597781.3	1347849.4	92.4148	BOR
770	597777.56	1347848.6	92.2014	CENT
771	597773.34	1347838.6	92.1129	ANDEN
772	597774.46	1347838.7	92.1211	BOR
773	597774.54	1347838.6	91.8606	BOR
774	597773	1347841	91.6277	BOR
775	597773.04	1347841	91.4778	BOR
776	597770.18	1347842.2	91.1686	BOR
777	597770.22	1347842.2	91.0356	BOR
778	597768.27	1347842.1	90.9876	BOR
779	597768.27	1347842.1	90.8258	BOR
780	597768.4	1347839.1	91.1893	ESQ
781	597769.46	1347853.6	91.5139	ESQ
782	597769.25	1347851.7	91.3466	BOR
783	597769.22	1347851.6	91.2527	BOR
784	597770.86	1347854.5	91.6551	BOR
785	597770.9	1347854.5	91.5086	BOR
786	597771.87	1347856.8	91.702	BOR
787	597771.83	1347856.8	91.8437	BOR
788	597772.34	1347859.8	92.0334	BOR
789	597772.37	1347860	91.8676	BOR
790	597771.25	1347859	91.9911	ANDEN
791	597779.74	1347870.3	92.6236	ANDEN
792	597778.55	1347870.3	92.6075	BOR
793	597778.48	1347870.4	92.4142	BOR
794	597774.99	1347870.1	92.2235	CENT
795	597770.96	1347869.7	92.0878	BOR
796	597771	1347869.8	91.9273	BOR
797	597769.8	1347869.6	92.0775	ANDEN
798	597767.24	1347869.6	91.7669	LIM
799	597784.23	1347868.6	91.4411	NT

800	597778.61	1347878.5	92.6219	ANDEN
801	597777.48	1347878.1	92.5814	BOR
802	597777.41	1347878.2	92.4366	BOR
803	597773.92	1347877.5	92.2332	CENT
804	597768.27	1347879.9	92.0622	ANDEN
805	597769.48	1347880.1	92.1023	BOR
806	597769.52	1347880.1	91.8528	BOR
807	597777.21	1347882.3	92.583	BOR
808	597777.18	1347882.1	92.4084	BOR
809	597778.39	1347882.3	92.6174	ANDEN
810	597765.45	1347896.5	92.0016	ANDEN
811	597766.39	1347896.9	92.0163	BOR
812	597766.44	1347896.9	91.829	BOR
813	597771.2	1347893.9	92.2065	CENT
814	597778.66	1347887.2	92.5186	ANDEN
815	597777.44	1347887.4	92.5239	BOR
816	597777.42	1347887.4	92.391	BOR
817	597778.12	1347894.1	92.2739	ANDEN
818	597778.14	1347894	92.5479	BOR
819	597778.1	1347894.1	92.2655	BOR
820	597779.12	1347894	92.5404	ANDEN
821	597774.36	1347920.8	92.4267	AUX
822	597763.99	1347895.8	91.8072	LIM
823	597779.93	1347901.5	92.1214	BOR
824	597779.99	1347901.5	92.2655	BOR
825	597780.39	1347898.6	92.3997	ANDEN
826	597757.86	1347918	91.4906	ESQ
827	597756.99	1347919.6	91.3338	BOR
828	597756.97	1347919.6	91.1914	BOR
829	597758.71	1347919.4	91.4769	BOR
830	597758.73	1347919.4	91.3328	BOR
831	597760.66	1347917.7	91.7066	BOR
832	597760.73	1347917.7	91.6056	BOR
833	597759.78	1347916.9	91.7372	ANDEN
834	597783.15	1347909.4	91.8627	BOR
835	597783.2	1347909.4	91.9909	BOR
836	597784.26	1347908.8	91.9637	ANDEN
837	597785.62	1347903.7	91.4412	ESQ
838	597789.84	1347908.1	91.8007	ESQ
839	597786.19	1347915.1	91.6501	BOQ
840	597786.16	1347915	91.7955	BOQ

841	597787.23	1347914.4	91.8156	ANDEN
842	597787.76	1347915.3	91.686	BOR
843	597787.79	1347915.3	91.1674	BOR
844	597791.34	1347908.4	91.1742	BOR
845	597790.92	1347908.3	91.801	BOR
846	597772.22	1347907.5	92.4817	BOR
847	597772.16	1347907.5	92.3443	BOR
848	597773.01	1347907	92.4539	BOR
849	597772.86	1347907	92.3393	BOR
850	597773.85	1347906.9	92.427	BOR
851	597773.83	1347906.8	92.2779	BOR
852	597775.5	1347908.3	92.4082	BOR
853	597775.54	1347908.2	92.1372	BOR
854	597779.55	1347916.3	92.3618	BOR
855	597779.63	1347916.3	91.8606	BOR
856	597780.53	1347918.6	92.3497	BOR
857	597780.57	1347918.6	91.7816	BOR
858	597780.73	1347922.3	92.3414	BOR
859	597780.78	1347922.3	91.7115	BOR
860	597778.58	1347924.2	92.414	BOR
861	597778.62	1347924.2	91.8483	BOR
862	597775.79	1347924.7	92.4004	BOR
863	597775.77	1347924.7	92.0039	BOR
864	597772	1347923.7	92.4006	BOR
865	597771.98	1347923.8	92.1861	BOR
866	597769.49	1347922.1	92.4295	BOR
867	597769.52	1347922.1	92.2228	BOR
868	597768.84	1347920.2	92.4273	BOR
869	597768.81	1347920.1	92.2272	BOR
870	597770	1347932.6	92.2893	ESQ
871	597773.93	1347933.8	92.1849	LIM
872	597780.89	1347937.1	91.7339	ESQ
873	597770.05	1347932.2	92.084	ADON
874	597779.98	1347933.1	91.5975	ADON
875	597791.88	1347935	91.2932	ADON
876	597795.05	1347914.1	91.1962	BOR
877	597795.09	1347914.1	91.3408	BOR
878	597796.78	1347914.8	91.5169	LIM
879	597793.25	1347917.7	91.1817	BOR
880	597793.28	1347917.7	91.3131	BOR
881	597795.14	1347918.1	91.3978	LIM

882	597794.7	1347919.1	91.2906	ESQ
883	597787.84	1347944.4	91.6394	LIM
884	597792.45	1347937.2	91.5027	ESQ
885	597792	1347920.8	91.1569	ADON
886	597794.5	1347925.1	91.1465	ADON
887	597798.32	1347928.3	91.1598	ADON
888	597800.86	1347939	91.198	ADON
889	597796.49	1347922.8	91.0546	ESQ
890	597810.61	1347944.4	91.3248	ESQ
891	597810.59	1347944.4	91.3272	ADON
892	597814.56	1347937.4	91.2974	ADON
893	597811.61	1347946.4	91.4251	NT
894	597797.69	1347925.6	91.1732	CANAL
895	597798.29	1347924.8	91.1833	CANAL
896	597834.04	1347948.4	91.4684	ADON
897	597829.39	1347955.2	91.4688	ADON
898	597838.25	1347949.2	91.4553	CANAL
899	597838.91	1347948.5	91.4946	CANAL
900	597860.01	1347972.6	91.7573	ADON
901	597869.15	1347968.9	91.8383	AUX
902	597878.85	1347970.6	92.2172	LIM
903	597874.55	1347971.4	91.9744	ADON
904	597873.05	1347968.1	91.7288	CANAL
905	597874.26	1347968.1	91.7288	CANAL
906	597875.47	1347968.7	91.689	CANAL
907	597873.5	1347969.2	91.5674	CANAL
908	597869.13	1347973.1	91.9061	CENT
909	597790.13	1347928.3	91.3797	CENT
910	597820.18	1347945.3	91.4954	CENT
911	597846.36	1347960.1	91.7129	CENT
912	597860.14	1347972.7	91.7615	ADON
913	597861.25	1347974.1	91.7958	ADON
914	597861.87	1347975.7	91.7672	ADON
915	597861.75	1347977.8	91.7695	ADON
916	597859.43	1347974.9	91.8537	ESQ
917	597868.03	1347983.5	91.7954	ADON
918	597868.03	1347983.5	91.7954	ADON
919	597855.08	1347990.4	91.8243	ADON
920	597865.37	1347995.1	91.8892	LIM
921	597871.04	1347998.3	91.985	LIM
922	597843.66	1348011.2	91.8985	ADON

923	597850.28	1348015.5	91.8986	ADON
924	597841.09	1348009.6	92.0208	LIM
925	597847.03	1348013.3	92.0025	CENT
926	597840.67	1348032.9	91.9056	ADON
927	597835.36	1348026.3	91.9077	ADON
928	597823.69	1348044.8	91.9152	AUX
929	597823.41	1348040	91.9694	ESQ
930	597832.2	1348048.2	91.913	ADON
931	597824.09	1348046.9	91.8547	ADON
932	597841.61	1348051.7	92.0901	LIM
933	597822.39	1348046.8	91.7477	BOR
934	597822.38	1348046.7	91.8431	BOR
935	597822.85	1348045.4	91.9032	ANDEN
936	597820.62	1348044.1	91.8506	ANDEN
937	597819.95	1348045.5	91.6985	BOR
938	597820.06	1348045.4	91.7643	BOR
939	597821.33	1348038.8	91.9413	LIM
940	597818.53	1348037.4	91.8998	LIM
941	597816.24	1348041.5	91.8048	ANDEN
942	597815.66	1348042.8	91.734	BOR
943	597815.68	1348042.9	91.5955	BOR
944	597814.2	1348047.1	91.702	CENT
945	597812.27	1348048.9	91.5841	BOR
946	597812.26	1348048.9	91.7397	BOR
947	597811.47	1348050.2	91.7741	ANDEN
948	597809.46	1348053.2	91.7609	LIM
949	597817.44	1348052	91.7065	BOR
950	597817.35	1348052.1	91.8508	BOR
951	597818.56	1348052.6	91.7399	BOR
952	597818.55	1348052.8	91.8754	BOR
953	597819.55	1348053.6	91.8382	BOR
954	597819.45	1348053.7	91.9445	BOR
955	597819.88	1348055	91.9017	BOR
956	597819.76	1348055	91.9738	BOR
957	597819.53	1348056.2	91.9143	BOR
958	597819.43	1348056.1	91.9897	BOR
959	597818.3	1348055.4	91.9455	ANDEN
960	597818.31	1348054.4	91.9218	ANDEN
961	597817.41	1348053.6	91.8989	ANDEN
962	597833.33	1348066.3	92.0446	LIM
963	597829.57	1348064.3	92.0186	ESQ

964	597823.05	1348068.3	92.1613	ESQ
965	597821.68	1348068.4	92.118	BOR
966	597821.7	1348068.3	92.0392	BOR
967	597816.45	1348079.8	92.0867	LIM
968	597815.08	1348079.1	92.0596	BOR
969	597815.04	1348079.1	91.8941	BOR
970	597815.53	1348057.4	91.8829	ESQ
971	597814.74	1348064.7	91.8659	BOR
972	597814.75	1348064.7	91.983	BOR
973	597812.27	1348064.5	92.0316	LIM
974	597818.37	1348066	91.9978	CENT
975	597802.73	1348086	91.7528	BOR
976	597802.7	1348086	91.8816	BOR
977	597794.94	1348099.7	91.6405	BOR
978	597794.89	1348099.8	91.7823	BOR
979	597789.05	1348110.6	91.6406	AUX
980	597809.14	1348089.3	91.8264	BOR
981	597809.22	1348089.3	91.9946	BOR
982	597810.56	1348090	92.0392	LIM
983	597804.29	1348097.8	91.6951	BOR
984	597804.34	1348097.8	91.8965	BOR
985	597804.35	1348098.7	91.7675	BOR
986	597804.79	1348099.1	91.8201	BOR
987	597805.19	1348099.4	91.8505	LIM
988	597802.96	1348103.3	91.8368	LIM
989	597802.23	1348103.1	91.7908	BOR
990	597801.71	1348103	91.748	BOR
991	597801.24	1348103.3	91.6221	BOR
992	597796.51	1348111.3	91.5608	BOR
993	597793.7	1348116.2	91.5436	BOR
994	597790.2	1348108	91.7594	BOR
995	597790.22	1348108	91.6452	BOR
996	597787.2	1348107	91.7735	ESQ
997	597783.13	1348109.3	91.5913	NT
998	597783.37	1348114	91.7041	ESQ
999	597786.22	1348129.2	91.3812	ESQ
1000	597786.22	1348129.2	91.6034	ESQ
1001	597786.09	1348115.3	91.6237	BOR
1002	597786	1348115.4	91.7126	BOR
1003	597776.84	1348126.2	91.649	LIM
1004	597777.9	1348129.2	91.3587	BOR

1005	597777.89	1348129.2	91.5294	BOR
1006	597773.71	1348131.8	91.4266	BOR
1007	597773.72	1348131.9	91.2827	BOR
1008	597765.6	1348146.2	91.067	BOR
1009	597765.55	1348146.2	91.2252	BOR
1010	597772.96	1348151.8	91.0856	BOR
1011	597772.99	1348151.9	91.2622	BOR
1012	597765.44	1348165	90.8871	BOR
1013	597765.41	1348165	91.0423	BOR
1014	597763.6	1348159.8	91.064	CENT
1015	597745.77	1348179.2	90.7196	AUX
1016	597749.44	1348192.5	90.9531	AUX
1017	597760.32	1348151.2	91.2115	LIM
1018	597757.48	1348160.5	90.8815	BOR
1019	597757.4	1348160.4	91.0599	BOR
1020	597751.89	1348179.5	90.8085	CENT
1021	597755.68	1348181.9	90.7471	BOR
1022	597755.7	1348181.9	90.9726	BOR
1023	597755.03	1348184	90.7312	BOR
1024	597755.07	1348184.1	90.8833	BOR
1025	597755.92	1348185.2	90.7582	BOR
1026	597755.92	1348185.1	90.8968	BOR
1027	597756.05	1348183.5	91.1045	ESQ
1028	597747.87	1348177	90.6974	BOR
1029	597747.82	1348176.9	90.8475	BOR
1030	597747.13	1348177.9	90.6517	BOR
1031	597747.13	1348177.9	90.8357	BOR
1032	597746.35	1348178.5	90.6162	BOR
1033	597746.35	1348178.5	90.8302	BOR
1034	597745.11	1348178.7	90.703	BOR
1035	597745.12	1348178.7	90.8232	BOR
1036	597745.71	1348176.3	90.987	ESQ
1037	597764.33	1348189.9	90.7893	BOR
1038	597764.31	1348189.9	90.9391	BOR
1039	597762.46	1348193.8	90.8977	NT
1040	597760.79	1348197	90.8042	BOR
1041	597760.77	1348197	90.968	BOR
1042	597751.89	1348193.9	90.9735	ESQ
1043	597749.69	1348194.5	90.9791	ESQ
1044	597751.92	1348192.2	90.7402	BOR
1045	597751.94	1348192.1	90.904	BOR

1046	597749.56	1348191.8	90.7317	BOR
1047	597749.54	1348191.8	90.8974	BOR
1048	597748.52	1348192.5	90.7444	BOR
1049	597748.52	1348192.5	90.9178	BOR
1050	597739.78	1348185.5	90.7075	BOR
1051	597739.77	1348185.5	90.9051	BOR
1052	597740.52	1348186.8	90.6836	BOR
1053	597740.44	1348186.8	90.8996	BOR
1054	597741.05	1348188.9	90.7228	BOR
1055	597741	1348188.9	90.8823	BOR
1056	597738.52	1348186.9	91.0008	ESQ
1057	597738.84	1348188.2	91.0115	ESQ
1058	597736.99	1348196.2	90.7615	BOR
1059	597736.97	1348196.2	90.98	BOR
1060	597741.15	1348197.5	90.8062	CENT
1061	597744.52	1348199.3	90.7649	BOR
1062	597744.55	1348199.3	90.9112	BOR
1063	597733.37	1348218.6	90.8158	BOR
1064	597733.32	1348218.7	90.8888	BOR
1065	597735.1	1348219.7	91.0144	LIM
1066	597711.44	1348237.6	91.0679	AUX
1067	597724.19	1348234.2	90.8785	BOR
1068	597724.21	1348234.3	91.0392	BOR
1069	597723.53	1348219.8	91.0235	BOR
1070	597723.58	1348219.9	90.8249	BOR
1071	597726.14	1348235.2	91.0475	LIM
1072	597712.94	1348234.3	91.0866	LIM
1073	597710.59	1348258.2	90.8934	BOR
1074	597710.61	1348258.2	91.2242	BOR
1075	597696.22	1348267.5	90.8431	BOR
1076	597696.23	1348267.5	91.0693	BOR
1077	597689.12	1348278	91.0675	AUX
1078	597696.2	1348267.6	90.8473	BOR
1079	597696.15	1348267.5	91.074	BOR
1080	597692.85	1348268.8	90.8162	BOR
1081	597692.87	1348268.8	91.0462	BOR
1082	597687.77	1348266	90.8058	BOR
1083	597687.82	1348266	91.0171	BOR
1084	597695.33	1348265.1	91.0872	ESQ
1085	597696.21	1348283.4	90.9978	BOR
1086	597696.1	1348283.4	90.8874	BOR

