

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU
RELACIÓN CON EL TRANSPORTE PESADO COMPENDIDO
ENTRE EL DESVIO DEL Km 1292+000 DE LA PANAMERICANA
SUR CON EMPALME A LA AVENIDA ZARUMILLA, DISTRITO,
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

TACNA – PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACIÓN CON
EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL Km
1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AVENIDA
ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 10 de diciembre del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: MTRA. DINA MARLENE COTRADO FLORES

SECRETARIO: MGR. MARTIN PAUCARA ROJAS

VOCAL: MGR. PEDRO VARELIO MAQUERA CRUZ

ASESOR: MTRO. ROLANDO GONZALO SALAZAR CALDERÓN JUÁREZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Adolfo Pedro Clavitea Chipana, con documento de identidad 43748677, en calidad de: Bachiller en Ingeniería Civil de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna.

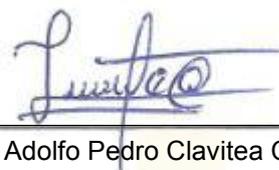
Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: *“Análisis del diseño geométrico de la trocha y su relación con el transporte pesado comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la panamericana sur con empalme a la avenida zarumilla, distrito, provincia y departamento de Tacna-Año 2021”*, la misma que presento para optar: Título Profesional De Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 10 de diciembre del 2021



Bach. Adolfo Pedro Clavitea Chipana
DNI: 43748677

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a mi Señor Jesucristo, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante en mi carrera profesional.

A mis padres, por demostrarme siempre su amor, su apoyo incondicional, trabajo y sacrificio todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí. Ha sido un orgullo y un privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mi hermano mayor, a quien quiero como un padre, por compartir conmigo momentos significativos en mi infancia y por siempre estar dispuesto a escucharme y apoyarme incondicionalmente en cualquier momento. A toda mi familia porque sin ellos no hubiéramos logrado esta meta.

Bach. Adolfo Pedro Clavitea Chipana

AGRADECIMIENTO

A mi padre y mi madre, que son un ejemplo de amor y apoyo constante que hicieron posible mi anhelado ideal de ser Ingeniero.

A mi asesor de tesis, por su apoyo, guía y disposición permitiéndome culminar mi tesis.

A la Universidad Privada de Tacna que me acogió en mi formación profesional que hoy la veo cristalizada.

A mis profesores que me impartieron sus enseñanzas y experiencias las cuales me permitió mejorar mi labor profesional.

Bach. Adolfo Pedro Clavitea Chipana

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADO	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción del Problema	2
1.2. Formulación del problema	7
1.2.1. Problema General.....	7
1.2.2. Problemas Específicos	7
1.3. Justificación e importancia	7
1.4. Objetivos.....	8
1.4.1. Objetivo General.....	8
1.4.2. Objetivos Específicos.....	8
1.5. Hipótesis.....	9
1.5.1. Hipótesis General	9
1.5.2. Hipótesis Específicas.....	9
1.6. Identificación y/o características de las variables.....	9
1.6.1. Variable Independiente	9
1.6.2. Variable Dependiente	9

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes del Estudio	10
2.1.1. Antecedentes Académicos	10
2.1.2. Antecedentes Regional de la Zona	12
2.1.3. Antecedentes de la Trocha Actual	12
2.2. Bases Teóricas	14
2.2.1. Estudio de Trafico	14
2.2.2. Ubicación de la estación de conteo	14
2.2.3. Características Generales del Conteo	15
2.2.4. Índice Medio Diario Anual (IMDA)	15
2.2.5. Definición de Carretera	16
2.2.6. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico	17
2.2.7. Diseño Geométrico	18
2.2.8. Clasificación de Carreteras	18
2.2.8.1. Clasificación de Acuerdo a la Demanda	18
2.2.8.2. Clasificación Según la Condición Orográfica	19
2.2.9. Vehículo de Diseño	20
2.2.10. Vehículo De Transporte Pesado	20
2.2.11. Velocidad de Diseño o Velocidad Directriz (V)	21
2.2.12. Distancia de Visibilidad	22
2.2.13. Distancia de Visibilidad de Parada	22
2.2.13.1. Distancia de Visibilidad de Paso	23
2.2.14. Diseño Geométrico en Planta o Alineamiento Horizontal	25
2.2.15. Consideraciones en el Alineamiento Horizontal	26
2.2.15.1. Curvas Circulares	27
2.2.15.2. Radios Mínimos de Diseño	28
2.2.15.3. Peraltes Mínimos de Curvas	29
2.2.15.4. Longitud de la Curva de Transición	29

2.2.15.5. Longitud de Tangente o Tramos en Tangente	30
2.2.15.6. Curvas sin Transición	31
2.2.15.7. Sobreancho	32
2.2.15.8. Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales	32
2.2.16. Diseño Geométrico en Perfil o Alineamiento Vertical	33
2.2.17. Consideraciones Para el Alineamiento Vertical	33
2.2.17.1. Pendientes.....	34
2.2.17.2. Curvas Verticales.....	35
2.2.17.3. Diseño Geométrico de la Sección Transversal	36
2.2.17.4. Calzada	36
2.2.17.5. Carriles	37
2.2.17.6. Berma.....	37
2.2.17.7. Bombeo	38
2.2.17.8. Cunetas	38
2.2.17.9. Taludes.....	39
2.2.17.10. Derecho de Vía o Faja de Dominio	39
2.2.17.11. Camino para Carga Pesada	41
2.2.17.12. Vehículo de Carga Pesada-Semirremolque Remolque	41
2.3. Definición de Términos	42
2.3.1. Altimetría	42
2.3.2. Carretera	42
2.3.3. Carretera sin afirmar.....	42
2.3.4. Curva horizontal	42
2.3.5. Curva vertical	42
2.3.6. Ejes longitudinales.....	42
2.3.7. Ejes transversales	43
2.3.8. Perfil longitudinal	43
2.3.9. Rasante	43

2.3.10. Sección transversal	43
2.3.11. Subrasante	43
2.3.12. Trocha carrozable	43
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	44
3.1. Tipo y Nivel de la investigación	44
3.1.1. Tipo de investigación	44
3.1.2. Nivel de investigación	44
3.2. Población y/o muestra de estudio	45
3.2.1. Población	45
3.2.2. Muestra	45
3.3. Operacionalización de Variables	45
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	46
3.4.1. Técnicas aplicadas	46
3.4.2. Instrumentos de Recolección	47
3.4.3. Aplicación de la Recolección de Datos	47
3.4.3.1. Ubicación Geográfica de la Zona en Estudio	47
3.4.3.2. Climatología	49
3.4.3.3. Trabajo de Campo	49
3.4.3.4. Reconocimiento de la Zona	50
3.4.3.5. Levantamiento Topográfico de la Trocha Existente	50
3.5. Procesamiento y análisis de datos	52
3.5.1. Índice medio diario anual	53
3.5.2. Procesamiento de información en CIVIL CAD 3D	53
3.5.3. Análisis de trocha existente	54
3.5.4. Alineamiento horizontal-Curvas Circulares	55
3.5.5. Perfil longitudinal	55
3.5.6. Sección Transversal	55
3.5.7. Relación con el Transporte Pesado y Alternativa Vial	56

CAPÍTULO IV: RESULTADOS	57
4.1. Situacional de la trocha existente.....	57
4.2. Diseño para la Trocha Existente	70
4.3. Índice Medio Diario Semanal y Anual	73
4.4. Clasificación por Demanda	73
4.5. Clasificación por orografía	74
4.6. Comparación de elementos de diseño geométrico	74
4.7. Diseño Geométrico Horizontal	75
4.8. Diseño Geométrico Vertical	76
4.9. Diseño Geométrico Transversales.....	76
4.10. Diseño Geométrico Optimo para la Trocha	76
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	78
5.1. Discusión de la Hipótesis General:	78
5.2. Discusión de la primera Hipótesis Especifica:	78
5.2.1. Discusión de la Topografía	78
5.2.2. Discusión del Alineamiento Horizontal de la Trocha	78
5.2.3. Discusión de la Velocidad de Diseño.....	79
5.2.4. Discusión de los Elementos Geométricos.....	79
5.2.5. Discusión del análisis del seccionamiento transversal.....	80
5.2.6. Discusión de la Velocidad de directriz para alineación horizontal	81
5.2.6.1 Radios mínimos.....	81
5.2.6.2 Longitudes de tramos rectos en zona urbana	81
5.2.6.3 Longitudes de tramos rectos en zona no urbana	81
5.3. Discusión de la segunda Hipótesis Especifica:	82
5.4. Discusión de la tercera Hipótesis Especifica:.....	82
5.5. Propuesta de Solución al Empalme TA-365/PE-1S (Dv. Costanera).....	83
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES.....	86