1087	597700.04	1348281.2	90.9522	BOR
1088	597700.04	1348281.1	90.8704	BOR
1089	597703.99	1348282.8	91.0822	BOR
1090	597703.98	1348282.7	90.8221	BOR
1091	597698.62	1348283.8	91.0334	ESQ
1092	597703.5	1348270.7	90.8798	BOR
1093	597703.5	1348270.7	91.2167	BOR
1094	597703.33	1348272.6	90.8802	BOR
1095	597703.37	1348272.6	91.1991	BOR
1096	597704.27	1348274.1	90.8969	BOR
1097	597704.29	1348274	91.2105	BOR
1098	597705.63	1348271.7	91.2642	ESQ
1099	597683.07	1348272.8	90.7951	BOR
1100	597683.1	1348272.8	91.0015	BOR
1101	597688.75	1348276	90.8453	BOR
1102	597688.68	1348276.1	91.0002	BOR
1103	597689.79	1348277.1	90.844	BOR
1104	597689.76	1348277.2	91.0312	BOR
1105	597689.64	1348279.1	90.8501	BOR
1106	597689.61	1348279	91.0322	BOR
1107	597687.86	1348278	91.0999	ESQ
1108	597681.88	1348308.1	91.1683	BOR
1109	597681.85	1348308.1	90.9324	BOR
1110	597675.08	1348304.6	90.8839	BOR
1111	597675.09	1348304.6	91.1042	BOR
1112	597678.59	1348306	90.8658	CENT
1113	597671.08	1348326.8	90.8577	BOR
1114	597671.09	1348326.9	91.1	BOR
1115	597661.72	1348327.7	90.8522	BOR
1116	597661.73	1348327.7	91.0782	BOR
1117	597669.51	1348322.4	90.8455	CENT
1119	597647.75	1348352	90.7944	BOR
1120	597647.72	1348352	91.0219	BOR
1121	597646.04	1348353.1	90.7892	BOR
1122	597646.02	1348353.1	91.0167	BOR
1123	597646.55	1348349.8	91.3065	ESQ
1124	597644.03	1348350.4	91.3003	ESQ
1125	597641.85	1348351.6	90.7859	BOR
1126	597641.89	1348351.6	91.0179	BOR
1127	597644.48	1348352.9	90.8082	BOR
1128	597644.7	1348353.1	91.0085	BOR

1129	597654.63	1348355.2	90.825	BOR
1130	597654.61	1348355.3	91.0239	BOR
1131	597653.72	1348357.1	90.8143	BOR
1132	597653.79	1348357.1	91.1317	BOR
1133	597654.28	1348358.7	90.8048	BOR
1134	597654.28	1348358.7	91.1145	BOR
1135	597657.84	1348360.9	90.8083	BOR
1136	597657.79	1348360.9	91.0783	BOR
1137	597655.69	1348356.7	91.0831	ESQ
1138	597640.42	1348360	90.7978	BOR
1139	597640.4	1348360.1	90.9985	BOR
1140	597635.31	1348357.3	90.9772	BOR
1141	597635.33	1348357.2	90.7845	BOR
1142	597638.27	1348360.6	91.0064	ESQ
1143	597639.05	1348363.3	91.0079	ESQ
1144	597641.05	1348363.4	91.0162	BOR
1145	597641.1	1348363.5	90.8068	BOR
1146	597641.32	1348361	91.0095	BOR
1147	597641.39	1348361	90.7942	BOR
1148	597656.16	1348369.2	90.8393	BOR
1149	597656.09	1348369.1	91.2345	BOR
1150	597649.48	1348365.3	90.8041	BOR
1151	597649.49	1348365.3	90.9492	BOR
1152	597648.39	1348366.2	90.8011	BOR
1153	597648.41	1348366.2	90.9555	BOR
1154	597650.09	1348367.3	91.2124	ESQ
1155	597644	1348366.1	90.7384	CENT
1156	597643.2	1348375.1	90.7727	BOR
1157	597643.25	1348375.2	91.1136	BOR
1158	597635.43	1348388.6	90.7127	BOR
1159	597629.27	1348399.3	90.7105	BOR
1160	597631.08	1348400.2	90.9295	LIM
1161	597623.13	1348394.8	90.6934	BOR
1162	597623.1	1348394.7	91.0299	BOR
1163	597631.14	1348380.7	90.7511	BOR
1164	597631.13	1348380.6	91.005	BOR
1165	597620.28	1348399.7	90.6699	AUX
1166	597631.04	1348400.2	90.9702	LIM
1167	597629.34	1348399.2	90.8584	BOR
1168	597629.28	1348399.2	90.7043	BOR
1169	597625.91	1348397.5	90.701	LC

1170	597622.74	1348395.4	90.6898	BOR
1171	597622.71	1348395.4	91.0202	BOR
1172	597621.29	1348394.8	91.0495	LIM
1118	597645.13	1348353.9	90.7885	LIM
1173	597621.96	1348416.4	91.1575	LIM
1174	597620.35	1348414.6	90.6605	BOR
1175	597620.32	1348414.7	90.8629	BOR
1176	597616.62	1348412.5	90.6506	CENT
1177	597610.27	1348416.8	90.5785	BOR
1178	597610.2	1348416.8	90.8586	BOR
1179	597609.01	1348415.9	90.8885	LIM
1180	597612.14	1348434.5	90.8617	LIM
1181	597601.93	1348428.3	90.7896	LIM
1182	597603.24	1348428.8	90.7811	BOR
1183	597603.37	1348428.8	90.5451	BOR
1184	597609.94	1348432.9	90.8626	BOR
1185	597609.96	1348432.9	90.8617	BOR
1186	597612.13	1348434.5	90.8663	LIM
1187	597609.84	1348433	90.5497	BOR
1188	597607.29	1348429.4	90.5931	CENT
1189	597592.18	1348449.5	90.5635	AUX
1190	597607.18	1348443.4	90.892	ESQ
1191	597607.52	1348445.3	90.8964	ESQ
1192	597604.31	1348443.1	90.8341	BOR
1193	597604.26	1348443	90.6055	BOR
1194	597604.54	1348445	90.6161	BOR
1195	597604.6	1348444.9	90.8072	BOR
1196	597606.07	1348446.7	90.8397	BOR
1197	597606.01	1348446.8	90.5629	BOR
1198	597608.31	1348448.2	90.5961	BOR
1199	597608.43	1348448.2	90.8507	BOR
1200	597606.55	1348451.1	90.7233	NT
1201	597595.87	1348438.6	90.7962	ESQ
1202	597597.84	1348438.3	90.581	BOR
1203	597597.82	1348438.3	90.7734	BOR
1204	597596.39	1348439.8	90.5752	BOR
1205	597596.42	1348439.7	90.7224	BOR
1206	597594.98	1348440	90.5629	BOR
1207	597594.99	1348440	90.7144	BOR
1208	597593.05	1348439.1	90.5371	BOR
1209	597593.08	1348439.1	90.7289	BOR

1210	597590.73	1348442.4	90.5756	NT
1211	597589.35	1348445.8	90.5218	BOR
1212	597589.33	1348445.8	90.6536	BOR
1213	597590.76	1348446.8	90.5316	BOR
1214	597590.77	1348446.8	90.6331	BOR
1215	597591.45	1348448.5	90.5576	BOR
1216	597591.43	1348448.5	90.6506	BOR
1217	597590.96	1348450.2	90.5457	BOR
1218	597590.94	1348450.2	90.6596	BOR
1219	597590.1	1348451.8	90.5213	BOR
1220	597590.1	1348451.7	90.6892	BOR
1221	597589.11	1348450.2	90.783	ESQ
1222	597588.6	1348448.1	90.786	ESQ
1223	597596.11	1348457.2	90.4882	BOR
1224	597596.22	1348457.2	90.7627	BOR
1225	597598.14	1348454	90.5973	BOR
1226	597598.15	1348454	90.7912	BOR
1227	597598.98	1348452.9	90.6261	BOR
1228	597599.04	1348452.9	90.7696	BOR
1229	597600.78	1348452.4	90.6382	BOR
1230	597600.82	1348452.4	90.7514	BOR
1231	597602.81	1348452.7	90.6128	BOR
1232	597602.79	1348452.7	90.7443	BOR
1233	597607.27	1348455.3	90.6482	BOR
1234	597607.25	1348455.4	90.787	BOR
1235	597600.3	1348454.7	91.0496	ESQ
1236	597588.65	1348469.7	90.633	BOR
1237	597588.66	1348469.6	90.5006	BOR
1238	597585.21	1348478.9	90.6776	LIM
1239	597581.99	1348465.3	90.452	BOR
1240	597582	1348465.2	90.7152	BOR
1241	597581.41	1348485.3	90.7629	LIM
1242	597579.93	1348484.4	90.6281	BOR
1243	597579.9	1348484.4	90.4002	BOR
1244	597576.13	1348482.4	90.488	CENT
1245	597569.83	1348485.9	90.3792	BOR
1246	597569.81	1348485.8	90.656	BOR
1247	597571.68	1348498.2	90.3456	BOR
1248	597571.91	1348498.3	90.6726	BOR
1249	597571.88	1348498.3	90.3537	BOR
1250	597564.76	1348494.4	90.3467	BOR

1251	597564.78	1348494.3	90.822	BOR
1252	597548.66	1348533.7	90.2897	AUX
1253	597548.04	1348523.4	90.2546	BOR
1254	597548.02	1348523.4	90.4322	BOR
1255	597546.52	1348526.1	90.2173	BOR
1256	597546.45	1348526	90.4379	BOR
1257	597545.43	1348526.7	90.2194	BOR
1258	597545.44	1348526.6	90.4405	BOR
1259	597543.68	1348526.7	90.2054	BOR
1260	597543.63	1348526.6	90.4515	BOR
1261	597542.74	1348526.4	90.4482	BOR
1262	597542.95	1348526.5	90.1692	BOR
1263	597543.75	1348525.3	90.667	ESQ
1264	597545.28	1348524.6	90.6619	ESQ
1265	597555.31	1348533.7	90.2292	BOR
1266	597555.31	1348533.7	90.214	BOR
1267	597555.29	1348533.7	90.3854	BOR
1268	597553.68	1348532.6	90.2352	BOR
1269	597553.72	1348532.6	90.3676	BOR
1270	597553.26	1348531.5	90.2677	BOR
1271	597553.3	1348531.5	90.3934	BOR
1272	597553.32	1348530.6	90.2585	BOR
1273	597553.33	1348530.6	90.3994	BOR
1274	597554.49	1348531.5	91.0787	ESQ
1275	597552.01	1348540.4	90.371	BOR
1276	597552	1348540.3	90.2452	BOR
1277	597551.13	1348539.9	90.2087	BOR
1278	597551.16	1348540.1	90.3545	BOR
1279	597549.6	1348539.8	90.2771	BOR
1280	597549.61	1348539.9	90.3959	BOR
1281	597547.53	1348540.2	90.274	BOR
1282	597547.54	1348540.3	90.4083	BOR
1283	597546.62	1348541.8	90.28	BOR
1284	597546.66	1348541.9	90.4402	BOR
1285	597547.91	1348543.2	91.1424	ESQ
1286	597550.35	1348542.5	91.1368	ESQ
1287	597538.07	1348532.6	90.1308	BOR
1288	597538.03	1348532.6	90.2811	BOR
1289	597539.28	1348534.4	90.1762	BOR
1290	597539.23	1348534.4	90.2926	BOR
1291	597539.37	1348535.6	90.1498	BOR

1292	597539.35	1348535.5	90.3298	BOR
1293	597537.59	1348535.1	90.4579	ESQ
1294	597537.93	1348536.7	90.4569	ESQ
1295	597539.15	1348537.2	90.1998	BOR
1296	597539.1	1348537.2	90.4343	BOR
1297	597528.67	1348567.9	90.685	-
1298	597537.44	1348560.8	91.1788	LIM
1299	597536.14	1348560	90.4874	BOR
1300	597536.2	1348559.9	90.7705	BOR
1301	597531.91	1348558.8	90.6212	CENT
1302	597524.97	1348562.9	90.5894	BOR
1303	597524.98	1348563	90.8143	BOR
1304	597528.56	1348576	90.8835	LIM
1305	597527.1	1348575.3	90.8398	BOR
1306	597527.04	1348575.3	90.7053	BOR
1307	597523.6	1348573.7	90.7958	CENT
1308	597511.48	1348586.1	90.6397	BOR
1309	597511.43	1348586	90.9461	BOR
1310	597507.77	1348588.2	90.7732	LIM
1311	597518.29	1348593.3	90.8742	LIM
1312	597517.18	1348592.7	90.7799	BOQ
1313	597517.42	1348592.1	90.6242	BOQ
1314	597512.89	1348590.7	90.6995	CENT
1315	597523.96	1348562.1	90.5747	HOSP M/ESPA
1316	597526.52	1348556.9	90.5404	HOSP M/ESPA
1317	597483.32	1348638.6	89.8979	AUX
1318	597523.77	1348562.6	92.8864	AUX
1319	597523.77	1348562.6	92.8863	BM7
1320	597524.38	1348580.7	93.0435	BM8
1321	597494.47	1348631.4	90.2695	BOR
1322	597494.4	1348631.4	90.0616	BOR
1323	597494.7	1348634.5	90.4704	ESQ
1324	597493.02	1348634.2	90.4387	BOR
1325	597492.94	1348634.2	89.9546	BOR
1326	597492.84	1348635.1	90.3613	BOR
1327	597492.81	1348635.1	89.9571	BOR
1328	597493.51	1348636.1	90.1869	BOR
1329	597493.48	1348636.1	89.9963	BOR
1330	597496.87	1348638.1	90.2828	BOR
1331	597496.85	1348638.2	90.0884	BOR

1332	597495.07	1348641.3	90.1722	NT
1333	597487.26	1348628.3	90.0096	BOR
1334	597487.24	1348628.3	90.3758	BOR
1335	597486.22	1348629.7	89.974	BOR
1336	597486.17	1348629.6	90.3826	BOR
1337	597484.06	1348630.1	90.0106	BOR
1338	597484.08	1348630	90.0075	BOR
1339	597484.09	1348630	90.1629	BOR
1340	597482.26	1348629.7	90.0198	BOR
1341	597482.26	1348629.8	90.1688	BOR
1342	597480.47	1348628.9	90.0727	BOR
1343	597480.49	1348628.9	90.1649	BOR
1344	597482.71	1348628.3	90.6642	ESQ
1345	597485.26	1348627.8	90.6588	ESQ
1346	597479.19	1348632.9	90.0226	NT
1347	597493.62	1348643.9	90.1848	BOR
1348	597493.63	1348643.9	90.0132	BOR
1349	597490.46	1348642.4	90.0316	BOR
1350	597490.48	1348642.4	89.8807	BOR
1351	597488.85	1348642.4	89.997	BOR
1352	597488.72	1348642.3	89.8084	BOR
1353	597486.69	1348643.7	89.7506	BOR
1354	597486.73	1348643.8	89.8843	BOR
1355	597483.72	1348649.2	89.6048	BOR
1356	597483.79	1348649.2	89.7538	BOR
1357	597484.24	1348653	90.0926	LIM
1358	597489.09	1348644.3	90.0725	ESQ
1359	597477.85	1348636.2	89.9515	BOR
1360	597480.63	1348638.1	89.8454	BOR
1361	597480.61	1348638.2	89.9342	BOR
1362	597481.07	1348639.4	89.7849	BOR
1363	597481.04	1348639.4	89.9343	BOR
1364	597479.34	1348642.8	89.8329	BOR
1365	597479.36	1348642.8	89.6837	BOR
1366	597477.12	1348646.7	89.7335	BOR
1367	597477.12	1348646.7	89.5747	BOR
1368	597476.72	1348646.6	89.7514	LIM
1369	597480.53	1348638.8	89.9562	ESQ
1370	597479.79	1348637.2	89.9533	ESQ
1371	597479.83	1348649	89.6171	CENT

Figura 24

Toma de datos viernes 27/12/2025

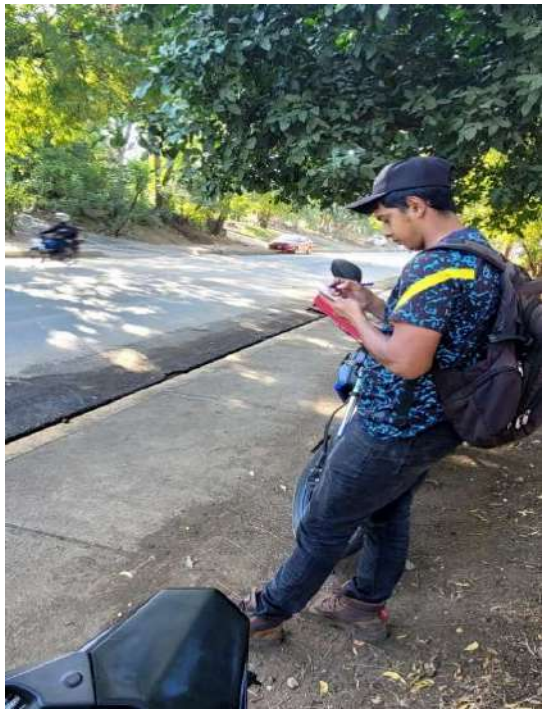


Figura 25

Toma de datos viernes 27/12/2025



Figura 26

Toma de datos sábado 28/12/2025



Figura 27

Toma de datos Domingo 29/12/2025



16.3.1. Levantamiento Topográfico.

Figura 28

Levantamiento topográfico inicio del tramo



Figura 29

Levantamiento Topográfico intermedio del tramo



Figura 30

Levantamiento topográfico Final del tramo



16.4. Estudio de crecimiento.

Tabla 55 *Crecimiento económico de Nicaragua año 2024*

Principales indicadores macroeconómicos - Main macroeconomic indicators

(Continuación - continued)