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estado del Sistema Vial – Región Tacna	5
Tabla 2. Sistema de red Vía – Estado Actual – Región Tacna	5
Tabla 3. Registro A Nivel Nacional de la Red Vial Sector Rural – Distrito De Tacna	6
Tabla 4. Ruta TA-635, Desvió del Km 1292+000 con empalme a la Av. Zarumilla..	12
Tabla 5. Clasificación de los Vehículos	15
Tabla 6. Factor de Corrección Estacional-Mes de Febrero	16
Tabla 7. Clasificación de la Red Vial Peruana y la Velocidad de Diseño.....	21
Tabla 8. Distancia de Visibilidad de Parada (en Metros).....	23
Tabla 9. Distancia Mínima de Visibilidad de Adelantamiento	25
Tabla 10. Ángulos de Deflexión Máximos para los que no se Requiere Curva Horizontal	26
Tabla 11. Fórmulas para el cálculo de los elementos de curva	27
Tabla 12. Radios Mínimos y Peraltes Máximos	28
Tabla 13. Longitud Mínima de Curva de Transición	30
Tabla 14. Longitudes de Tramos en Tangente.....	31
Tabla 15. Radios que Permiten Prescindir de la Curva de Transición.....	31
Tabla 16. Pendientes Máximas (%)	34
Tabla 17. Ancho Mínimo de la Calzada en Tangente (en metros).....	36
Tabla 18. Ancho de Bermas	37
Tabla 19. Valores del Bombeo en la Calzada	38
Tabla 20. Valores para Taludes en Corte (Relación H:V).....	39
Tabla 21. Taludes en Zonas de Relleno (Terraplenes)	39
Tabla 22. Ancho Mínimo de Derecho de Vía.....	39
Tabla 23. Definición Operacional de Variables	45
Tabla 24. Parametros de diseño	53
Tabla 25. Valores del Análisis de la Trocha Existente.....	68
Tabla 26. Tabla de Elementos de Curva Horizontal-Existentes.....	69
Tabla 27. Tabla de Elementos de Curva Vertical-Existentes.....	69
Tabla 28. Toma de Datos del Tráfico en Campo.....	71
Tabla 29. Toma de Datos del Tráfico en Campo.....	72
Tabla 30. Criterios y parámetros de elementos geométricos mínimos conseguidos para Vehiculos de Transporte Pesado	74
Tabla 31. Tabla de Elementos de Curva Horizontales Diseñadas.....	75
Tabla 32. Sobrecanchos y Peraltes en Curvas Diseñadas	75
Tabla 33. Longitud de Tramos en Tangente	75

Tabla 34. Elementos del Perfil Longitudinal-Curvas Verticales	76
Tabla 35. Resumen de Parámetros de la Trocha Existente y Diseñada con el DG-2018	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista del Desvío del Km 1292+000 y la Av. Zarumilla	3
Figura 2. Vista de la Trocha con empalme a la Av. Zarumilla.....	4
Figura 3. Mapa Vial de la Región de Tacna	5
Figura 4. Mapa Vial de la Provincia de Tacna.....	6
Figura 5. Vista Satelital, Fundo Chololo y Av. Zarumilla.....	11
Figura 6. Situación Actual de la Ruta y Trocha Existente de Entrada y Salida de la Ciudad De Tacna.....	13
Figura 7. Vehículo Pesado - Semirremolque Remolque (T3S2S1S2)	20
Figura 8. Distancia de Visibilidad de Adelantamiento.....	24
Figura 9. Elementos de Curvas Horizontales Simple	27
Figura 10. Longitud de Tramos en Tangente	31
Figura 11. Sobreancho en las Curvas.....	32
Figura 12. Visibilidad en Curvas Horizontales.....	33
Figura 13. Tipo de Curvas Verticales Cóncavas y Longitudes Mínimas	35
Figura 14. Sección Transversal Típica de Dos carriles en Tangente.....	40
Figura 15. Sección Transversal Típica de Dos carriles en Curva	40
Figura 16. Datos Básicos de los Vehículos Utilizados para la Dimensión de Carreteras	41
Figura 17. Punto Inicial: desvío (Km 1292+000)	48
Figura 18. Punto de Inicio de Trocha: Km 05 + 928.21 (Cerro Intiorko).....	48
Figura 19. Punto Final de Trocha: Empalme con Avenida Zarumilla	48
Figura 20. Imagen Satelital de la Zona de Análisis	49
Figura 21. Trocha con Empalme a la Avenida Zarumilla	50
Figura 22. Ubicación del Punto Inicial Estación “A”	51
Figura 23. Ubicación de la Segunda Estación “B”	51
Figura 24. Ubicación de la Cuarta Estación “D”.	51
Figura 25. Ubicación de los bordes de la trocha existente.	52
Figura 26. Estación “H” ubicada en zona lateral de vía.	52
Figura 27. Inicio de la Trocha Existente km 0+000.....	57
Figura 28. Primera Curva Existente en la Trocha.....	57
Figura 29. Salida de la Tangente de la Primera Curva.....	58
Figura 30. Línea Tangente Entre la Primera y Segunda Curva	58
Figura 31. Borde Tangente Entre la Primera y Segunda Curva	58
Figura 32. Talud Existente Antes de Ingresar a la Segunda Curva	59
Figura 33. Taludes Existentes en la Izquierda y Derecha de la Trocha.....	59

Figura 34. Tangente a la Segunda Curva de la Trocha Existente	59
Figura 35. Presencia de Desmonte en los Bordos de la Tangente.....	60
Figura 36. Bordos Empinadas Entre la Primera y Segunda Curva	60
Figura 37. Talud en el Lado Izquierda de Ingreso a la Segunda Curva.....	60
Figura 38. Deslizamiento de los Taludes Hacia la Segunda Curva	61
Figura 39. Inicio de la Segunda Curva Existente en la Trocha	61
Figura 40. Talud en Lado Izquierdo Muy Vertical en la Segunda Curva	61
Figura 41. Ancho de la Segunda Curva con Ausencia de Sobreebanco	62
Figura 42. Visualización de Vehículo Pesado en la Segunda Curva	62
Figura 43. Finalización de la Segunda Curva Existente en la Trocha.....	62
Figura 44. Línea Tangente entre la Segunda y Tercera Curva Existente	63
Figura 45. Inicio de la Tercera Curva Existente en la Trocha	63
Figura 46. Finalización de la Tercera Curva Existente en la Trocha.....	63
Figura 47. Línea Tangente entre la Tercera y Cuarta Curva Existente.....	64
Figura 48. Pendientes Longitudinales de Ingreso a la Cuarta Curva.....	64
Figura 49. Ancho de Trocha al Borde de la Pendiente Transversal	64
Figura 50. Entrada a la Cuarta Curva Existente en la Trocha	65
Figura 51. Deslizamiento de Talud en Centro de la Cuarta Curva	65
Figura 52. Salida de la Cuarta Curva Existente en la Trocha	65
Figura 53. Entrada y salida a la Quinta Curva Existente	66
Figura 54. Curvas Consecutivas de la Sexta y Séptima Curva	66
Figura 55. Ancho de Trocha Variable de Salida Curva Cerrada.....	66
Figura 56. Trocha en Línea Recta con Ancho de Uso Vehicular Variable	67
Figura 57. Finalización de la Trocha con Empalme a la Av. Zarumilla	67
Figura 58. Buzón Existente Como Punto Final de la Trocha	67
Figura 59. Sección Variable En Trocha.....	68
Figura 60. Porcentaje de Conductores Encuestados	70
Figura 61. Sección Típica de Diseño Recomendado en la Trocha Existente	76
Figura 62. Carretera-Ruta TA-365 con Empalme a la Avenida Zarumilla.....	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	89
Anexo 2. Planos de Trocha Existente	90
Anexo 3. Planos de Diseño Geométrico	91

RESUMEN

La presente Tesis denominada “Análisis del Diseño Geométrico de la Trocha y su relación con el transporte pesado comprendido entre el desvío del Km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla, Distrito, Provincia y Departamento de Tacna-Año 2021” tuvo como objetivo analizar el diseño geométrico de la trocha y determinar su relación con el transporte pesado según la norma DG-2018. El enfoque de la investigación fue de tipo exploratorio y descriptivo; el nivel de investigación aprehensivo e integrativo, por lo que se realizó investigaciones históricas de los criterios de diseño geométrico de carreteras de bajo volumen de tránsito en normas nacionales e internacionales, además de observaciones de diferentes expedientes técnicos que se asemejen al tipo de carretera estudiada. Como resultado, se realizó una investigación histórica sobre los requisitos de diseño geométrico de las vías de bajo volumen de tráfico en las normas nacionales e internacionales, así como observaciones de diversos expedientes técnicos que se asemejen al tipo de vía investigada. Se realizaron trabajos de visita de campo, obteniendo el IMDA, levantamiento topográfico de la zona de estudio, digitalización de planos longitudinales, perfil y secciones transversales de la vía actual, planos de sección transversal, cada 20 metros en zonas rectas y cada 10 metros en zonas curvas y posteriormente se realizaron los cálculos y estimaciones para el desarrollo del análisis y diseño de la vía, como lo indica el Manual de Carreteras, diseño Geométrico-2018. Finalmente, la investigación determinó que el análisis del diseño geométrico de la trocha y su relación con el transporte pesado era muy desfavorable porque no presenta un diseño geométrico óptimo para aminorar el congestionamiento vehicular hacia la salida de la ciudad de Tacna con destino a la zona norte del Perú.