Conceptos - Concepts	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Sector externo (millones US$) - External sector (millions of US$)															
Cuenta corriente (% del PIB) - Current account (as % GDP)	(8.9)	(11.9)	(11.7)	(12.6)	(8.0)	(9.9)	(8.7)	(7.2)	(1.8)	5.9	3.8	(2.8)	(2.9)	8.2	4.2
Exportaciones de mercancías FOB - Exports of general merchandise (FOB)	1,837.5	2,274.9	2,698.6	2,463.0	2,696.6	2,435.8	2,249.4	2,585.3	2,545.7	2,696.8	2,852.0	3,510.6	3,878.8	4,034.2	4,192.9
Exportaciones de zona franca - Exports of goods of free zone	1,613.3	2,051.8	2,156.4	2,358.2	2,524.9	2,494.0	2,612.8	2,638.1	2,870.4	2,894.1	2,469.1	3,354.5	3,852.0	3,509.0	3,524.3
Importaciones de mercancías FOB - Imports of general merchandise (FOB)	3,872.5	4,863.5	5,420.9	5,225.4	5,452.9	5,418.6	5,361.8	5,597.8	4,829.4	4,352.4	4,411.9	6,058.6	7,284.6	7,693.2	8,452.4
Importaciones de zona franca - Imports of goods of free zone	1,121.0	1,397.8	1,362.2	1,462.2	1,492.9	1,641.2	1,608.3	1,644.0	1,799.2	1,857.3	1,487.1	2,307.5	2,840.1	2,304.3	2,323.3
Remesas - Remittances	822.8	911.6	1,014.2	1,077.7	1,135.8	1,193.4	1,264.1	1,390.8	1,501.2	1,682.4	1,851.4	2,146.9	3,224.9	4,660.1	5,243.1
Deuda pública externa - External public debt															
Saldo de deuda pública externa (millones US$) - External public debt (million of US$)	4,068.2	4,263.2	4,480.8	4,723.7	4,796.0	4,804.4	5,042.1	5,546.1	5,949.6	6,278.7	6,956.8	7,805.9	8,122.7	8,549.0	8,657.7
Deuda externa / PIB - External public debt / GDP	46.4	43.6	42.5	43.0	40.4	37.7	38.0	40.2	45.7	49.4	54.7	54.9	52.0	48.0	44.0
Servicio de deuda externa /exportaciones[9/] - External debt service / exports[9/]	2.4	2.0	1.8	2.0	2.2	2.7	3.2	3.5	3.9	5.0	6.0	5.0	4.9	6.8	8.2
Partidas informativas (millones C$) - Information items (million of C$)															
PIB (a precios constantes) - Real GDP	130,416.3	138,654.2	147,661.4	154,936.8	162,351.3	170,131.6	177,894.9	186,133.6	179,873.3	174,662.6	170,756.2	188,607.7	195,303.8	203,951.4	211,268.8
PIB (córdobas corrientes) - Nominal GDP	187,052.6	219,182.2	247,993.9	271,529.8	308,403.1	347,707.3	380,260.8	414,279.1	410,987.6	420,613.8	437,052.4	499,745.7	560,881.2	648,866.2	721,278.3
PIB (en millones US$) - GDP (million of US$)	8,758.6	9,774.3	10,532.5	10,983.0	11,880.4	12,756.7	13,286.0	13,786.0	13,025.2	12,699.0	12,726.4	14,209.0	15,634.6	17,805.8	19,694.0
Población (miles de habitantes)[10/] - Population (thousands)[10/]	5,815.5	5,996.6	6,071.0	6,134.3	6,198.2	6,262.7	6,327.9	6,393.8	6,460.4	6,527.7	6,595.7	6,664.4	6,733.8	6,803.9	6,874.7
Base monetaria - Monetary base	14,549.8	18,278.0	19,174.4	20,466.9	23,502.5	29,661.4	29,138.0	33,113.6	30,132.7	34,477.7	43,668.3	51,576.3	57,654.2	64,172.8	77,662.2
Depósitos totales[11/] - Total deposits[11/]	70,400.3	82,043.5	86,550.1	98,591.8	117,345.7	133,636.1	145,144.1	160,719.0	127,434.1	128,855.3	149,636.2	167,653.5	189,318.5	216,759.3	239,015.6
Cartera de crédito bruta[12/] - Gross credit portfolio[12/]	45,289.1	53,852.4	69,457.2	84,281.8	100,712.1	123,839.2	146,721.6	167,150.3	152,240.2	132,386.0	127,644.8	133,676.7	154,065.9	180,363.5	215,193.1
Balance del SPNF a/d - Balance of NFPS (before grants)	(4,121.9)	(3,457.3)	(4,144.5)	(5,803.4)	(7,957.1)	(9,905.2)	(11,823.4)	(12,810.3)	(18,892.6)	(9,181.9)	(13,259.6)	(10,045.4)	2,863.3	15,788.7	17,151.9
Balance del SPNF d/d - Balance of NFPS (after grants)	(1,101.6)	354.2	(626.5)	(3,057.1)	(4,449.6)	(5,450.2)	(7,500.3)	(8,488.4)	(16,110.1)	(6,567.2)	(10,960.3)	(7,753.8)	4,070.4	17,055.1	17,989.3

Fuente: (BCN, 2024, pág. 8)

Tabla 56 *Consumo de combustibles en Nicaragua (2010-2024)*

Consumo de hidrocarburos[1/] - Oil derivatives consumption[1/]

(miles de barriles - thousands barrels)

Conceptos - Concepts	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021[p/]	2022[p/]	2023[p/]	2024[p/]
Gas licuado - Liquefied petroleum gas	875.4	792.6	940.2	1,056.9	1,094.4	1,233.9	1,349.4	1,438.9	1,430.0	1,429.7	1,534.2	1,595.5	1,577.1	1,624.7	1,711.0
Gasolina - Gasoline	1,860.8	1,914.0	2,055.1	2,132.3	2,273.5	2,581.6	2,846.0	2,968.9	2,781.0	2,929.4	2,900.6	3,171.0	3,167.1	3,350.8	3,555.0
Kero/turbo - Kero/turbo	180.0	187.4	208.6	201.9	214.9	244.9	243.5	272.3	204.0	185.5	100.7	114.4	197.4	265.9	200.8
Diesel - Diesel	3,282.3	3,474.0	3,560.7	3,655.9	3,853.6	4,232.1	4,441.5	4,627.5	4,279.3	4,337.7	4,309.5	4,901.6	4,910.4	5,633.3	5,342.4
Fuel oil - Fuel oil	3,297.0	3,894.5	3,442.7	3,037.7	3,078.6	3,501.2	3,411.6	2,954.0	2,891.6	3,036.0	1,981.9	1,973.6	2,215.0	2,552.3	2,928.4
Asfalto - Asphalt	82.4	114.0	104.9	69.5	64.4	115.5	131.3	95.4	113.3	141.1	81.2	41.1	69.1	68.0	53.3

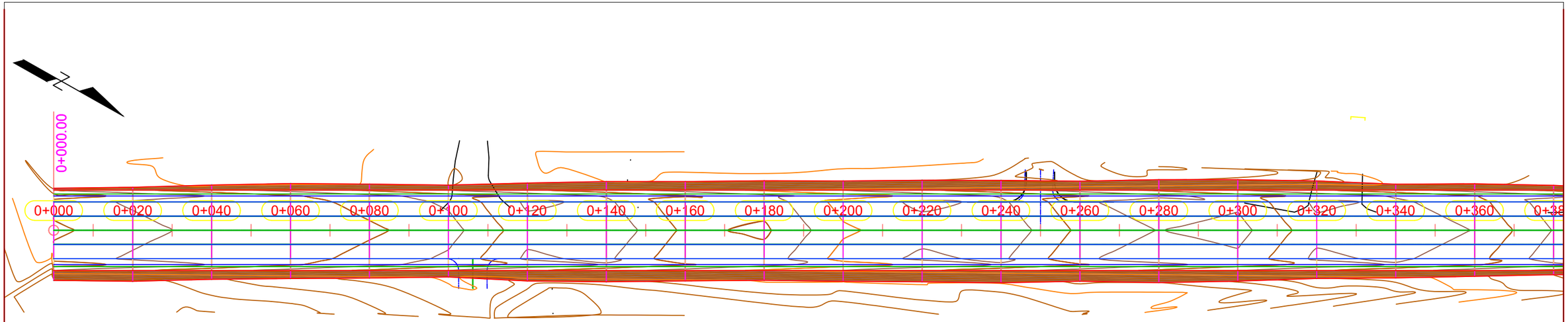
Fuente: Anuario de Estadísticas Macroeconómicas (BCN, 2024, pág. 36)

Tabla 57 *Crecimiento Poblacional de Nicaragua (1990-2024)*

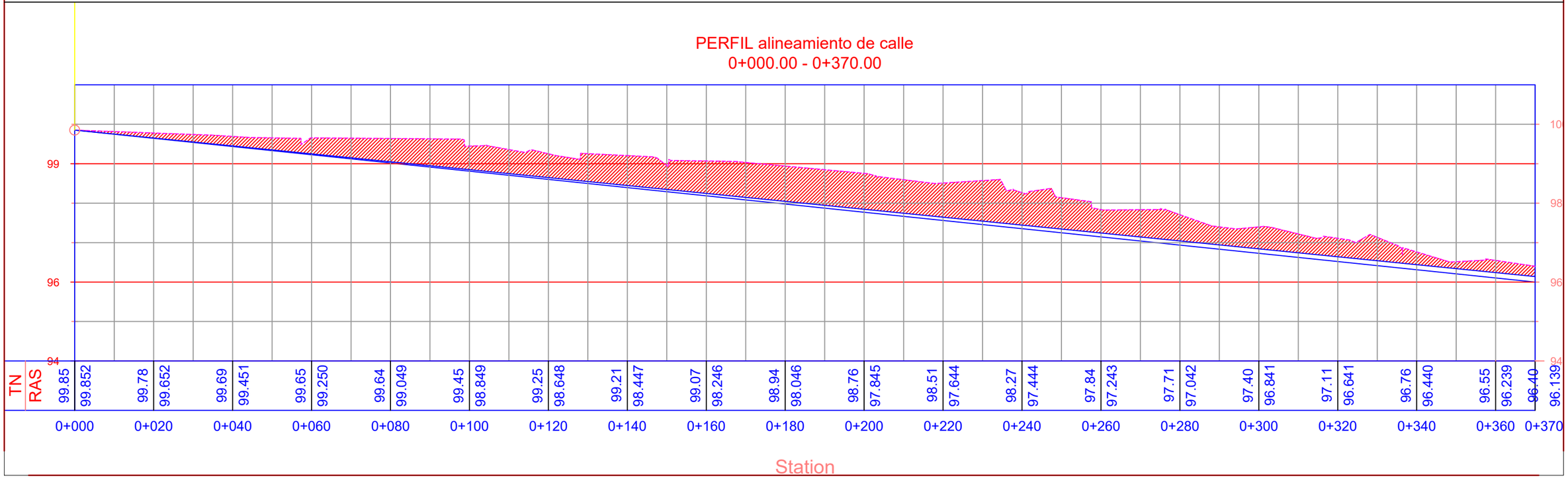
II.1.2 POBLACIÓN ESTIMADA AL 30 DE JUNIO, POR SEXO
PERÍODO 1990 – 2024

Años	Ambos Sexos	Hombres	Mujeres
1990 a/	3,959,785	1,971,445	1,988,340
1991	4,058,434	2,020,954	2,037,480
1992	4,162,367	2,073,279	2,089,088
1993	4,268,685	2,126,910	2,141,775
1994	4,374,490	2,180,338	2,194,152
1995	4,476,881	2,232,052	2,244,829
1996	4,574,524	2,281,404	2,293,120
1997	4,669,352	2,329,402	2,339,950
1998	4,763,366	2,377,016	2,386,350
1999	4,858,570	2,425,220	2,433,350
2000	4,956,964	2,474,984	2,481,980
2001	5,058,643	2,526,353	2,532,290
2002	5,162,275	2,578,680	2,583,595
2003	5,267,714	2,631,897	2,635,817
2004	5,374,820	2,685,940	2,688,880
2005	5,483,447	2,740,742	2,742,705
2006 b/	5,522,606	2,741,414	2,781,192
2007	5,595,541	2,775,638	2,819,903
2008	5,668,876	2,809,928	2,858,948
2009	5,742,310	2,844,240	2,898,070
2010	5,815,524	2,878,523	2,937,001
2011 c/	5,996,619	2,966,111	3,030,508
2012	6,071,045	3,000,778	3,070,267
2013	6,134,270	3,029,990	3,104,280
2014	6,198,154	3,059,810	3,138,344
2015	6,262,703	3,090,448	3,172,255
2016	6,327,927	3,122,048	3,205,879
2017	6,393,824	3,154,465	3,239,359
2018	6,460,411	3,187,500	3,272,911
2019	6,527,691	3,220,940	3,306,751
2020	6,595,674	3,254,564	3,341,110
2021	6,664,364	3,288,408	3,375,956
2022	6,733,763	3,322,602	3,411,161
2023	6,803,886	3,357,138	3,446,748
2024	6,874,748	3,391,988	3,482,760

Fuente: Anuario de Estadísticas (INIDE, 2023, pág. 45)



PERFIL alineamiento de calle
0+000.00 - 0+370.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

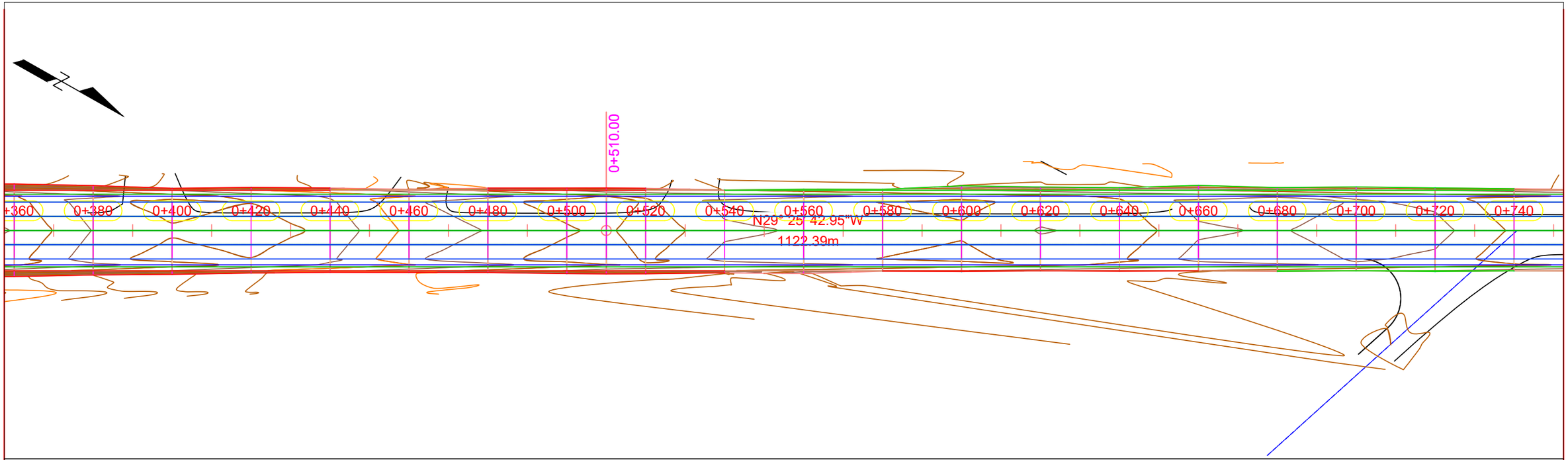
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