Palabras clave: Parámetros de diseño geométrico, carretera, carretera sin afirmar, subrasante, transporte pesado, trochas carrozables, índice medio diario anual.

ABSTRACT

This thesis called "Analysis of the Geometric Design of the Trail and its relationship with heavy transport between the detour of Km 1292 + 000 of the Panamericana Sur with junction to Zarumilla Avenue, District, Province and Department of Tacna-Year 2021" Its objective was to analyze the geometric design of the trail and determine its relationship with heavy transport according to the DG-2018 standard. The research approach was exploratory and descriptive; the level of apprehensive and integrative research, for which historical research was carried out on the geometric design criteria of low traffic volume roads in national and international standards, in addition to observations of different technical files that resemble the type of road studied. As a result, a historical investigation was carried out on the geometric design requirements of low traffic volume roads in national and international standards, as well as observations of various technical files that resemble the type of road investigated. Field visit work was carried out, obtaining the IMDA, topographic survey of the study area, digitization of longitudinal plans, profile and cross sections of the current road, cross section plans, every 20 meters in straight areas and every 10 meters in curved areas and later the calculations and estimates were made for the development of the analysis and design of the road, as indicated in the Highway Manual, Geometric design-2018. Finally, the investigation determined that the analysis of the geometric design of the trail and its relationship with heavy transport was very unfavorable because it does not present an optimal geometric design to reduce vehicular congestion towards the exit of the city of Tacna bound for the north. From Peru.

Key words: Geometric design parameters, road, unstaffed road, subgrade, heavy transport, carriage trails, mean annual daily index.

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Tacna con el transcurso de los últimos años se aprecia un incremento poblacional, lo que implica el aumento de los vehículos en el parque automotor y el aumento de vehículos pesados en la ciudad debido a que Tacna es una ciudad comercial con demanda social económica para las provincias y distritos de la región de Tacna.

En el capítulo 1 hace referencia a la descripción de la problemática, como la formulación del problema general y los específicos. Así mismo se detallan el objetivo general referente a analizar el diseño geométrico de la trocha y determinar su relación con el transporte pesado comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla.

En el Capítulo 2, se discute el marco teórico y es vital comprender los antecedentes del estudio, los fundamentos teóricos y las definiciones de terminología para construir esta tesis.

En el capítulo 3, trata del marco metodológico de la investigación de tipo exploratorio y descriptivo; así mismo el nivel de investigación aprehensivo e integrativo.

En los capítulos 4 y 5, por su trascendencia para la indagación actual, se muestran los resultados, el debate y la interpretación.

Finalmente, se discuten los resultados y recomendaciones acerca de la indagación con el fin de establecer el análisis del diseño geométrico de la vía y su interacción con el transporte pesado entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur y el intercambiador de la Avenida Zarumilla.

El autor

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

En los últimos años la ciudad de Tacna ha presentado un crecimiento poblacional de manera notoria, implicando también el crecimiento del parque automotor e ingresos de vehículos pesados hacia la ciudad, provocando una demanda social para la provincia y distrito de Tacna. La trocha se ubica dentro de la ruta TA-635 (*Emp. PE-1S D - Cecoavi - Emp. TA-636*) con una longitud de 4 km aproximadamente existente, es considerada por algunos vehículos menores como vía de acceso a la parte alta de la ciudad de Tacna; conllevando así la manera de tener más vías de acceso y salida de la ciudad, para descongestionar de alguna forma la carretera panamericana sur, teniendo como alternativa un acceso que permitiría el libre ingreso a la ciudad de Tacna, considerándose desde el desvío en el km 1292+000 y que en un tramo presenta una trocha con irregularidades muy notorias. En la actualidad en trazo de la línea de una trocha, es el problema más grande que presenta la misma, debido a la afectación de los terrenos de las comunidades colindantes, donde la línea del trazo de tocha afecta a los terrenos agrícolas al no realizar estudios topográficos para determinar el diseño de trazo de un camino de herradura o trocha más favorable. Así mismo con el paso de los años, el progreso de las comunidades en comercio, conectividad entre otros, hacen necesaria la construcción de carreteras, las mismas que son diseñadas tomando como referencia el camino de herradura o trocha, en algunas ocasiones.

La presente investigación, presenta la problemática del diseño geométrico de carreteras desde un enfoque técnico y que pueda servir para posteriores proyectos viales en la zona de estudio. Al presentar un tramo como trocha ha de ser necesario el correcto diseño geométrico para una buena eficiencia al servicio de la carretera por la cual los vehículos que transitarán en un futuro serán de manera organizada; entonces. Para lo cual, se realizarán visitas a la zona de estudio y levantamientos topográficos para obtener la información técnica necesario para un buen análisis para el cálculo de un diseño de la trocha existente.

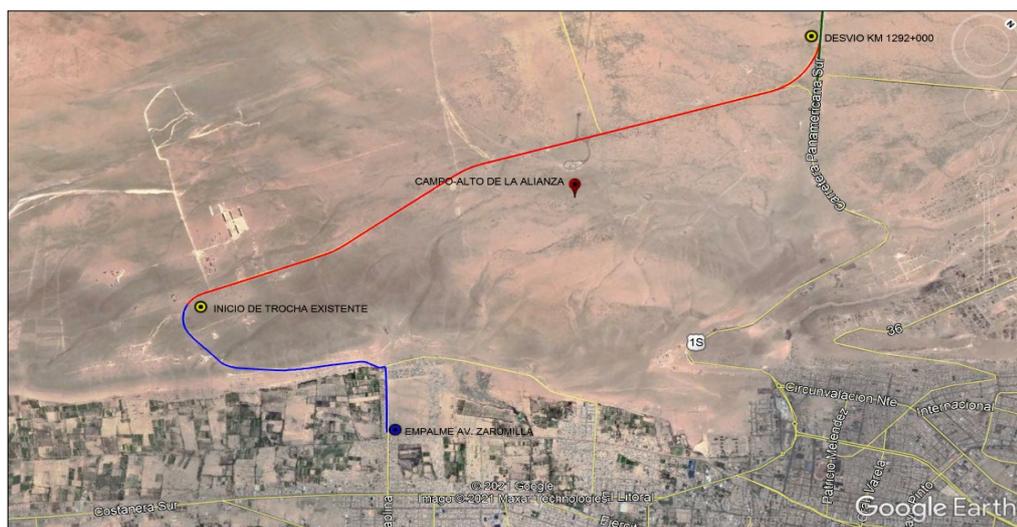
La inaccesibilidad de la zona y trocha existente de esta carretera provoca problemas de transitabilidad del parque automotor, pero con el mejoramiento de la trocha se podrán realizar salidas hacia otros puntos de la región y conectarse a la vía panamericana sur; a su vez será una solución a la dificultad el traslado de productos

desde el ingreso a la ciudad por la carretera panamericana sur que produce congestionamiento vehicular en horas punta, también otorgaría que vehículos agropecuarios ingresen por la carretera propuesta en este plan de tesis. Así mismo, los beneficios posteriores a la presente investigación se verán reflejados en el incremento de las mejoras socioeconómicas de los pobladores de la zona.

Por todo lo expuesto, la presente investigación se basa en el diseño geométrico la trocha que existe en el desvío que conduce a la provincia de Tacna que se inicia en el Km. 1292+000 de la vía panamericana sur, tomando como punto de partida la ciudad capital de Lima-Perú, con la finalidad de encontrar soluciones técnicas basadas en la normatividad vigente que puedan mejorar la seguridad y la calidad en la transitabilidad vehicular, es que se analizará el estado actual de la trocha, ya que es necesario realizar estudios que pueda solucionar problemas futuros en el ámbito del parque automotor, debido al crecimiento vehicular que está ocurriendo en la ciudad de Tacna. Como se ve en la figura 1.

Figura 1

Vista del Desvío del Km 1292+000 y la Av. Zarumilla

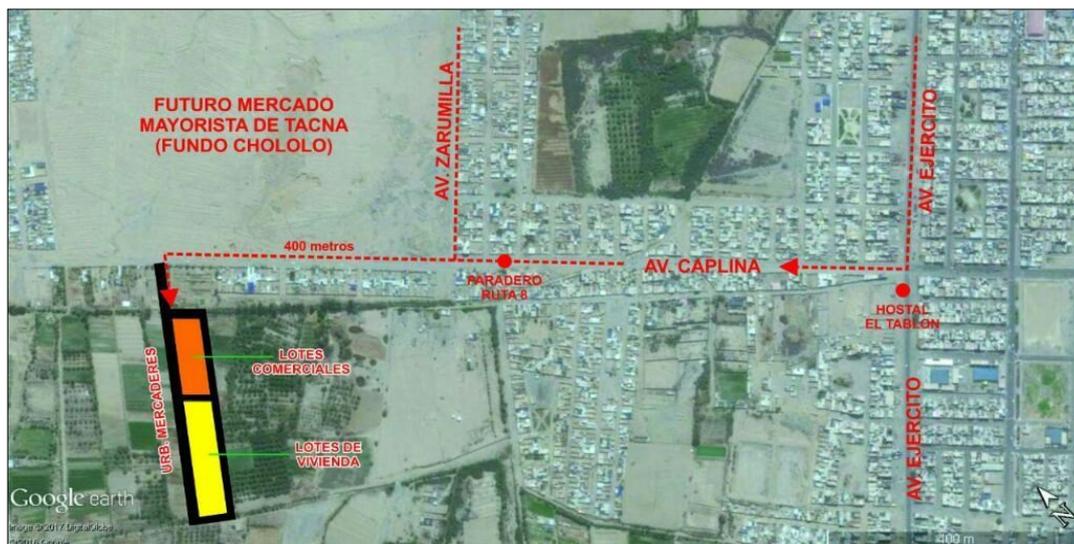


Nota. Imagen satelital tomada con Google Maps. Google Earth, año 2021.

Con esta realidad descrita sobre los inconvenientes que presenta la dicha zona de estudio y respecto al no poder trasladarse fluidamente el parque automotor, dificulta el acceso a integrarse económica y socialmente con los demás distritos, provincias de la región de Tacna, debido a ser poco atractivo para inversionistas futuros, lo cual disminuye las oportunidades de mejoras la situación socioeconómica de la población de dicha zona de estudio. Como se ve en la figura 2.

Figura 2

Vista de la Trocha con empalme a la Av. Zarumilla



Nota. Foto, Google Earth, año 2021.

La descripción del diseño se efectuará en el contexto de un análisis integral en la actualidad del transporte vial, así mismo sus suspicacias a corto o largo plazo en el ámbito regional. La consideración de evaluar las características del diseño de la geometría de la vía, así como de las obras de arte. En esta etapa de descripción se evaluó también los recursos adecuados para el diseño y tomando como lineamientos el programa de desarrollo regional – nacional y otros proyectos viales de transporte ya existentes en la actualidad. Cabe mencionar que los pobladores necesitarían de en requerir de una vía en la zona, necesidad a la que apunta la presente investigación, cuyo beneficio a la población se refleja en la apertura a una mejor interconexión de la población de la zona con el resto de la ciudad (transporte de pasajeros, comercio, entre otros).

Sistema De Infraestructura Vial Nacional:

Tomando como referencia a la publicación del MTC hasta el año 2014, en la ciudad de Tacna se contaba con 2530 km de carretera, donde 707 km. corresponden a carretera pavimentada y 1859 km. A carretera no pavimentada.

Así mismo la red vial está comprendida por vías nacionales, departamentales y vecinales. En nuestra región contamos con 125,8 km. de carretera pavimentada, que forma parte de los 2900 km. de la carretera panamericana, articulando todas las regionales costeras; como se muestra en la tabla 1, tabla 2 y tabla 3. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018)

Tabla 1*Estado del Sistema Vial – Región Tacna*

Sistema de red	Asfalto	Afirmado	Sin afirmar	Trocha	Km Total
Red Vial nivel Nacional	293,18	159,77	122,1	23,02	598,07
Red Vial Departamental	8,00	266,40	170,7	15,40	460,50
Red Vial Vecinal	55,70	76,20	147,1	555,10	834,10
Total	356,88	502,37	439,9	593,52	1892,67

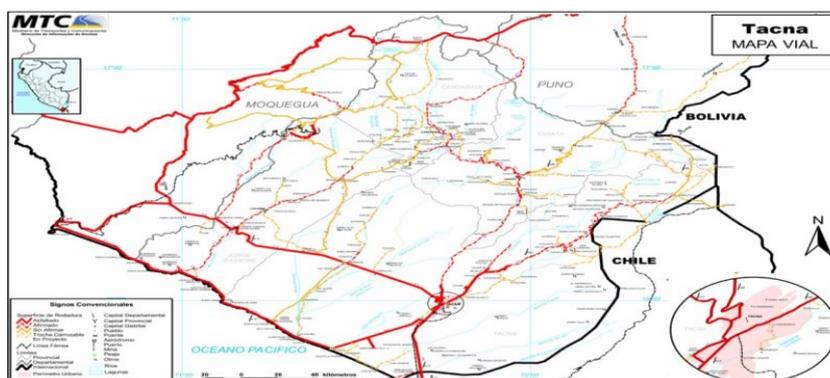
Nota. Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Tabla 2*Sistema de red Vía – Estado Actual – Región Tacna*

Ruta	Descripción	Km total
108	Tarata–Candarave–Huaytire–Emp.R.17–034 (Binacional)	176,00
106-516	Ite-Camiara-Locumba-Camilaca-Tacalaya-Emp.R.22-102	128,70
104	Emp.R.1S-Alto Gallinazos-Aricota-Emp.R22-108	108,60
102	Emp.R.1S-Tacalaya-Emp.R.17-034 (Binacional)	126,00
40	Tacna-Pachía_Rosaspata-Li. (Collpa)	186,40
	Total, de Kilómetros	725,70

Nota. Gerencia Regional De Planificación, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial 2012.

La Carretera panamericana sur (ver figura 3), forma parte de este eje y se constituye como esencial ruta que interconecta a la región de Tacna con los departamentos de la región central y oriente. Estas son las razones que motivaron como tema de tesis a través de los conocimientos adquiridos a realizar el análisis.

Figura 3*Mapa Vial de la Región de Tacna*

Nota. Foto referencial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2021.

Tabla 3

Registro a Nivel Nacional de la Red Vial Sector Rural – Distrito de Tacna

Ruta	Trayectoria
TA-631	Emp. TA-614 - Peañas - Humos - Emp. TA-632.
TA-632	Emp. PE-40 (Tacna) - Emp. TA-634.
TA-633	Emp. PE-40 - Emp. TA-632.
TA-634	Emp. PE-40 - Coronel Gregorio Albarracín - Asociación Agropecuaria
TA-635	Emp. PE-1S D - Cecoavi - Emp. TA-636.
TA-636	Emp. PE-1S (Tacna) - Para Chico - Para Grande - Augusto B. Leguía
TA-637	Emp. PE-1S - Satélite del Sur - Viñani - Pta. Carretera.
TA-638	Emp. PE-1S D -Emp. PE-1S.
TA-639	Emp. PE-1S D -Asentamiento 4.
TA-640	Emp. PE-1S D -Juan Velasco Alvarado-La Yarada- El Progreso - Emp.TA-641.

Nota. Registro Nacional de Carreteras - RENAC.2018

Figura 4

Mapa Vial de la Provincia de Tacna



Nota. Mapa Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2018.

Por lo descrito anteriormente (figura 3 y figura 4) en los párrafos de la descripción del problema, se toma y considera el estudio como importancia en realizar la presente tesis del “Análisis del diseño geométrico de la trocha y su relación con el transporte pesado comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la panamericana sur con empalme a la avenida zarumilla, distrito, provincia y departamento de Tacna-Año 2021”.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Qué relación existe entre el análisis del diseño geométrico de la trocha y el transporte pesado comprendido entre el desvío del Km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla, Distrito, Provincia y Departamento de Tacna – año 2021?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuáles son las características del diseño geométrico actual en la trocha existente comprendido entre el desvío del Km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla?
- b. ¿Cómo se comporta el flujo vehicular del transporte pesado en la trocha existente comprendido entre el desvío del Km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla?
- c. ¿De qué manera influye el flujo del transporte pesado en el diseño geométrico de la trocha existente comprendido entre el desvío del Km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla?

1.3. Justificación e importancia

Se justifica la realización de una visualización en campo y un análisis en el análisis para el diseño de la ruta (trocha) actual y su relación con el transporte pesado; proponiendo una alternativa para mejorar el tramo que está en el desvío del Km 1292+000, que parte de la carretera panamericana sur, ubicado en la cabecera o en la zona del cerro Intiorko, cumpliendo con la normatividad vigente en el estado peruano, teniendo como finalidad, disminuir el congestionamiento vehicular.

Justificación social y económica

La importancia de mejorar la presente vía se basa en el beneficio socioeconómico al recalcar su incidencia directa con el mejoramiento del comercio y del turismo enfocándonos en el punto de vista social, razón por la cual se trata de realizar los estudios para un correcto diseño geométrico de la vía con un eje enfocado en la seguridad vehicular.