PLANTA Y PERFIL

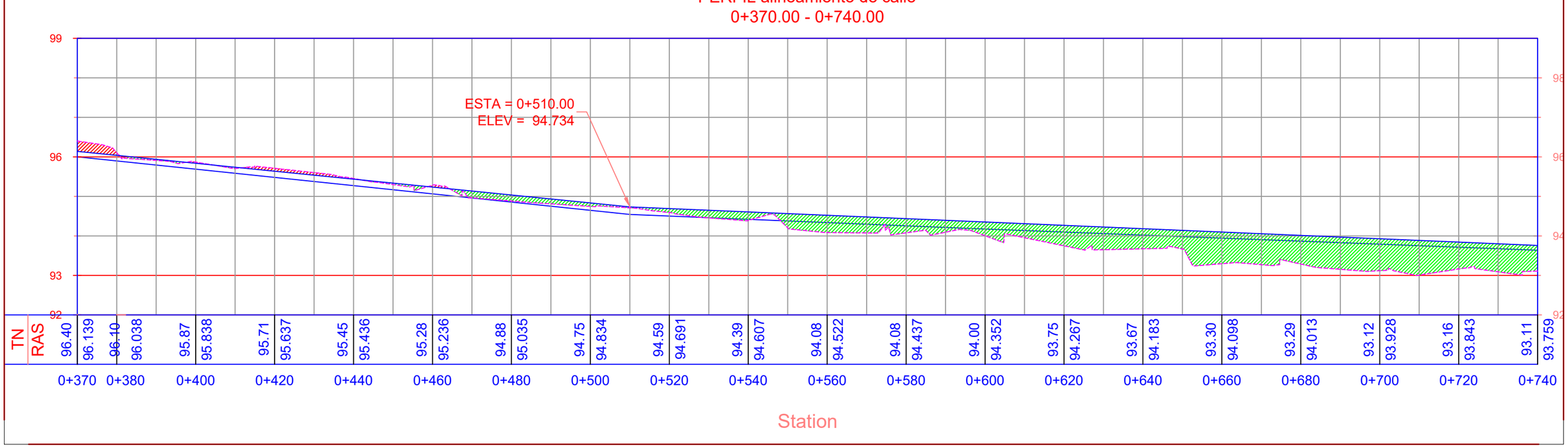
MAYO/2026

LÁMINA: 01 DE 07

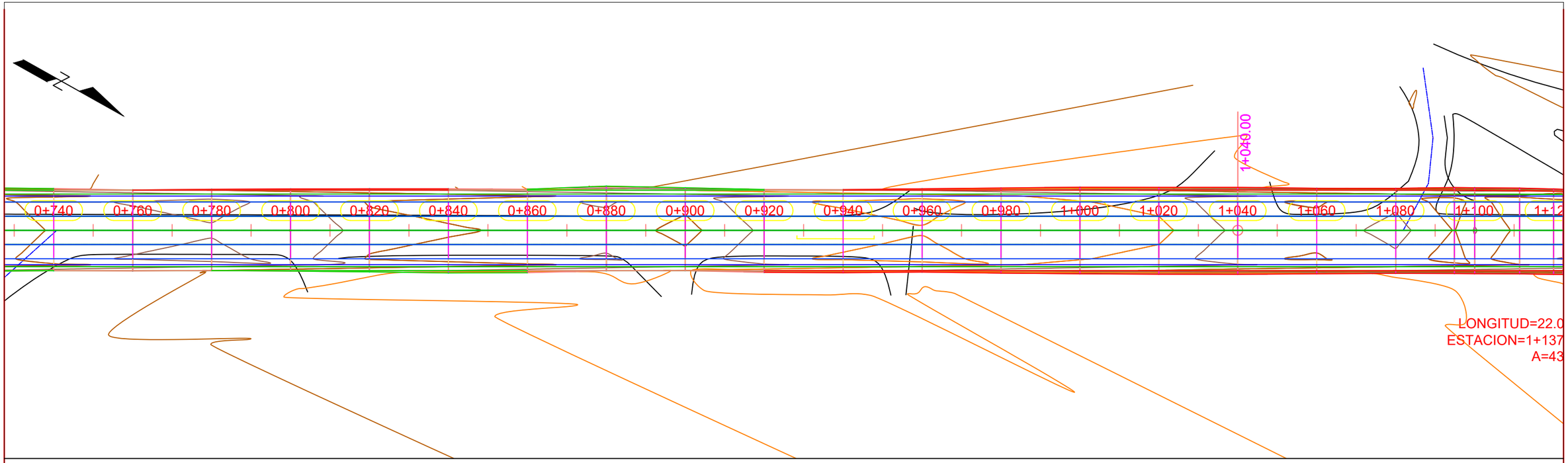
ESCALA: H= 1:100
V=1:1000



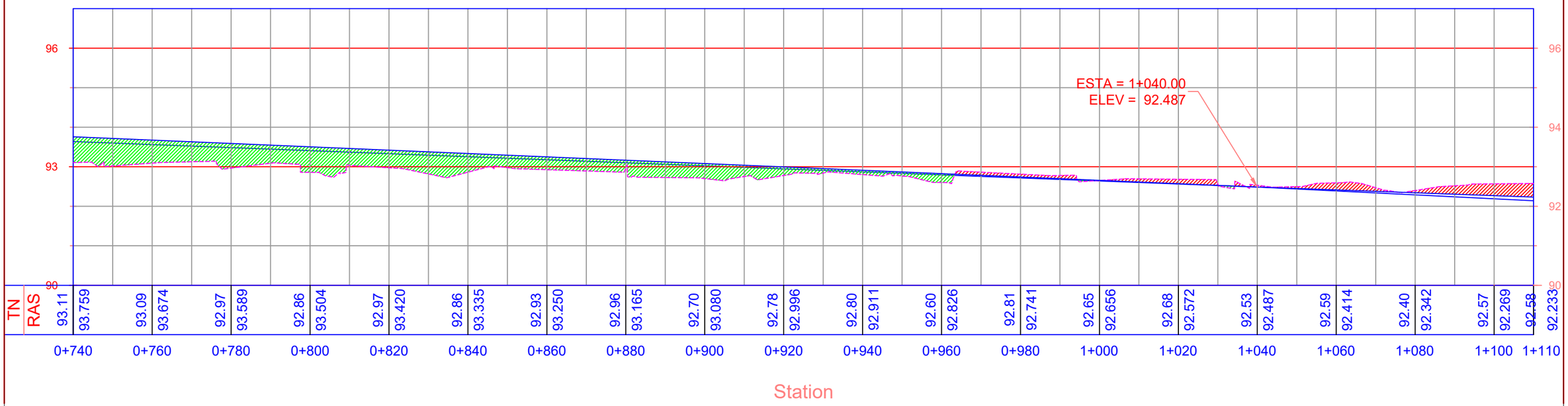
PERFIL alineamiento de calle
0+370.00 - 0+740.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		ELABORADO POR: SHIRLEY MENDIETA AGUILAR. ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA. JUAN DANIEL MERCADO.	REVISO: ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO
AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION		PLANTA Y PERFIL	
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026		MAYO/2026	LÁMINA: 02 DE 07 — ESCALA: H= 1:100 V=1:1000



PERFIL alineamiento de calle
0+740.00 - 1+110.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

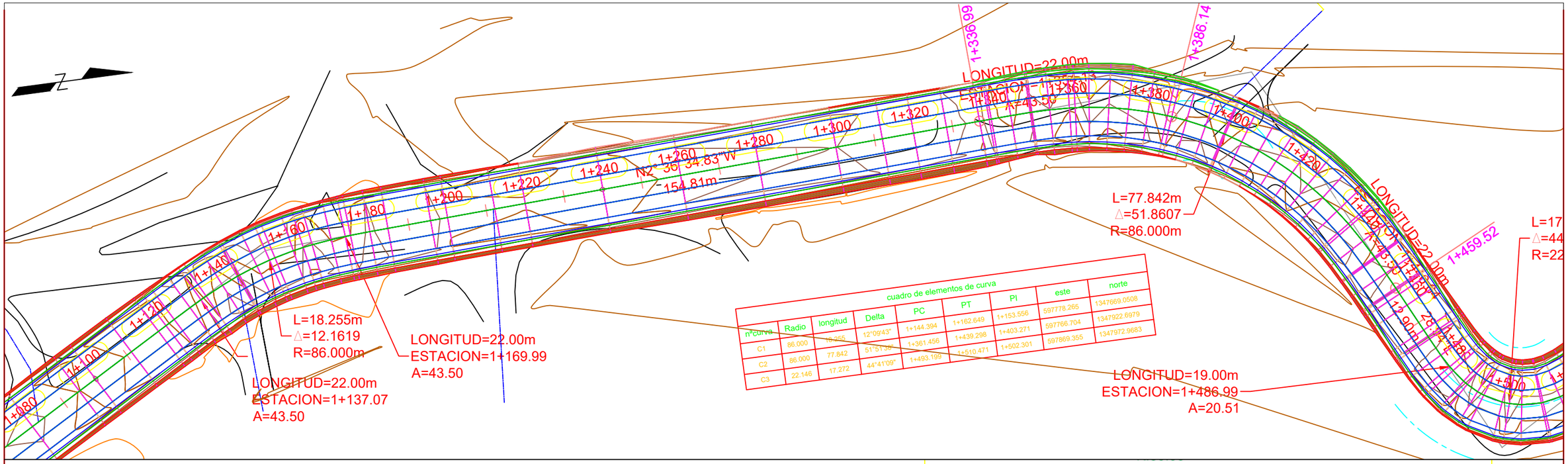
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

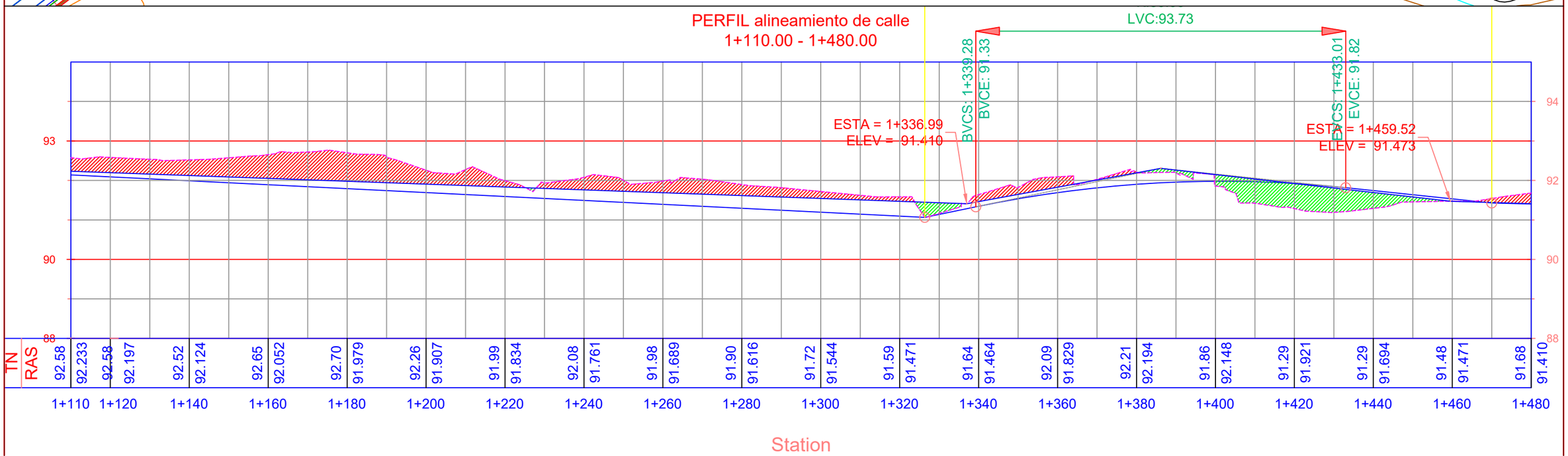
PLANTA Y PERFIL

MAYO/2026

LÁMINA: 03 DE 07

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

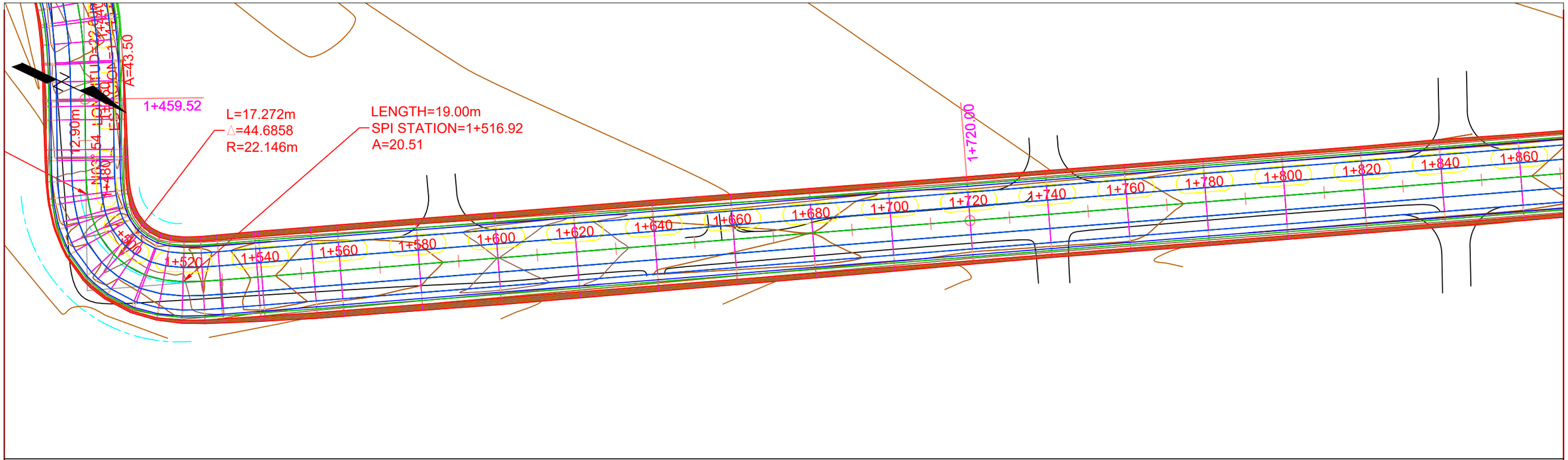
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

PLANTA Y PERFIL

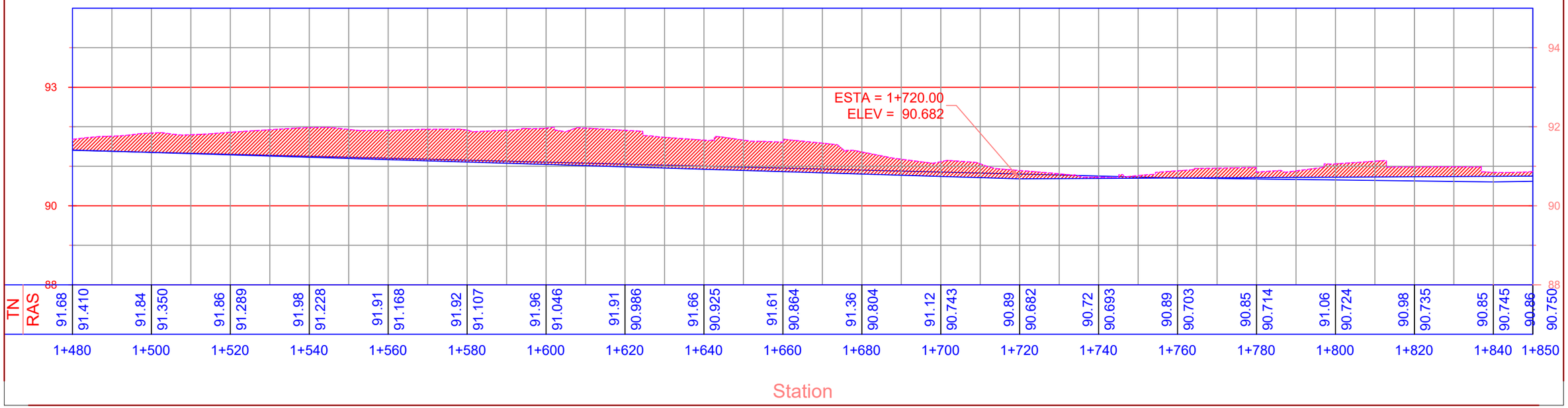
MAYO/2026

LÁMINA: 04 DE 07

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000



PERFIL alineamiento de calle
1+480.00 - 1+850.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

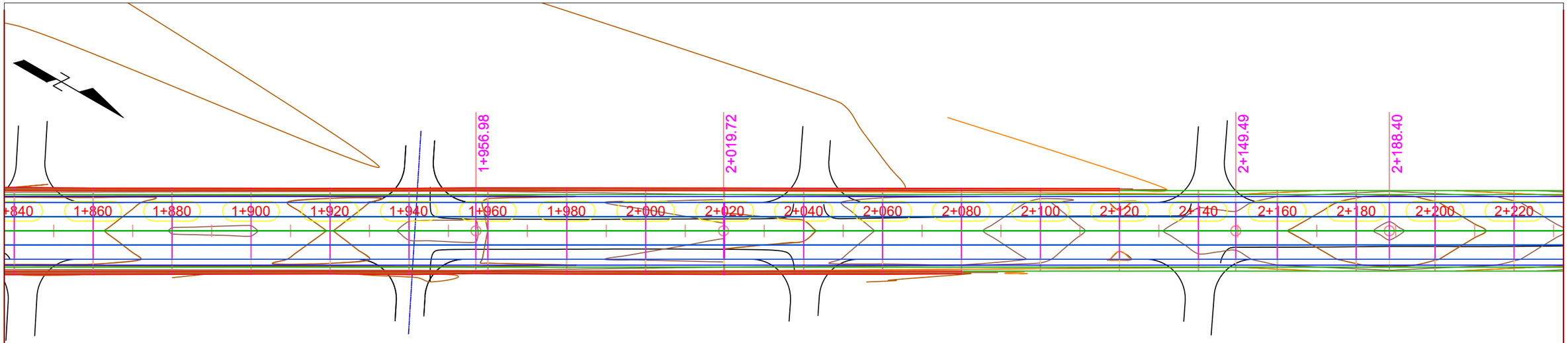
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

PLANTA Y PERFIL

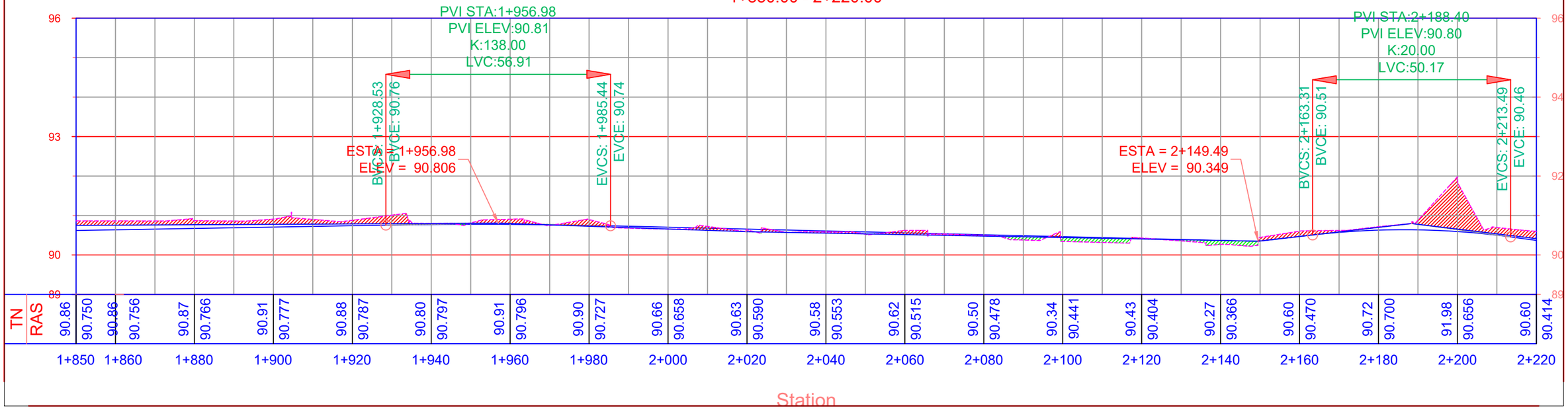
MAYO/2026

LÁMINA: 05 DE 07

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000



PERFIL alineamiento de calle
1+850.00 - 2+220.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

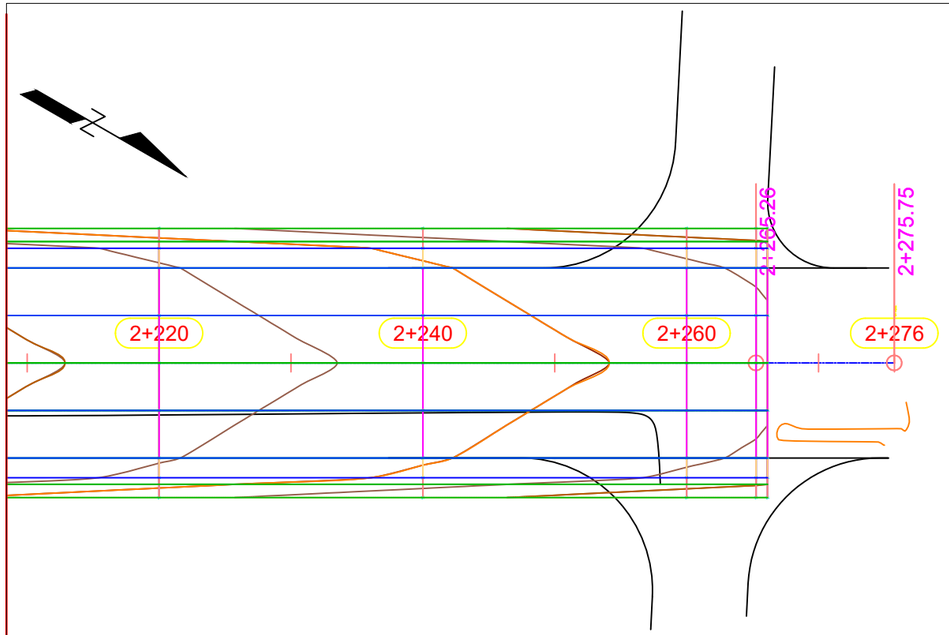
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

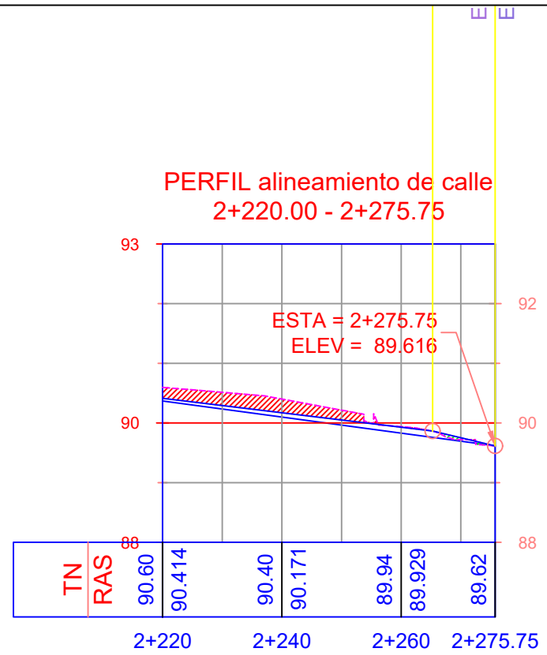
PLANTA Y PERFIL

MAYO/2026

LÁMINA: 06 DE 07

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

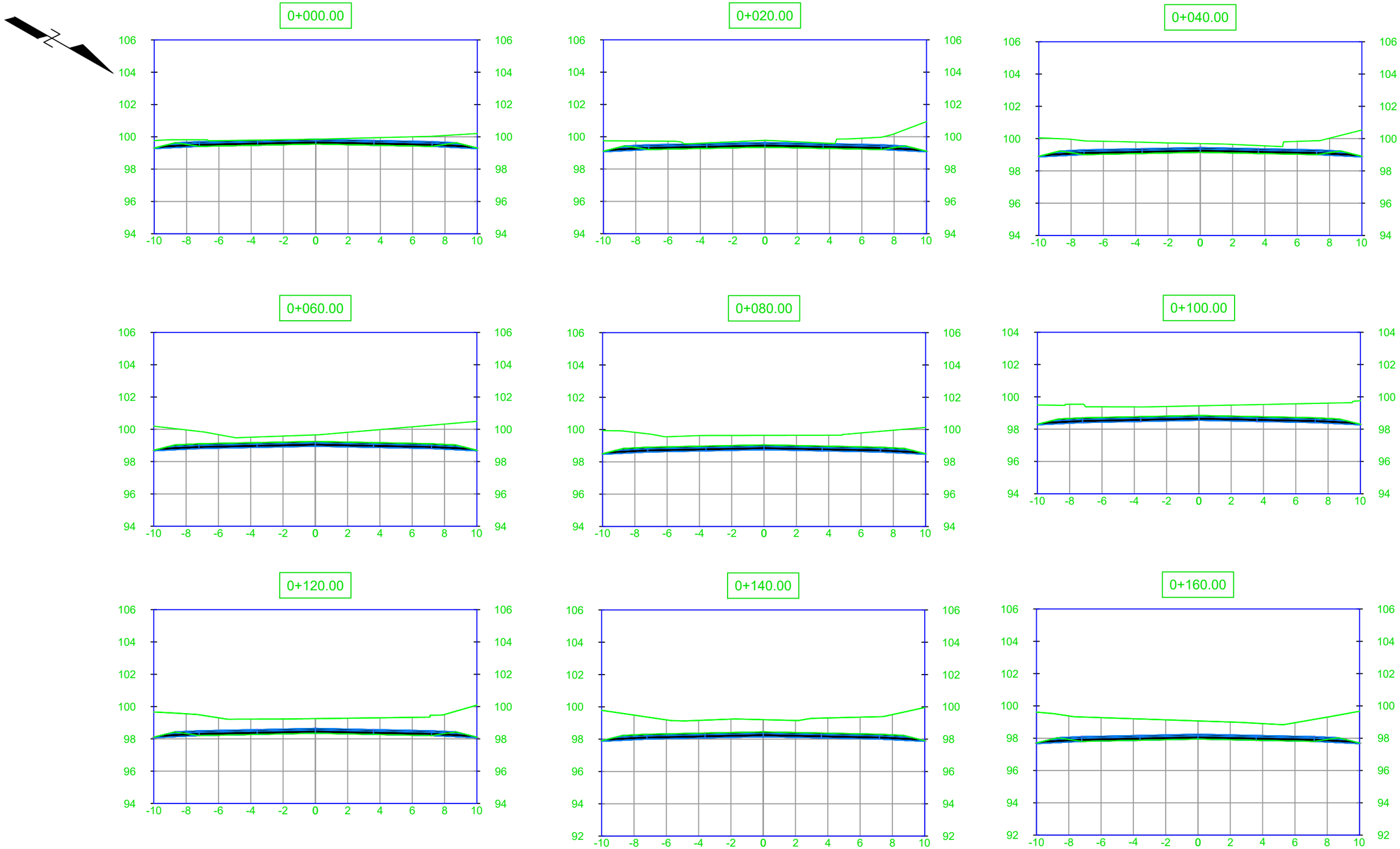
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

PLANTA Y PERFIL

MAYO/2026

LÁMINA: 07 DE 07

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

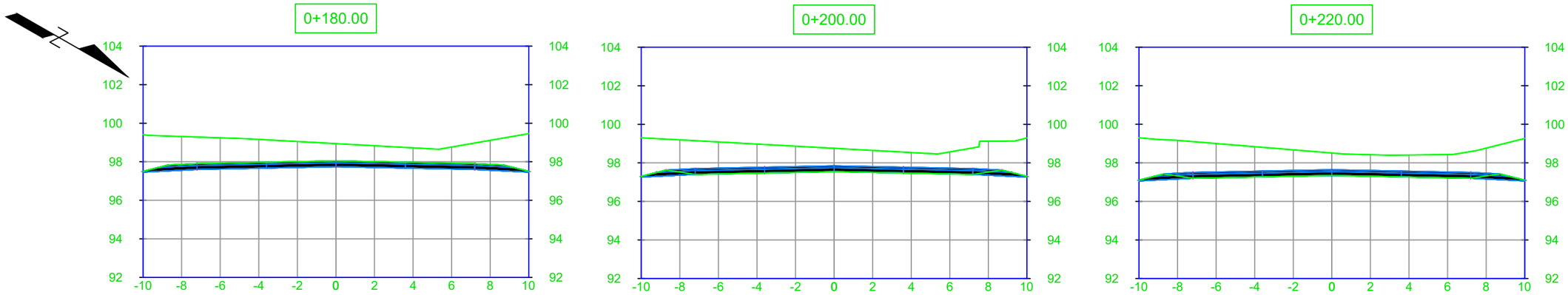
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

LÁMINA: 01 DE 14

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

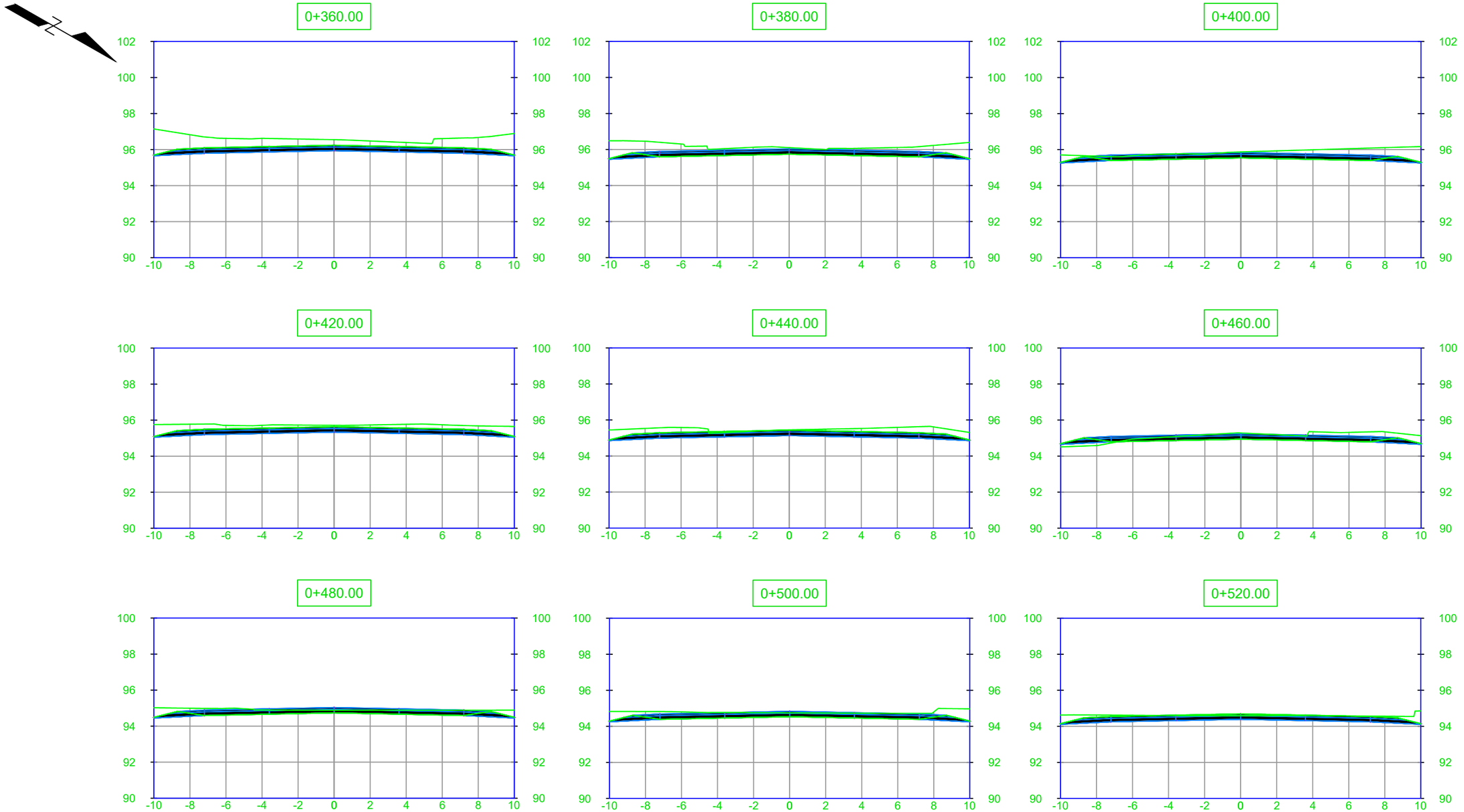
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

LÁMINA: 02 DE 14

ESCALA: H= 1:100 V=1:1000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

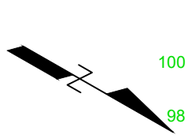
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

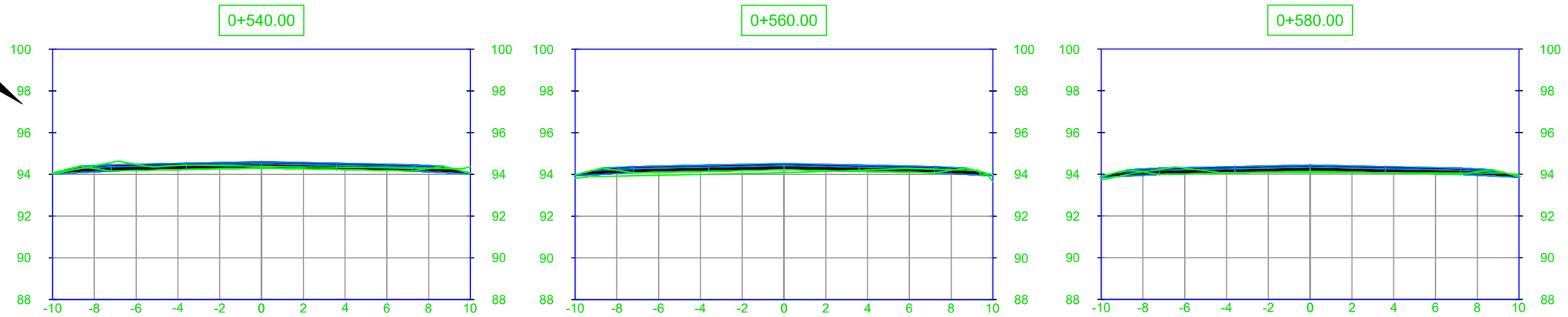
SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