Justificación técnica

La importancia de este tema es prevenir y reducir los daños que ocasiona la congestión del parque vehicular al salir y entrar a Tacna, debido a que la mala circulación vehicular hace que la vía se vuelva intransitable para vehículos y peatones; cabe señalar que el área mencionada en el plan de tesis es compleja por la topografía del terreno, por lo que será un reto.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar el diseño geométrico de la trocha y determinar su relación con el transporte pesado comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar las características del diseño geométrico actual en la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla.
- b. Determinar el comportamiento del flujo vehicular del transporte pesado en la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla.
- c. Determinar la influencia del flujo del transporte pesado en el diseño geométrico de la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

La relación que existe entre el análisis del diseño geométrico de la trocha y el transporte pesado comprendido entre el desvío del Km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla, Distrito, Provincia y Departamento de Tacna – año 2021 es muy desfavorable.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- a. Las características del diseño geométrico actual en la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla no se ajusta a la norma DG-2018.
- b. El flujo vehicular del transporte pesado en la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla se comporta de manera no adecuada.
- c. El flujo del transporte pesado influye de manera no favorable en el diseño geométrico de la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla.

1.6. Identificación y/o características de las variables

1.6.1. Variable Independiente

Transporte Pesado.

1.6.2. Variable Dependiente

Diseño Geométrico de la Trocha.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

2.1.1. Antecedentes Académicos

La tesis: Evaluación de Tránsito y de Seguridad Vial en la intersección de Panamericana Sur y Av. Ejercito – Tacna - Perú 2009.

La investigación se centra en evaluar y verificar la seguridad de vías en dos avenidas de la ciudad de Tacna, cuya problemática se refleja en el alto grado de accidentes de tránsito en dichas zonas, principalmente analiza las características de la carretera, pavimento, señalética, tráfico vehicular y el análisis de los giros vehiculares en la zona. Encontrándose como principal riesgo el mal estado de la vía, la poca señalización vial y la falta a la normatividad por parte del sector humano poniendo en riesgo su vida. (Villalba Sanchez, 2011)

La tesis: Evaluación del Diseño Geométrico del Camino de Carga Pesada (heavy haul road) Proyecto Minero las Bambas Paquete 03-Apurimac-2016. Comprende una evaluación de un diseño de una carretera en el sector rural que cuenta con 2 carriles, los cuales fueron determinados por sus parámetros geométricos viales y el estado de conservación de los mismos. Así mismo se centra en identificar los riesgos en cuando a la seguridad vial y su relación con la composición del tráfico mediante índices cuantitativos. Finalmente determina que el poco mantenimiento de las vías ocasiona el estado regular de conservación las mismas, siendo la propuesta implementar una infraestructura adecuada para suplir la necesidad de seguridad vial en dicho tramo. (Apolinario Morales, 2014)

La tesis: Planeamiento y Diseño Preliminar de Carriles de Sobrepaso Para Vías de Primer Orden en Zonas Accidentadas y de Altura, Lima-2011, en su investigación hace referencia al diseño de 2 carriles, en ambientes con topografía accidentada, siendo una constante que se repite en la red nacional del país, las cuales generan dilaciones en flujo vehicular, dificultando y generando un incremento en el riesgo sobre accidentes de tránsito y en épocas de mayor tráfico. (Muñoz Saneterio, 2011)

La tesis: Diseño de la Vía y Mejoramiento Hidráulico de Obras de Arte en la Carretera Loero - Jorge Chávez, Inicio en el KM 7,5 Distrito de Tambopata, Región Madre de Dios-2014, investigación basada en mejorar el tránsito y el flujo vehicular para los transportistas de productos agropecuarios, mejorando el acceso de la zona con otras regiones. Actualmente el problema se refleja en la falta de construcciones viales y obras de arte en la zona, siendo estos esenciales para el desarrollo económico social de estas zonas. (Yañez Saldaña, 2014)

El plan de desarrollo urbano Tacna 2008 – 2012 (Equipo Técnico Plan Tacna 2008 – 2012, 2007): En el plano de “Propuesta Sistema Vial Urbano PDUP-05“, donde se aprecia una propuesta del intercambio vial urbano de la carretera Panamericana Sur y las avenidas el Estudiante de la ciudad de Tacna. La Municipalidad Provincial de Tacna ejecuto el proyecto denominado “*Construcción y Mejoramiento del Acceso Vial Sur de la Ciudad de Tacna, Provincia de Tacna – Tacna*”, la cual comprende el proyecto “Ampliación y Mejoramiento de vía, que comprende a la Av. Panamericana Sur” que cuenta con un área de 1142,225 metros y con un ancho de vía total de aproximadamente 15 m., así mismo cuenta con una calzada de 6,90 metros, con 359,92 metros de extensión y sección de 5,40 metros de calzada. Así mismo presenta áreas verdes, veredas, estacionamientos y semaforización. Finalmente hace referencia al sistema de drenaje de evacuación de agua pluviales. Como referencia se muestra la figura 5. (Fernandez Aguilar, 2011)

Figura 5

Vista Satelital, Fundo Chololo y Av. Zarumilla



Nota. Google maps - Google Earth, año 2021.

2.1.2. Antecedentes Regional de la Zona

Actualmente la región de Tacna, tiene como referente a su desarrollo urbano el Plan de Desarrollo Regional Concertado 2013 – 2023, también llamado popularmente como El Plan Basadre, el cual presenta específicamente la visión de la región de Tacna al año 2023, siendo sus lineamientos generales el mejoramiento de las actividades económicas productivas y de servicio que ofrece la región para el Perú y el extranjero, siempre enfocados en un crecimiento organizado y sostenible. Es decir, la ciudad de Tacna tiene como referente a su crecimiento socioeconómico un plan de desarrollo concertado de ámbito regional. La región de Tacna, presenta sostenibilidad en el tiempo referente a su desarrollo territorial, así mismo cuenta con niveles elevados en educación, valores y en calidad de vida de su población. Tacna tiene como visión la protección constante de la biodiversidad de su flora y fauna, de ser impulsadora de las actividades económicas, agrarias y turísticas entre otros; que actualmente se encuentran bien rankeadas en el mercado peruano y en el mercado internacional, lo cual implica tener una región con una adecuada interconexión vial, tanto en infraestructura que mejorará la disminución de la saturación del parque automotor, como ser una plataforma de servicios y con una participación de la sociedad civil presente en la gobernabilidad de su propia región. (Plan Basadre, 2012)

2.1.3. Antecedentes de la Trocha Actual

La presente trocha existente no cuenta con mucha información disponible para la investigación, pero se tiene como información que la trocha está dentro la ruta TA-635; esta ruta cuenta con dos tramos, el primer tramo se encuentra asfaltado y el segundo se encuentra en forma de trocha hasta llegar a la avenida Zarumilla, con las longitudes aproximadas respectivamente mostradas en la tabla 4 y figura 6.

Tabla 4

Ruta TA-635, Desvió del Km 1292+000 con empalme a la Av. Zarumilla

Tramo	Long. Aprox.	Vía	Estado de conservación
Km. 1292+000 a 1298+500	6,50 Km.	ASFALTADO	REGULAR
Km. 1298+500 a Av. Zarumilla	4,85 Km.	TROCHA	CALAMITOZA

Figura 6

Situación Actual de la Ruta y Trocha Existente de Entrada y Salida de la Ciudad De Tacna



Nota. Fuente: Google map. Google Earth, año 2021.

2.2. Bases Teóricas

Los parámetros de análisis y para un posterior diseño utilizados en la presente tesis, determinados para aumentar sustancialmente las características de la trocha existente y trazos sinuosos en su geometría.

2.2.1. Estudio de Trafico

Consiste en realizar una cuantificación y obtención del volumen diario vehicular que circulan en un determinado tramo de la carretera denominada panamericana sur (sector de ingreso a la ciudad de Tacna).

Este estudio tiene como finalidad la cuantificación, clasificación y la obtención numérica del volumen vehicular diario que transita en un tramo de la carretera panamericana sur: con ingreso a la ciudad de Tacna.

Con esta información poder diseñar correctamente la carretera propuesta, dicha información recogida en campo es importante para realizar un análisis para los carriles de sobrepaso que sea necesario (el estudio de aforo o conteo que se realizó en la zona de estudio se adjuntara en el capítulo 4).

2.2.2. Ubicación de la estación de conteo

Para la realización del estudio se definió como partida el km 1292+000 (progresiva), ubicado en el desvío hacia el museo del campo de la alianza, distante de 10km aproximadamente del distrito de Tacna y como punto final la avenida Zarumilla.

La investigación en campo inició el lunes 26 de abril y culminó el domingo 02 de mayo, con una duración de siete días consecutivos. Siendo este tramo importante ya que es parte de la carretera panamericana sur que une desde la salida y el ingreso a la ciudad de Tacna con dirección hacia las localidades ubicadas en los departamentos del norte y centro del Perú.

Se considerará para el análisis y diseño los vehículos que transitan por la carretera panamericana sur ya que los vehículos optarían por ingresar por la ruta TA-635 en donde está la trocha existente, ya que la carretera panamericana sur está siendo utilizada por los vehículos de transporte público, así como vehículos de carga pesada y de transporte privado.