LÁMINA: 03 DE 14

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

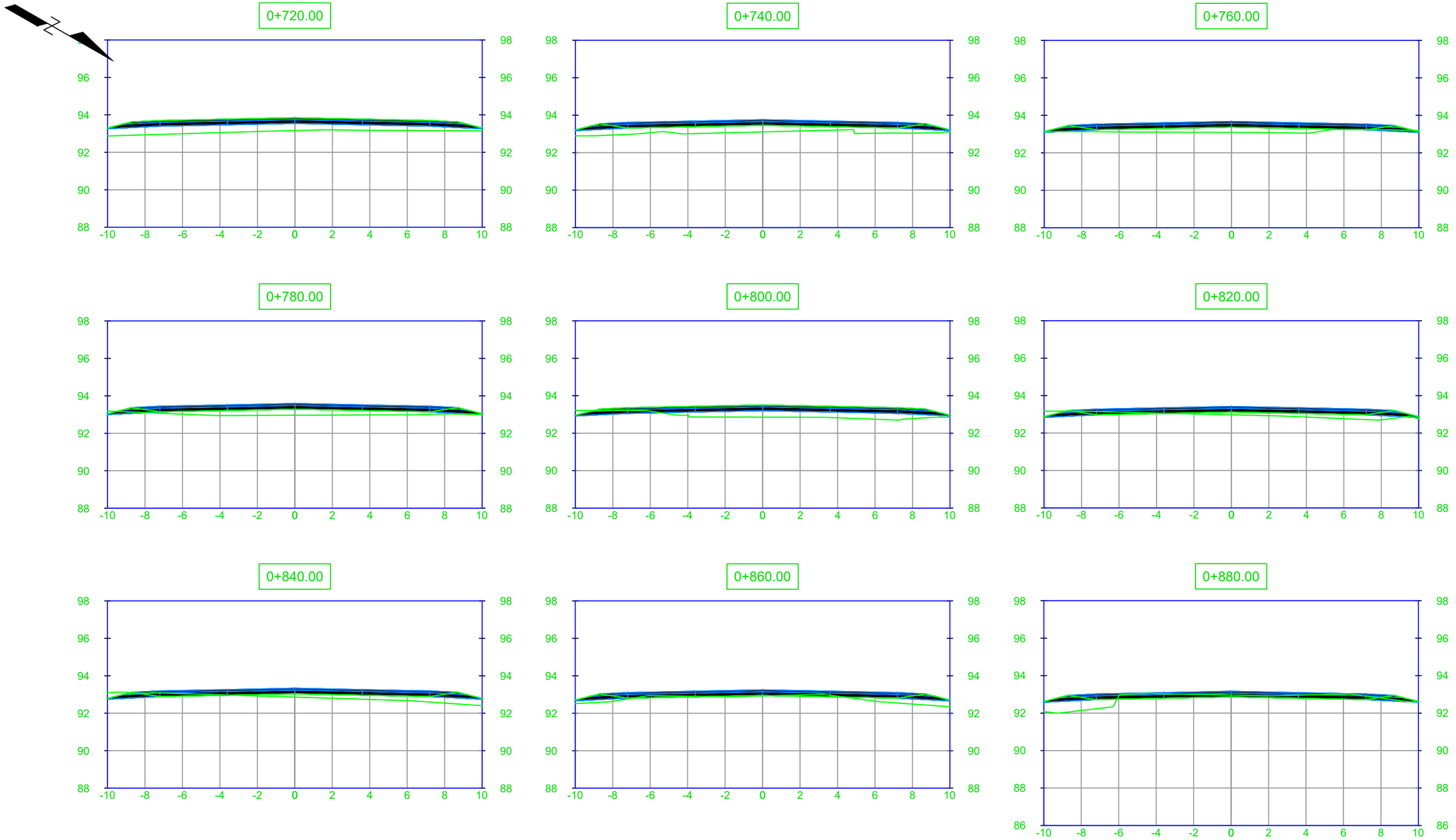
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

LÁMINA: 04 DE 14

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

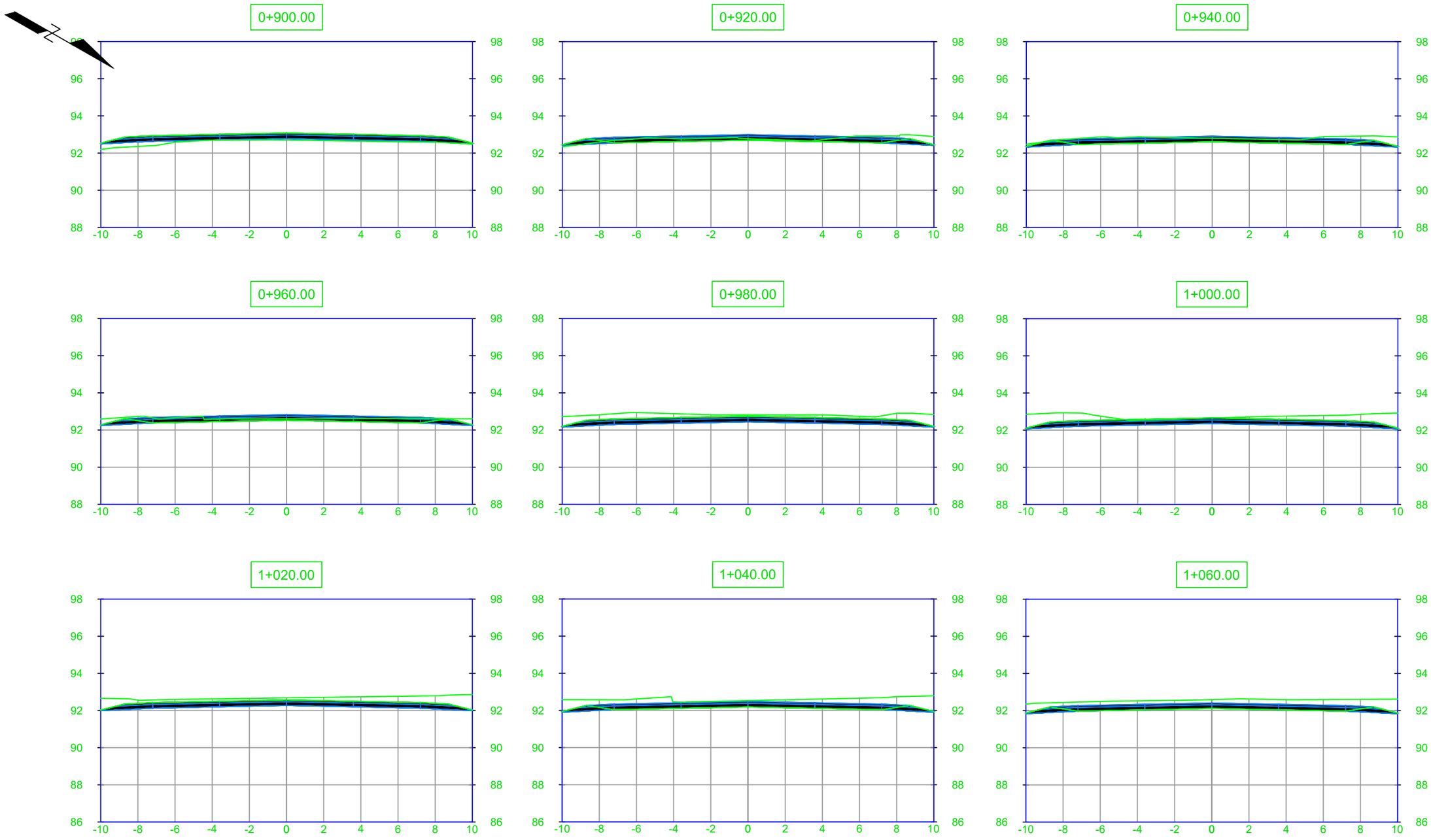
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

LÁMINA: 05 DE 14

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

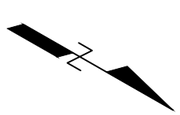
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

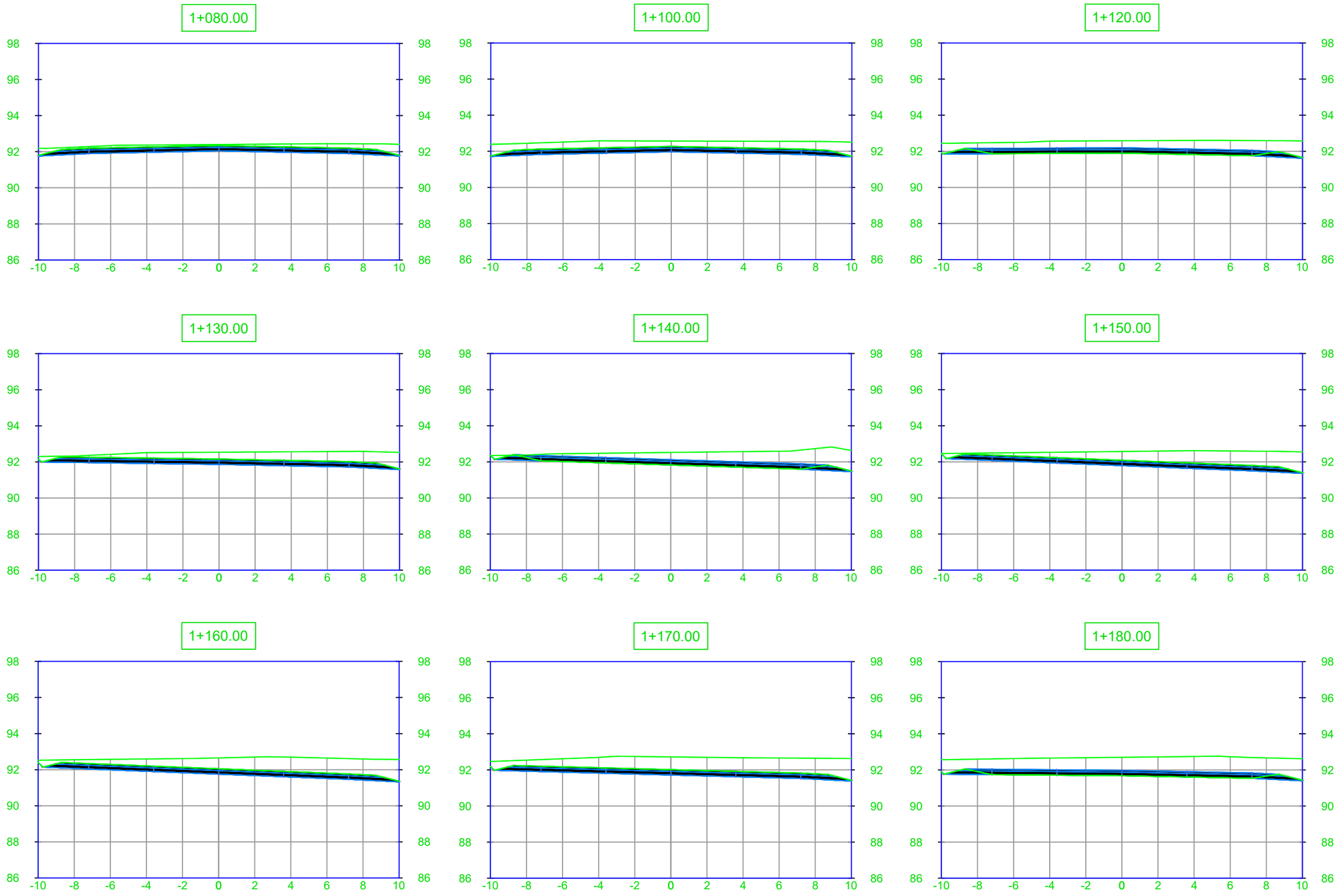
SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

LÁMINA: 06 DE 14

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

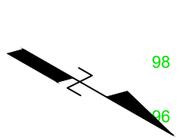
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