2.2.3. Características Generales del Conteo

Siendo las siguientes:

- La cuantificación de vehículos fue realizada durante siete días de lunes a domingo.
- Los conteos vehiculares fueron realizados las veinticuatro horas del día, con la finalidad de apreciar exactamente el flujo vehicular tanto de día como de noche.
- EL horario fue desde las 06:00 AM hasta las 06:00 AM del día siguiente, empleándose dos turnos de trabajo.
- El conteo se subdivide por conteos horarios, para determinar las variaciones de hora en hora.

La clasificación y agrupamiento vehicular fue como se muestra en la tabla 5:

Tabla 5

Clasificación de los Vehículos

Autos
Pick Up
Camioneta Rural
Micro
Ómnibus
Camión
Semitrailer
Trailer

Nota. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2018.

2.2.4. Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Se refiere al volumen de vehículos que transitan determinada sección durante un periodo de doce meses. En la presente investigación se recopiló información durante siete días continuos del conteo de tráfico vehicular, para lo cual se empleó el formato de clasificación vehicular que nos permite una mejor precisión en la

cuantificación del movimiento vehicular, así mismo se tomó como parámetro el sentido de la carretera al momento de realizar el conteo vehicular desde un determinado punto de control.

El índice más determinante para lograr clasificar correctamente una carretera es el IMDA – Índice Medio Diario Anual. Siendo esta el promedio de vehículos transitados durante una hora en un tramo de la vía, datos tomados en 12 meses y promediados al final. Para la proyección de la demanda actual, se consideró los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercano al camino indicados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, como se ve en la tabla 6: TOMASIRI–TACNA.

Tabla 6

Factor de Corrección Estacional-Mes de Febrero

Vehículos	Fc
Ligeros	1,04052138
Pesados	1,02844873

Nota. Fuente: PROVÍAS NACIONAL-MTC

Se aplicó la fórmula siguiente para determinar un conteo vehicular de siete días.

$$IMD_{\alpha} = IMD_s \times FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7} \quad (1)$$

Siendo:

IMDA : El Índice Medio Diario Anual.

IMDs : El Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular.

Vi : El Volumen Vehicular diario de cada día.

FC : Los Factores de Corrección Estacional.

2.2.5. Definición de Carretera

Afirma que una carretera es una sustancia tridimensional matemáticamente completamente irregular, lo que dificulta su representación en un principio. Sin embargo, presenta una serie de peculiaridades que simplifican y facilitan su estudio, permitiendo utilizar un esquema de representación razonablemente sencillo, que es simple de entender y bastante beneficioso desde un punto de vista constructivo.

En base a este sistema, la carretera queda totalmente definida mediante tres tipos de vistas: planta, perfil longitudinal y perfil transversal.

Se pueden utilizar otros estilos de representación, como el punto de vista cónico, para realizar una investigación más detallada sobre un elemento en particular, como la visibilidad o el efecto ambiental. Las siguientes son las ideas fundamentales: (Manual de Carreteras:Diseño Geométrico, 2018)

Carretera: Camino para el tránsito de vehículos motorizados, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Carretera afirmada: Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de AFIRMADO.

Carretera pavimentada: Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Pórtland (rígida).

Carretera sin afirmar: Carretera a nivel de sub rasante o aquella donde la superficie de rodadura ha perdido el AFIRMADO.

Trocha: Es un camino abierto en la maleza sin superficie de rodadura, de suelo natural o tierra y donde su trazo y geometría no cumplen con las normas de diseño de una carretera.

2.2.6. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico

El Manual para el Diseño de Carreteras (DG-2018) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) es un documento que nace como respuesta a la existencia de vías que conforman la mayor parte del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), se caracterizan por tener una superficie de rodadura de material granular, y generalmente son transitados por un volumen menor a 50 vehículos diarios, y muy raramente alcanzan hasta 200 vehículos diarios, sirviendo este manual como norma.

2.2.7. Diseño Geométrico

Es un proceso matemático para determinar las cualidades geométricas de una vía a partir de datos como el terreno del lugar, el vehículo de diseño y la velocidad de diseño para que pueda circular con seguridad y comodidad. Se compone de tres piezas bidimensionales horizontales, verticales y transversales que interactúan entre sí para formar la carretera como un elemento tridimensional cuando se unen.

2.2.8. Clasificación de Carreteras

Las carreteras se clasifican de acuerdo a su demanda y por orografía:

2.2.8.1. Clasificación de Acuerdo a la Demanda

Autopistas de primera clase.

Son carreteras con un IMDA (Índice Medio Diario Anual) de más de 6.000 vehículos diarios, calzadas divididas con un separador central mínimo de 6,00 metros y dos o más carriles de al menos 3,60 metros cada uno.

Autopistas de segunda clase

Se trata de carreteras con un IMDA de 6.000 a 4.001 vehículos por día, divididas por un separador central de 6,00 m a 1,00 m, en cuyo caso se implantará un sistema de contención vehicular; cada calzada deberá tener dos o más carriles de al menos 3,60 m de ancho.

Carretera de Primera Clase

Son carreteras con un IMDA de 4.000 a 2.001 vehículos por día y calzada de dos carriles de al menos 3,60 metros de ancho. Puede tener puentes para peatones o pasos a nivel para vehículos, y los puentes para peatones son los preferidos en las áreas metropolitanas.

Carretera de Segunda Clase

Son carreteras con un IMDA de 2.000 a 400 vehículos diarios con una calzada de dos carriles de al menos 3,30 metros de ancho. Puede tener pasos de peatones o pasos a nivel vehicular, y en áreas metropolitanas, puentes peatonales o, en su defecto, se recomiendan medidas de seguridad vial.

Carretera de Tercera Clase

Son carreteras con un IMDA inferior a 400 vehículos diarios y un ancho en dos carriles de al menos 3,00 m. Estas vías podrán, en contadas ocasiones, disponer de carriles de hasta 2,50 m, contando con la asistencia tecnológica necesaria.

Trocha Carrozable

Son caminos transitables que no cumplen con los requisitos geométricos de una carretera y tienen un IMDA de menos de 200 vehículos por día. Sus calzadas deberán tener un ancho mínimo de 4,00 metros, con ensanches llamados plazas de cruce levantados por lo menos cada 500 metros.

2.2.8.2. Clasificación Según la Condición Orográfica

Terreno plano (tipo 1)

Tiene pendientes transversales menores o iguales al 10% al eje de la vía, y longitudinales menores al 3% (3%) al eje de la vía, requiriendo poco movimiento de tierras y sin mayores desafíos en términos de planificación.

Terreno ondulado (tipo 2)

Presenta pendientes transversales entre el 11 y el 50 por ciento con respecto al eje de la carretera, y pendientes longitudinales entre el 3 y el 6 por ciento, lo que requiere un mínimo movimiento de tierras y permite alineaciones más o menos rectas sin grandes desafíos de planificación.

Terreno accidentado (tipo 3)

Tiene pendientes transversales del 51 al 100 por ciento al eje de la carretera, mientras que sus principales pendientes longitudinales son del 6 al 8 por ciento, lo que requiere un movimiento de tierras considerable y complica el plan.

Terreno escarpado (tipo 4)

Sus pendientes transversales al eje de la vía son superiores al 100% y sus extraordinarias pendientes longitudinales superan el 8%, lo que requiere la mayor cantidad de movimiento de tierras y plantea importantes desafíos de diseño.

2.2.9. Vehículo de Diseño

Con base en la composición del tráfico que utilizará la carretera, se debe considerar el vehículo de diseño más grande que se espera que utilice esa instalación con una frecuencia significativa al diseñar cualquier característica de la carretera. Las reglas de diseño para acomodar las clases de vehículos se establecen utilizando el vehículo de diseño especificado, que tiene pesos y ejes realistas, así como dimensiones y características operativas. Las cualidades físicas de los vehículos que transitan o transitarán por la vía a desarrollar, así como su tamaño, repercutirán en la construcción geométrica de los diferentes elementos viales. El diseño de curvas, anchos superiores, curvas de transición, pendientes longitudinales de la pendiente y otros factores están influenciados por las características del vehículo.

2.2.10. Vehículo De Transporte Pesado

La sección y altura de un vehículo pesado determina la sección de carril, radios y sobrecanchos en curvas horizontales, alturas libres mínimas admisibles, necesidad de carriles adicionales, largos de incorporación, longitudes y proporciones de estacionamiento de vehículos pesados en áreas de estacionamiento, miradores, o áreas de descanso. Las dimensiones máximas de los vehículos a emplear en la definición geométrica son las establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente, se muestra un 3D como ejemplo en la figura 7.

Figura 7

Vehículo Pesado - Semirremolque Remolque (T3S2S1S2)



Nota. Elaboración propia en 3D, con civil cad 3D; 2018.