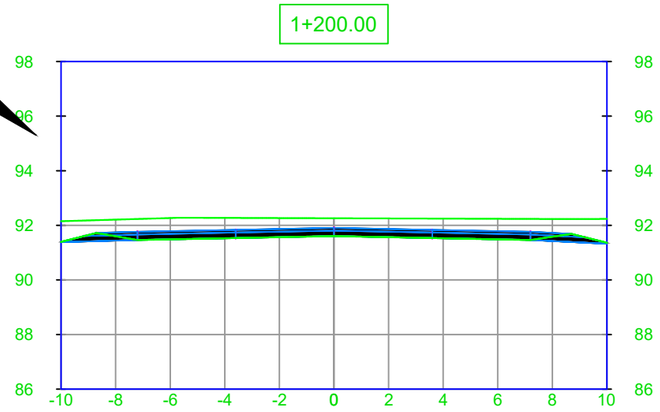
SECCIONES TRANSVERSALES

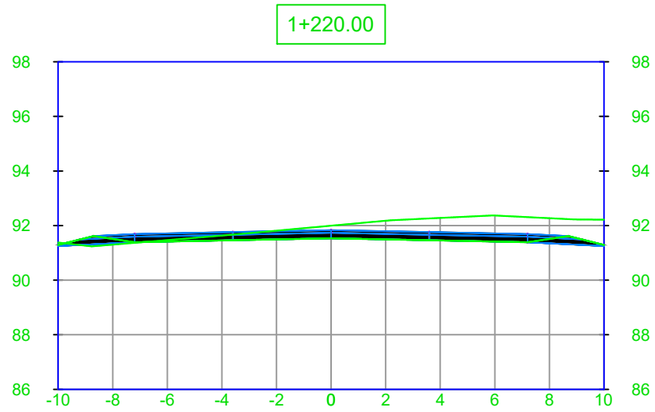
MAYO/2026

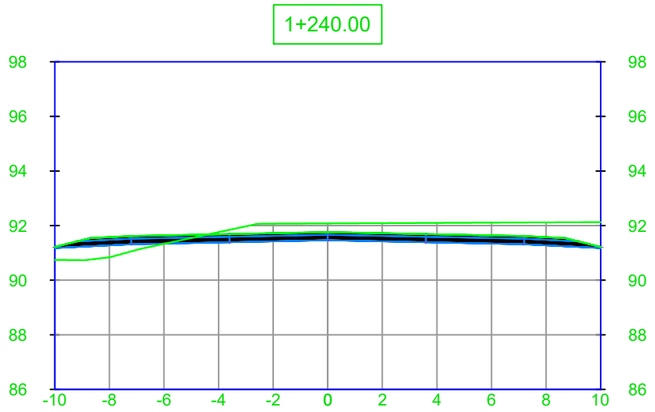
LÁMINA: 07 DE 14

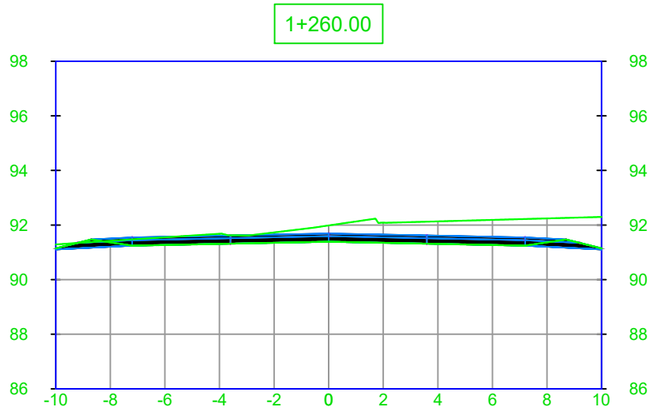
ESCALA: H= 1:100
V=1:1000

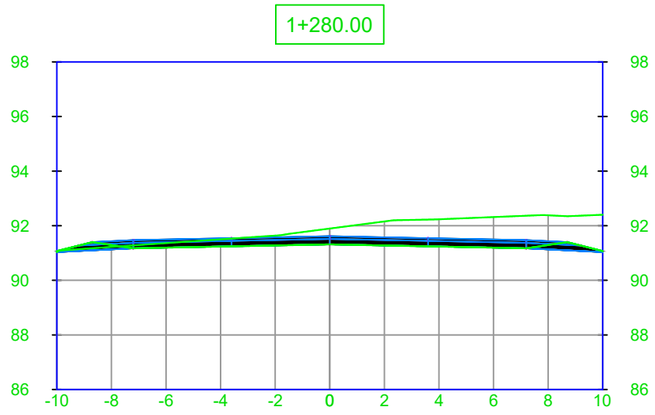


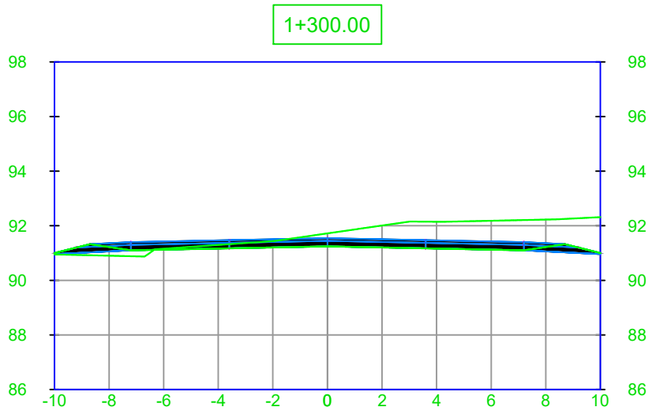


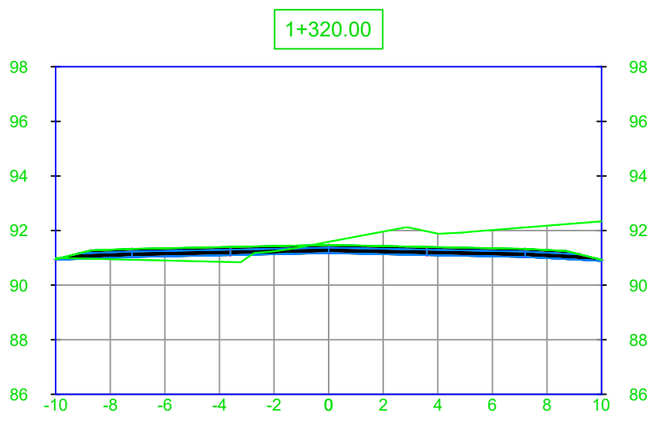


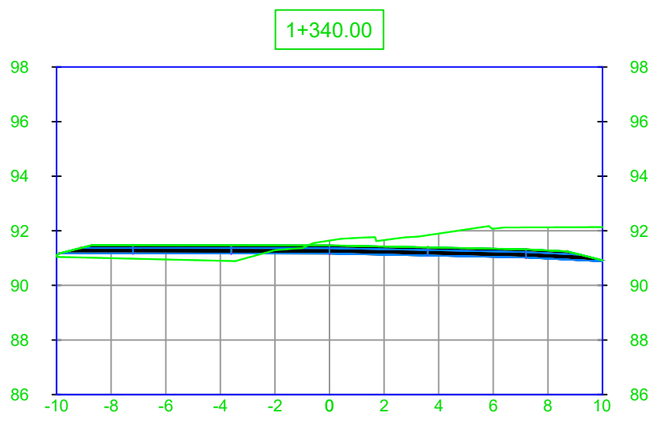


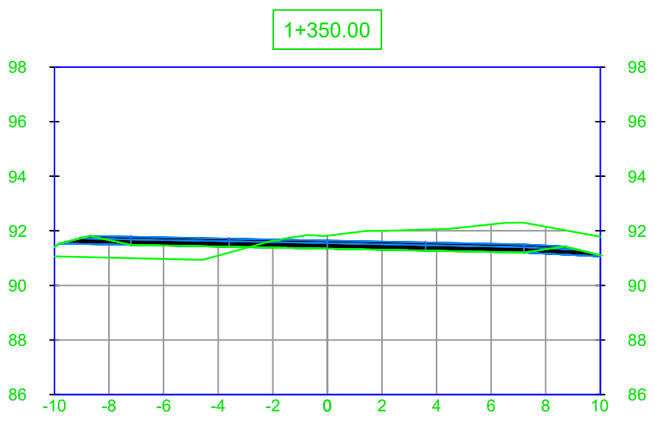














UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

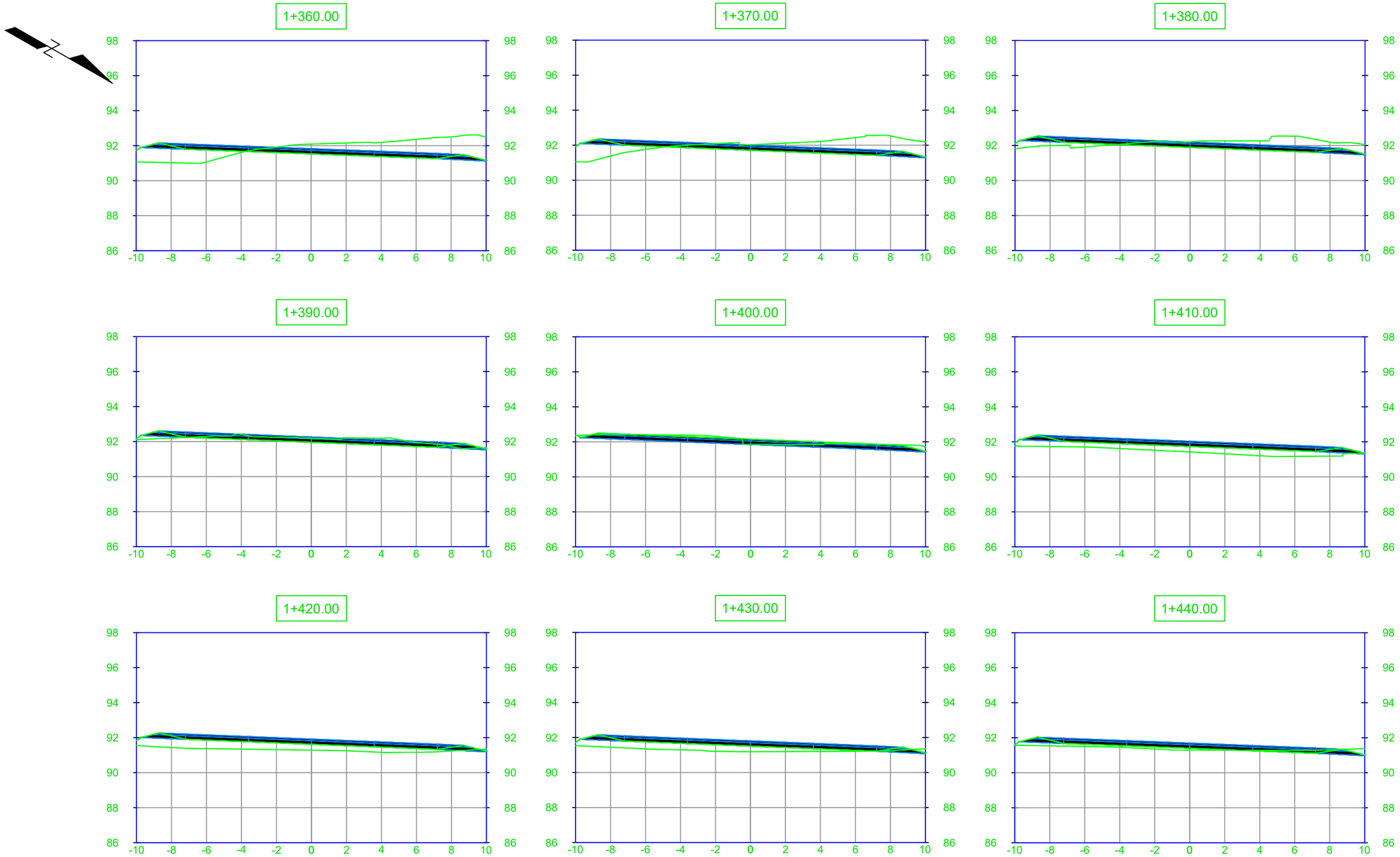
SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

LÁMINA: 08 DE 14

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

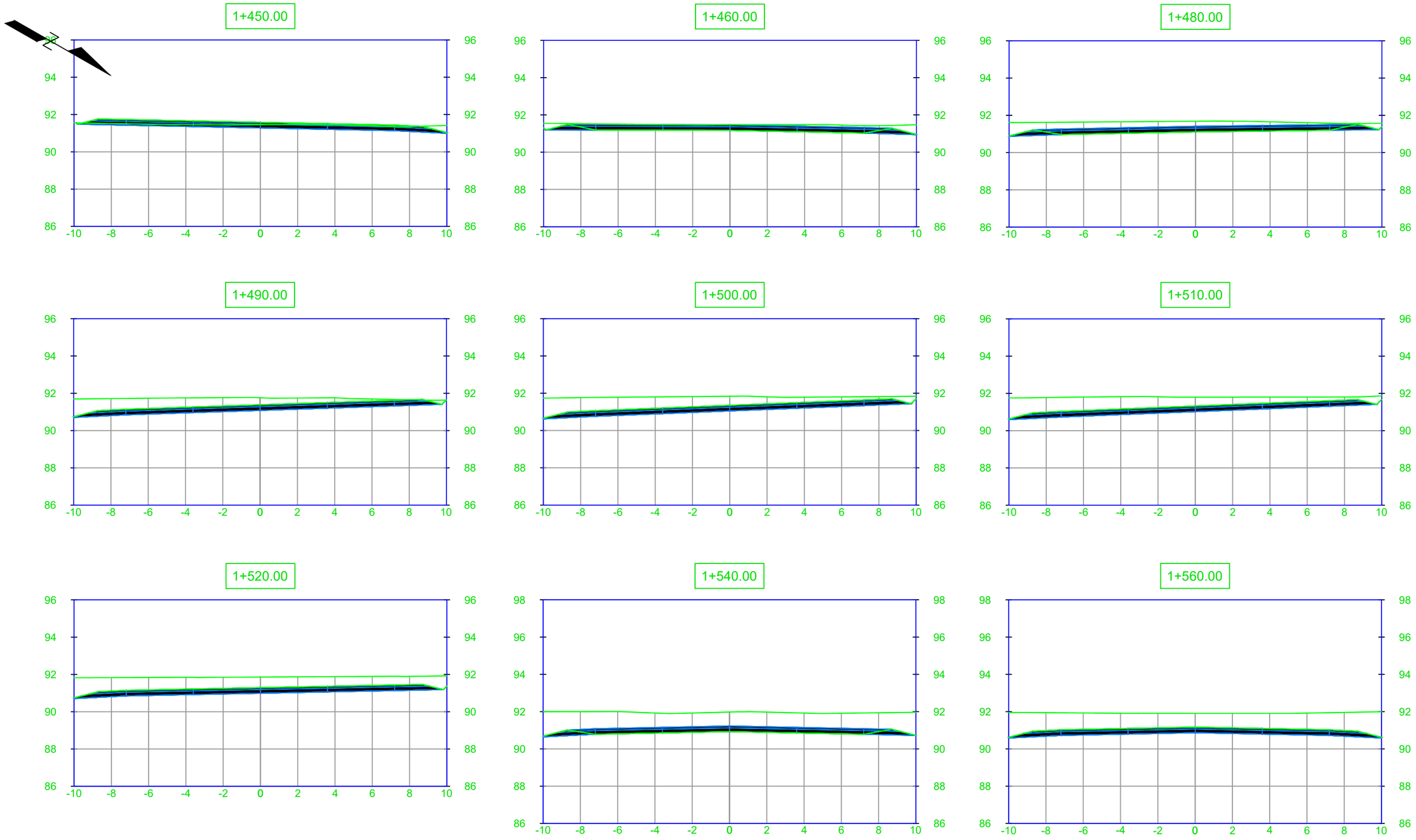
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

LÁMINA: 09 DE 14

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

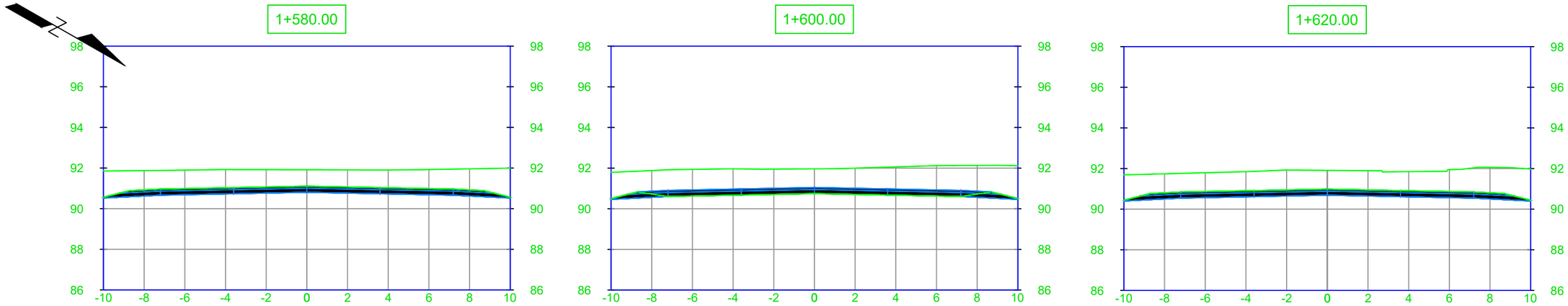
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

LÁMINA: 10 DE 14

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

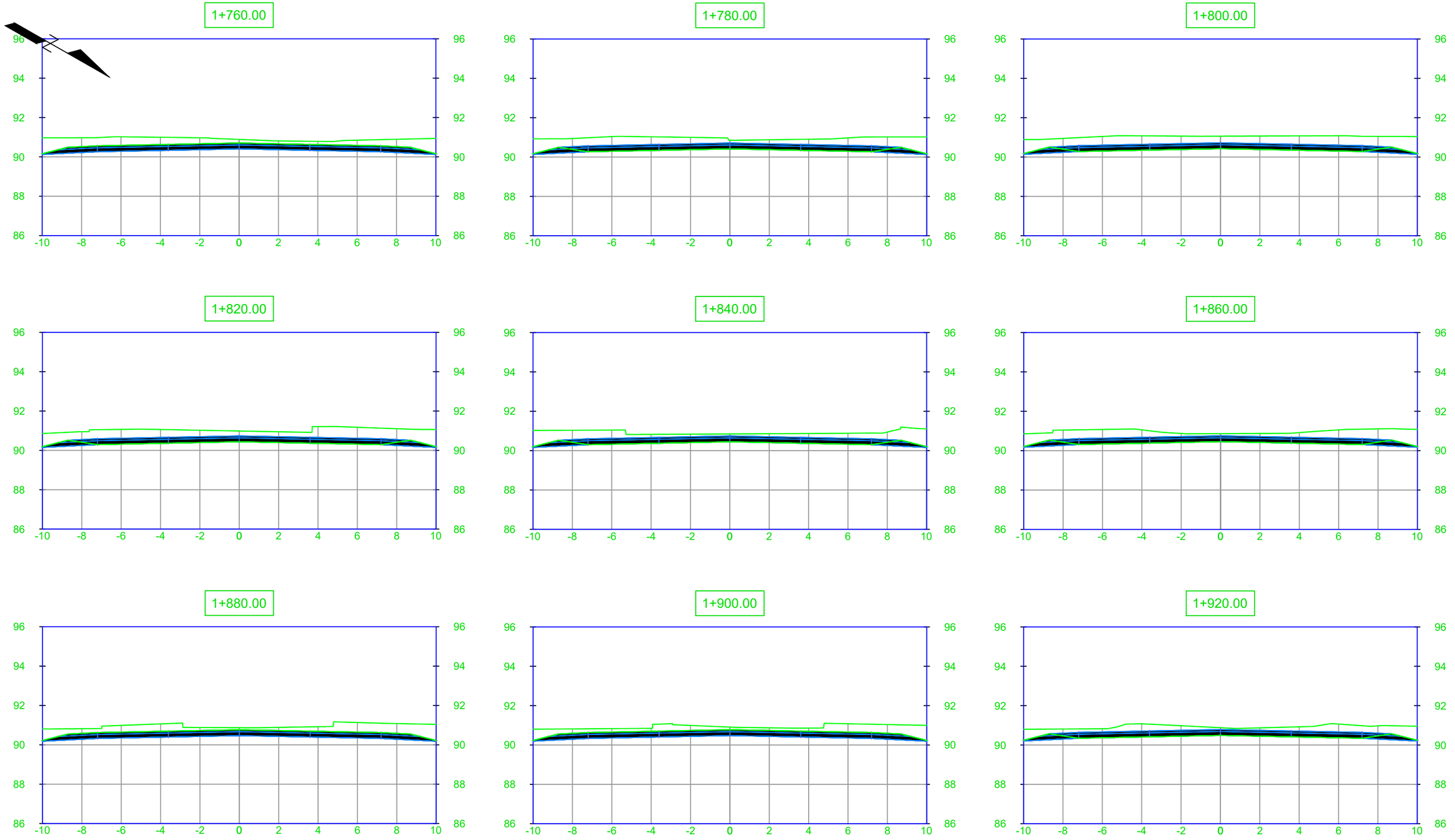
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

LÁMINA: 11 DE 14

ESCALA: H= 1:100 V=1:1000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

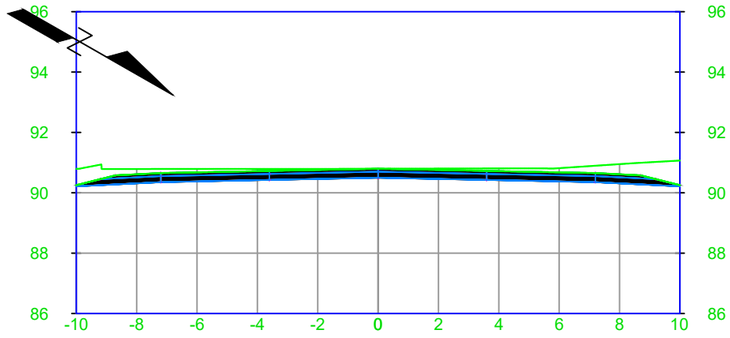
SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