2.2.11. Velocidad de Diseño o Velocidad Directriz (V)

La velocidad de diseño vendrá determinada por un análisis técnico, y las opciones de trazado deberán tener en cuenta la orografía del terreno. En terreno nivelado, la ruta puede acomodar altas velocidades a costos de construcción modestos; pero, en terrenos severamente irregulares, mantener una alta velocidad de diseño será prohibitivamente costoso debido a la gran cantidad de trabajo requerido para mantener una línea segura. Esto solo sería apropiado si la demanda de tráfico fuera realmente alta.

Se debe dar la mayor consideración a la seguridad de los usuarios de la carretera al determinar la velocidad de diseño. Como resultado, la velocidad de diseño de la línea debe ser tal que los conductores no se sorprendan por los cambios bruscos y/o frecuentes. Como resultado, se sugiere que el diseño se adapte lo más posible a las inflexiones del terreno. Cuando se trata de tramos o sectores más ondulados y de difícil orografía, la velocidad de diseño debe mantenerse baja.

La velocidad de diseño es muy importante para establecer las características del trazado en planta, elevación y sección transversal de la carretera. Ver tabla 7.

Tabla 7
Clasificación de la Red Vial Peruana y la Velocidad de Diseño

Clasificación	Superior				Primera clase				Segunda clase				
	Trafico veh/dia ⁽¹⁾				4000 - 2001				2000 - 400				
Características	Ap ⁽²⁾				Mc				Dc				
Orografia tipo	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño:													
30 KPH													
40 KPH													
50 KPH													
60 KPH													
70 KPH													
80 KPH													
90 KPH													
100 KPH													
110 KPH													
120 KPH													
130 KPH													
140 KPH													
150 KPH													

AP : Autopista
 MC : Carretera Multicarril o Dual (dos calzadas)
 DC : Carretera De Dos Carriles
 Rango de Selección de Velocidad

NOTA 2: En caso de que una vía clasifique como carretera de la 1ra. Clase y a pesar de ello se desee diseñar una vía multicarril, las características de ésta se deberán adecuar al orden superior inmediato. Igualmente si es una vía dual y se desea diseñar una autopista, se deberán utilizar los requerimientos mínimos del orden superior inmediato.

NOTA 1: En zona tipo 3 y/o 4, donde exista espacio suficiente y se justifique por demanda la construcción de una autopista, puede realizarse con calzadas a diferente nivel asegurándose que ambas calzadas tengan las características de dicha clasificación.

NOTA 3: Los casos no contemplados en la presente clasificación, serán justificados de acuerdo con lo que disponga el MTC y sus características serán definidas por dicha entidad.

Nota. Fuente: Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG - 2018

2.2.12. Distancia de Visibilidad

La distancia de visibilidad es la longitud continua de la carretera por delante del vehículo que es visible para el conductor. Se tienen en cuenta tres distancias al diseñar un vehículo: suficiente visión para detener el vehículo, la distancia requerida para adelantar a otro vehículo que va a menor velocidad en la misma dirección y la distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera principal.

2.2.13. Distancia de Visibilidad de Parada

Cuando va a velocidad de diseño, se refiere a la distancia mínima necesaria para que un vehículo se detenga antes de chocar con una obstrucción que pueda surgir en la carretera en un momento dado. Es decir, a falta de vehículos intermedios, la visibilidad de frenado se definirá como la distancia en un carril entre un obstáculo en la calzada y la posición de un vehículo que se dirige hacia dicho obstáculo en el momento en que pueda detectarlo sin que desaparezca de su vista hasta llegar a él.

Se supone que el objetivo estacionario tiene una altura de 0,15 m y los ojos del conductor se colocan a 1,07 m por encima de la superficie de la carretera para evaluar la visión de frenado. La siguiente fórmula se utiliza para calcular la distancia de frenado en función de la velocidad y la pendiente:

$$D_p = 0.278Vt_p + \frac{V^2}{254\left(\frac{a}{9.81}\right)\pm i} \quad (2)$$

Donde:

- D_p : Distancia de parada (m).
- V : Velocidad de diseño (km/h)
- t_p : Tiempo de percepción + reacción (s)
- a : Deceleración (m/s^2)
- i : Pendiente longitudinal (tanto por uno)
- + i : Subidas respecto al sentido de circulación.
- i : Bajadas respecto al sentido de circulación.

El período entre el momento en que el conductor detecta la presencia de un objeto o peligro en la plataforma de adelante y el momento en que se activan los frenos se conoce como percepción y tiempo de respuesta. Como resultado, el tiempo de reacción mínimo aceptable se establece en 2 a 3 segundos.

La pendiente tiene un efecto sobre la distancia de frenado; este efecto es particularmente significativo para pendientes de subida o bajada iguales o superiores al 6%. La distancia visual en una calzada será igual o mayor que la distancia visual de frenado en todo momento.

La tabla 8 siguiente muestra las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad de diseño y la pendiente.

Tabla 8
Distancia de Visibilidad de Parada (en Metros)

Velocidad de Diseño (Km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	285	310	338	375	267	252	238

Nota. La distancia de reacción de frenado calculado en tiempo 2.5 segundos, velocidad de desaceleración de $3,4m/s^2$, de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3 de AASHTO. (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

2.2.13.1. Distancia de Visibilidad de Paso

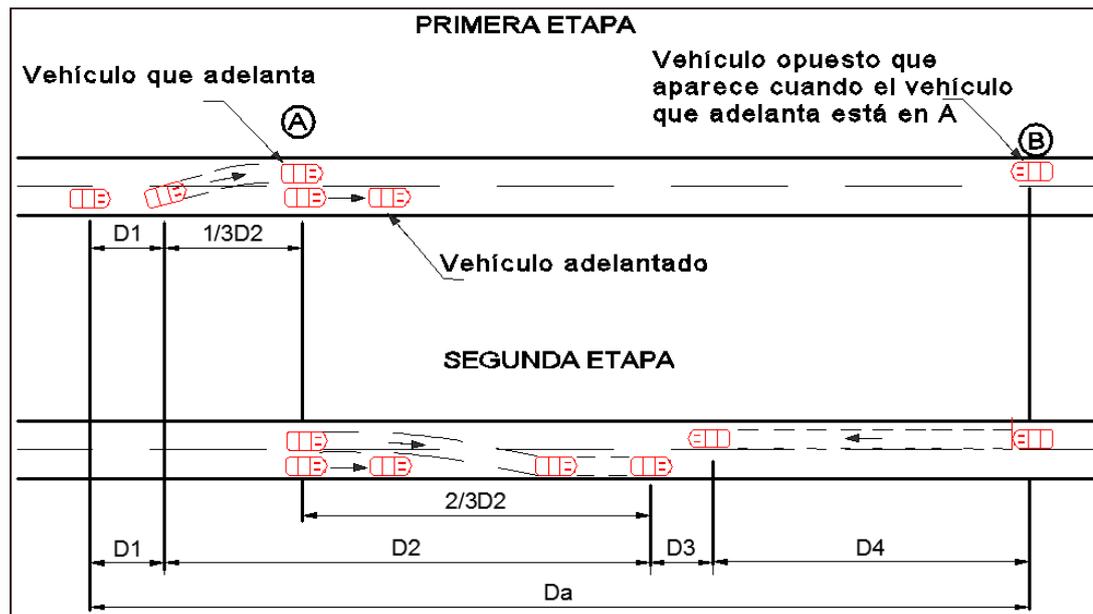
La Distancia de Visibilidad de Adelanto (o adelantamiento) es el mínimo que debe estar disponible para que el conductor de un vehículo pueda adelantar de manera cómoda y segura a otro vehículo que se supone debe viajar a una velocidad 15 km/h inferior, sin causar un cambio en la velocidad de un tercer vehículo que circula en sentido contrario y se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de adelantamiento.

A efectos del cálculo de la distancia de visibilidad de adelantamiento, se supone que la altura del vehículo que circula en sentido contrario es de 1,30 m, y la altura del ojo del conductor en el vehículo que realiza la acción de adelantamiento se supone de 1,07 m.

La figura 8, nos muestra la distancia visual de adelantamiento solo debe ser considerada para vías de dos carriles con tráfico en ambos sentidos, donde el adelantamiento se realiza en el carril de sentido contrario, según el Manual Vial: Diseño Geométrico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (DG-2018). La distancia de adelantamiento es de 130 metros si la velocidad de proyecto es de 20 km/h.

Figura 8

Distancia de Visibilidad de Adelantamiento



Nota. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geométrico, 2018)

La distancia de visibilidad de adelantamiento, de acuerdo con la Figura 8, se determina como la suma de cuatro distancias, así:

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \quad (3)$$

Donde:

D_a : Distancia de visibilidad de adelantamiento, en metros.

D_1 : Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, en metros.

D_2 : Distancia recorrida por el vehículo que adelanta durante el tiempo desde que invade el carril de sentido contrario hasta que regresa a su carril, en metros.

D_3 : Distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en sentido contrario, en metros.

D_4 : Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario (estimada en $2/3$ de D_2), en metros.