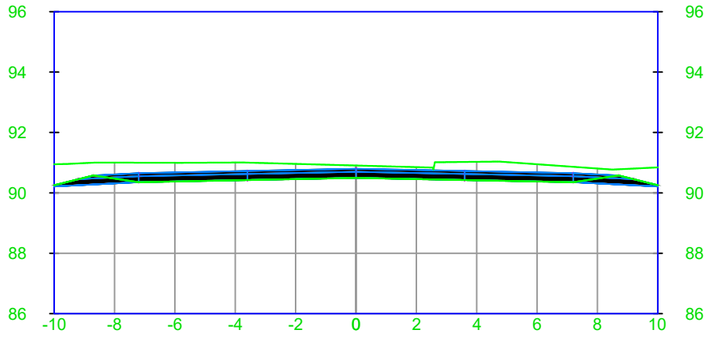
LÁMINA: 12 DE 14

ESCALA: H= 1:100 V=1:1000

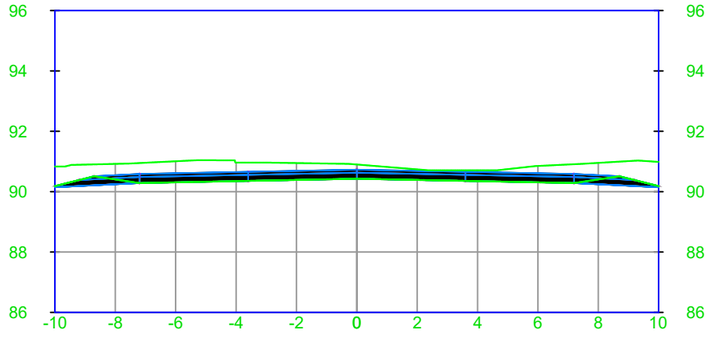
1+940.00



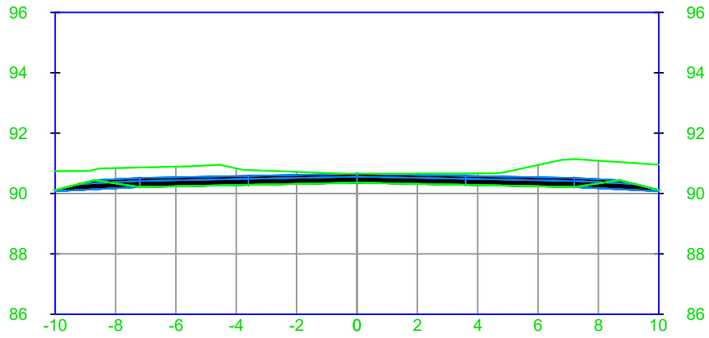
1+960.00



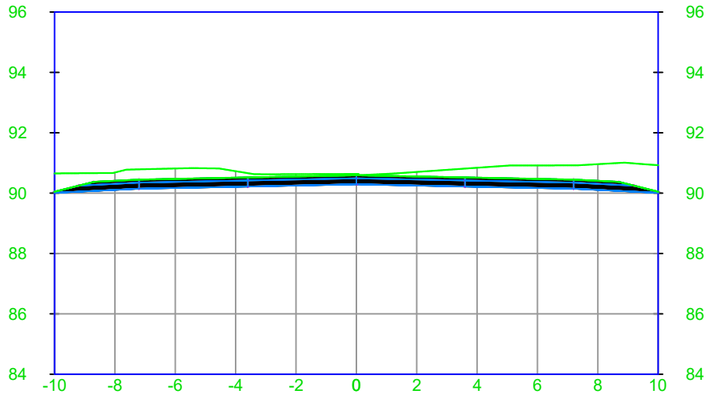
1+980.00



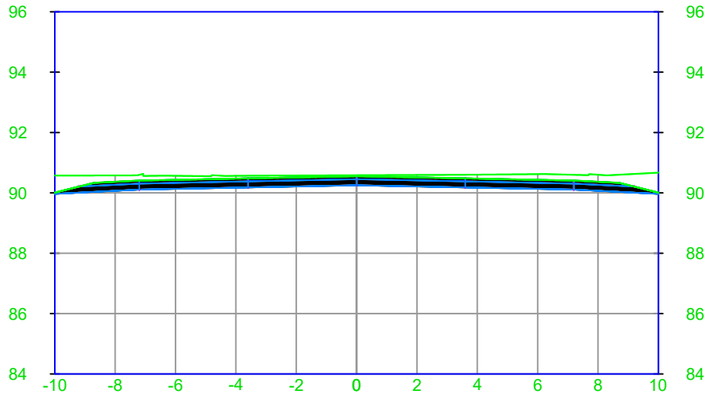
2+000.00



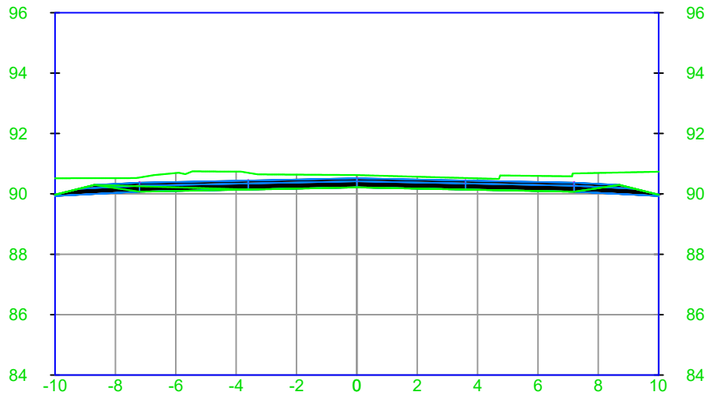
2+020.00



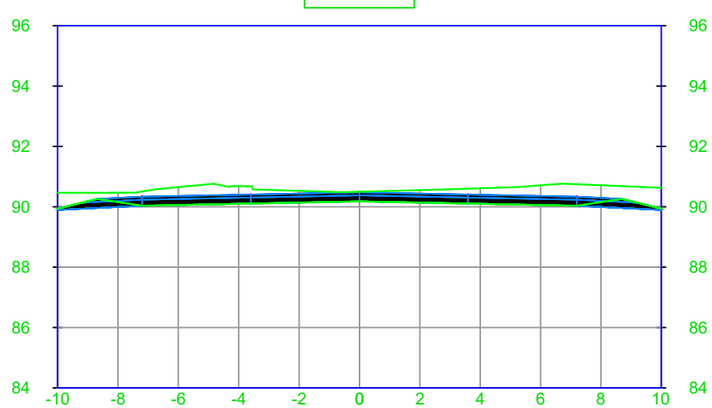
2+040.00



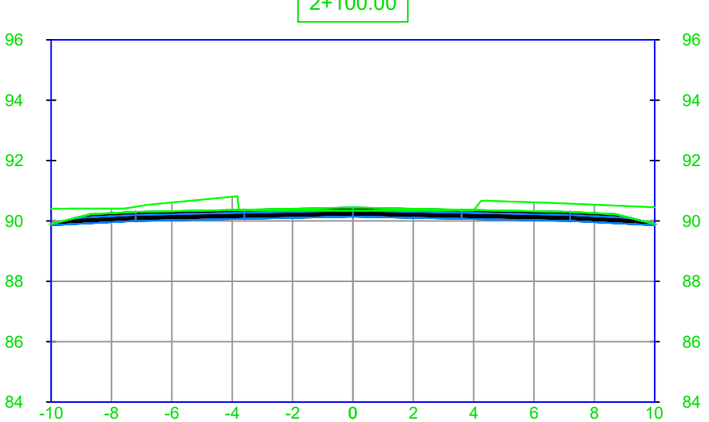
2+060.00



2+080.00



2+100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

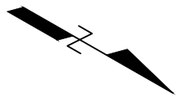
REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

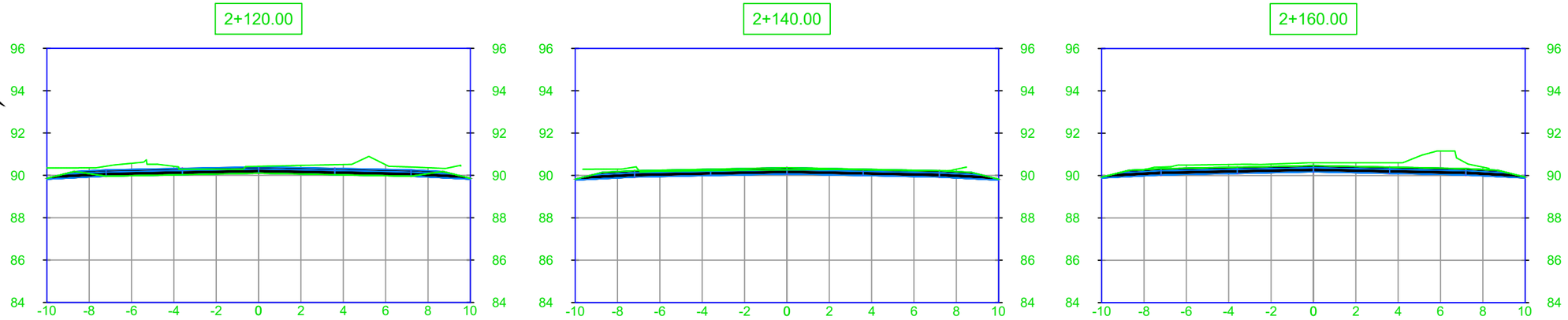
SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

LÁMINA: 13 DE 14

ESCALA: H= 1:100 V=1:1000





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

AREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DEL TRAMO DE 2.17 KM, DEL MONUMENTO PEDRO ARAUZ PALACIOS TIPITAPA HACIA HOSPITAL BAUTISTA FILIAL TIPITAPA, 2026

ELABORADO POR:
SHIRLEY MENDIETA AGUILAR.
ELIAZAR NATANAEL MEDRANO MEDINA.
JUAN DANIEL MERCADO.

REVISO:
ING: HECTOR JAVIER BALLADARES ALVARADO

SECCIONES TRANSVERSALES

MAYO/2026

LÁMINA: 14 DE 14

ESCALA: H= 1:100
V=1:1000

Secretaría Académica de
Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

CONSTANCIA DE CULMINACION DE ESTUDIOS

La suscrita Secretaria Académica del Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción, de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), hace constar que:

SHIRLEY SIMONA MENDIETA AGUILAR

Carnet: **2017-0529U**, Con plan de Estudios **2015**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente, ha aprobado las asignaturas del **Programa Académico de Ingeniería Civil** en el **II Semestre del 2022,** quedando pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio que lo acredite como **INGENIERO CIVIL.**

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Dado en la ciudad de Managua, a los nueve días del mes de abril del año dos mil veintiséis.

Atentamente,

Secretaria Académica · SA · DACAC · UNI

MSc. Beatriz de los Ángeles Tórrez Rodríguez
Secretaria Académica
Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

CC: Archivo

Teléfono (505) 8379 8901

Recinto Universitario Simón Bolívar RUSB
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua. Apdo.5595

beatriz.torrez@uni.edu.ni
www.registro.uni.edu.ni

Escaneado con CamScanner

Secretaría Académica de
Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

CONSTANCIA DE CULMINACION DE ESTUDIOS

La suscrita Secretaria Académica del Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción, de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), hace constar que:

ELIAZAR NATANAHEL MEDRANO MEDINA

Carnet: **2016-1153U**, Con plan de Estudios **2015**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente, ha aprobado las asignaturas del **Programa Académico de Ingeniería Civil** en el II **Semestre del 2021,** quedando pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio que lo acredite como **INGENIERO CIVIL.**

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Dado en la ciudad de Managua, a los nueve días del mes de abril del año dos mil veintiséis.

Atentamente

Secretaría Académica SA - DACAC UNI

MSc. Beatriz de los Ángeles Tórrez Rodríguez
Secretaria Académica
Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

CC: Archivo

Teléfono (505) 8379 8901

Recinto Universitario Simón Bolivar RUSB
Avenida Universitaria,
Managua, Nicaragua. Apdo.5595

beatriz.torrez@uni.edu.ni
www.registro.uni.edu.ni

Escaneado con CamScanner

Secretaría Académica de
Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

CONSTANCIA DE CULMINACION DE ESTUDIOS

La suscrita Secretaria Académica del Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción, de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), hace constar que:

JUAN DANIEL MERCADO SANCHEZ

Carnet: **2016-0235U**, Con plan de Estudios **2015**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente, ha aprobado las asignaturas del **Programa Académico de Ingeniería Civil** en el **II Semestre del 2022,** quedando pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio que lo acredite como **INGENIERO CIVIL.**

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Dado en la ciudad de Managua, a los nueve días del mes de abril del año dos mil veintiséis.

Atentamente,

Secretaría Académica UNI DACAC

MSc. Beatriz de los Ángeles Tórrez Rodríguez
Secretaria Académica
Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

CC: Archivo

Teléfono (505) 8379 8901

Recinto Universitario Simón Bolívar RUSB
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua. Apdo.5595

beatriz.torrez@uni.edu.ni
www.registro.uni.edu.ni

Escaneado con CamScanner

Universidad Nacional de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
UNI
RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR

MATRICULA ORDINARIA CURSO 2026 SEMESTRE 1

CÓDIGO DE ESTUDIANTE	20016302		
NOMBRE	MENDIETA AGUILAR SHIRLEY SIMONA		
ÁREA/CUR	DIRECCIÓN ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		
CARRERA	Ingeniería Civil		
TURNO	Diurno	**SEXO**	F
AÑO MATRICULADO	6	**GRUPO**	D1FCE-CIV-S
SIT. ESC	REINGRESO	**AÑO ING. EDUC. SUP**	2017

AÑO	GRUPO	ASIGNATURA
6	D1FCE-CI	FORMA DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS

LAS ASIGNATURAS MARCADAS CON (*) SON LLEVADAS POR TERCERA VEZ.
Para Consultar Informe de Calificaciones en https://singu.setec.edu.ni/

Correo:
Clave:

FECHA: 07/04/2026 10:22:45

Creado Por: 20016302
Actualizado Por:

INICIO DE CLASES:
-- NUEVO INGRESO 2026:
--PRESENCIAL: LUNES 2 DE FEBRERO
--SABATINO: SÁBADO 31 DE ENERO
--DOMINICAL: DOMINGO 1 DE FEBRERO
--REINGRESO 2026:
-- CARRERAS DE CIENCIAS DE LA SALUD (II AÑO - VI AÑO): LUNES 26 DE ENERO.
--PRESENCIAL: 9 DE MARZO
--SABATINO: 7 DE MARZO
--DOMINICAL: 8 DE MARZO

Universidad Nacional de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
UNI
RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR

MATRICULA ORDINARIA CURSO 2026 SEMESTRE 1

REPOSICIÓN HOJA DE MATRÍCULA

CÓDIGO DE ESTUDIANTE	20-01648-9		
NOMBRE	MEDRANO MEDINA ELIAZAR NATANAHEL		
ÁREA/CUR	DIRECCIÓN ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		
CARRERA	Ingeniería Civil		
TURNO	Diurno	**SEXO**	M
AÑO MATRICULADO	6	**GRUPO**	D1FCE-CIV-S
SIT. ESC	REINGRESO	**AÑO ING. EDUC. SUP**	2016

E. M	AÑO	GRUPO	ASIGNATURA
M	6	D1FCE-CI	FORMA DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS

LAS ASIGNATURAS MARCADAS CON (*) SON LLEVADAS POR TERCERA VEZ.
Para Consultar Informe de Calificaciones en https://singu.setec.edu.ni/

FECHA: 28/04/2026

Creado Por: 20016489
Actualizado Por:

Universidad Nacional de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
UNI
RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR

MATRICULA ORDINARIA CURSO 2026 SEMESTRE 1

CÓDIGO DE ESTUDIANTE	69D2E188		
NOMBRE	MERCADO SÁNCHEZ JUAN DANIEL		
ÁREA/CUR	DIRECCIÓN ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		
CARRERA	Ingeniería Civil		
TURNO	Diurno	**SEXO**	M
AÑO MATRICULADO	6	**GRUPO**	D1FCE-CIV-S
SIT. ESC	REINGRESO	**AÑO ING. EDUC. SUP**	2016

AÑO	GRUPO	ASIGNATURA
6	D1FCE-CI	FORMA DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS

LAS ASIGNATURAS MARCADAS CON (*) SON LLEVADAS POR TERCERA VEZ.
Para Consultar Informe de Calificaciones en https://singu.setec.edu.ni/

Correo:
Clave:

FECHA: 07/04/2026 10:44:42

Creado Por: ISOZA
Actualizado Por:

INICIO DE CLASES:
-- NUEVO INGRESO 2026:
--PRESENCIAL: LUNES 2 DE FEBRERO
--SABATINO: SÁBADO 31 DE ENERO
--DOMINICAL: DOMINGO 1 DE FEBRERO
--REINGRESO 2026:
-- CARRERAS DE CIENCIAS DE LA SALUD (II AÑO - VI AÑO): LUNES 26 DE ENERO.
--PRESENCIAL: 9 DE MARZO
--SABATINO: 7 DE MARZO
--DOMINICAL: 8 DE MARZO