La visibilidad de adelantamiento debe asegurarse para la mayor longitud posible de la carretera cuando no existen impedimentos impuestos por el terreno y que se reflejan, por lo tanto, la distancia de visibilidad de adelantamiento a adoptarse varía con la velocidad tal como se muestra en la tabla 9 siguiente:

Tabla 9

Distancia Mínima de Visibilidad de Adelantamiento

Velocidad de Diseño (km/h)	Mínima Distancia de Visibilidad de Adelantamiento D_a (m)
30	200
40	270
50	345
60	410
70	485
80	540
90	615
100	670

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

2.2.14. Diseño Geométrico en Planta o Alineamiento Horizontal

La alineación horizontal consta de alineaciones rectas y curvas circulares con distintos grados de curvatura para crear la interfaz de curva tangente, que permite una transición suave de alineaciones rectas a curvas circulares y viceversa, así como entre dos curvas circulares de diferente radio.

La alineación horizontal debe permitir la operación continua del vehículo mientras se intenta mantener la misma velocidad en la distancia más larga posible.

Para que un vehículo alcance a otro, la alineación en el suelo debe cumplir los criterios necesarios de visibilidad de adelantamiento en longitudes suficientemente largas y con una regularidad aceptable. Para minimizar el deslumbramiento nocturno prolongado y el cansancio del conductor durante el día, se limitará en la medida de lo posible el uso de tramos rectos demasiado largos.

2.2.15. Consideraciones en el Alineamiento Horizontal

La alineación horizontal será lo más directa posible, ajustándose a las circunstancias del relieve y reduciendo al máximo la cantidad de cambios de dirección. El trazado en planta de un tramo de carretera se compone de la secuencia adecuada de líneas rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición. Para una determinada velocidad de proyecto se estableció un alineamiento horizontal. En general, trate de emplear curvas con un radio grande, reservando radios mínimos para las situaciones más cruciales. Los radios mínimos, determinados según las normas de seguridad de los vehículos contra el deslizamiento transversal, se presentan en función de la velocidad, el rozamiento transversal y la inclinación máxima admisible.

Las curvas horizontales tendrán un radio de curvatura relativamente alto cerca del final de las tangentes largas, donde se espera que las velocidades de aproximación del vehículo sean mayores que la velocidad. Para estos pequeños ángulos de deflexión, no es necesaria una curva horizontal si la alineación tiene menos cambios de dirección. Los ángulos de inflexión más altos para los que no es necesaria la curva horizontal se muestran en la siguiente tabla 10.

Tabla 10

Ángulos de Deflexión Máximos para los que no se requiere Curva Horizontal

Velocidad de Diseño (Km/h)	Deflexión Máxima Aceptable sin Curva Circular
30	2° 30'
40	2° 15'
50	1° 50'
60	1° 30'
70	1° 20'
80	1° 20'

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

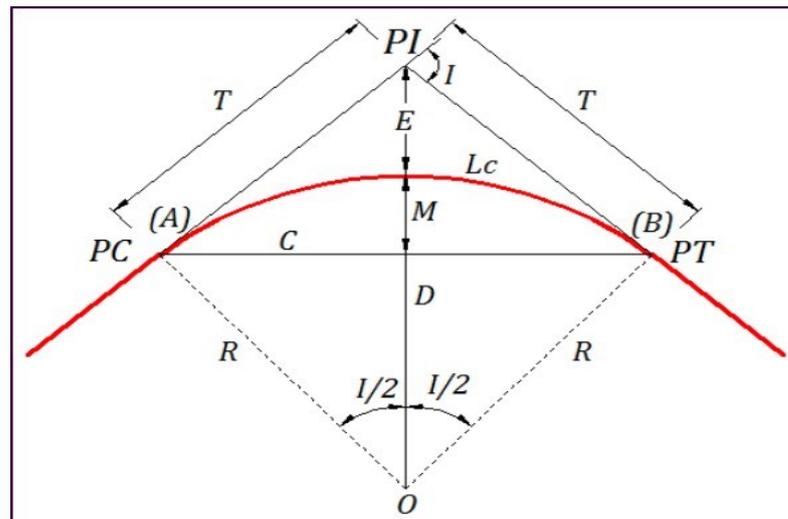
Para ángulos de deflexión mayores que los que se muestran en la tabla 10, la longitud de la curva debe ser de al menos 150 m para evitar la apariencia de alineación rota o desigual. Los cambios repentinos en la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deberán ser evitados para no causar incomodidad al conductor. Estos cambios se efectuarán en decrementos o incrementos de 15 km/h.

2.2.15.1. Curvas Circulares

Son los arcos de circunferencia que crean la proyección horizontal para conectar dos tangentes sucesivas, que pueden ser simples o compuestas según tengan un radio o dos o más. El gráfico representa los componentes geométricos de una curva circular, como se ve en la figura 9 y en la tabla 11.

Figura 9

Elementos de Curvas Horizontales Simple



Dónde:

PC: Punto de inicio de curva

PI: Punto de intersección

PT: Punto de tangencia

I: Ángulo de deflexión

R: Radio de la curva (m)

T: Tangente (PC a PI a PT) (m)

Lc: Longitud de curva (m)

E: Distancia a externa (m)

C: Longitud de cuerda (m)

M: Distancia ordenada media (m)

Tabla 11

Fórmulas para el cálculo de los elementos de curva

Elemento	Símbolo	Fórmula
Tangente	T	$T = R \tan I/2$
Longitud de curva	Lc	$Lc = 2\pi R I/360$
Cuerda	C	$C = 2R \sin I/2$
Externa	E	$E = R[\sec(I/2) - 1]$
Media	M	$M = R[1 - \cos(I/2)]$

Nota. Fuente: (Céspedes Abanto, 2001)

2.2.15.2. Radios Mínimos de Diseño

Es un valor límite determinado por el valor máximo de peralte y el factor de fricción máximo elegido para una velocidad y para mantener la estabilidad porque cuando el vehículo llega a una curva se aplica la fuerza centrífuga que impide que el móvil siga recto. La tabla 12 muestra radios redondeados para considerar y como también la siguiente formula se puede utilizar para calcular el radio mínimo:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(0,01*P_{m\acute{a}x}+f_{m\acute{a}x})} \quad (4)$$

Dónde:

R_{mín} = Radio mínimo en metros.

P_{máx} = Peralte máximo

V = Velocidad de diseño (km/h.)

f_{máx} = Coeficiente de fricción.

Tabla 12

Radios Mínimos y Peraltes Máximos

Ubicación de la Vía	Velocidad de Diseño	P _{máx} (%)	f _{máx}	Radio Redondeado
Área Urbana	30	4	0,17	35
	40	4	0,17	60
	50	4	0,16	100
	60	4	0,15	150
	70	4	0,14	215
	80	4	0,14	280
	90	4	0,13	375
	100	4	0,12	495
	110	4	0,11	635
	120	4	0,09	875
	130	4	0,08	1110
Área Rural (Plano u Ondulada)	30	8	0,17	30
	40	8	0,17	50
	50	8	0,16	85
	60	8	0,15	125
	70	8	0,14	175
	80	8	0,14	230
	90	8	0,13	305
	100	8	0,12	395
	110	8	0,11	500
	120	8	0,09	670
	130	8	0,08	835

Nota. Se ha considerado solo el área urbana y el área rural (plano y ondulado), porque la zona está en la costa. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

2.2.15.3. Peraltes Mínimos de Curvas

El peralte es la sobreelevación de la parte exterior de un tramo de carretera en curva con respecto a la mitad interior del mismo. Las curvas horizontales deben estar peraltadas para contrarrestar la fuerza centrífuga. El peralte máximo tendrá un valor máximo medio del 8% y un valor máximo excepcional del 10%. En casos extremos, un peralte máximo de aproximadamente el 12% podría estar justificado en caminos sin pavimentar bien drenados; no obstante, como se indica en la tabla 12, sólo se considerarán los valores de radios mínimos y peraltes máximos por encontrarse en zona geográfica rural y urbana. El peralte de todas las curvas podrá ser igual al 2,5 por ciento en vías con una IMDA inferior a 200 vehículos por día y una velocidad de diseño igual o inferior a 30 km/h. La inclinación transversal del camino, por otro lado, viene gradualmente a medida que se recorre la curva circular. Es decir, desde una posición en la sección tangente hasta el punto donde alcanza su mayor valor, el peralte crece. La duración de la transición es la duración de este desarrollo constante.

2.2.15.4. Longitud de la Curva de Transición

Se define como la variación de la tangente inmediatamente anterior y posterior a una curva horizontal en la que el coronamiento de la sección transversal se cambia gradualmente al peralte correspondiente a dicha curva. En otras palabras, se utiliza para evitar cambios bruscos de alineación, como pasar de una parte recta a una curva. En una curva circular, la longitud de transición comienza a desarrollarse antes del inicio y el final de la curva y alcanza su valor máximo un poco después de que comienza la curva. Una vez alcanzado el peralte total, el manual de carreteras establece que se debe mantener en curva en una extensión $V/3,6$ metros. Evite usar este valor ya que es demasiado pequeño. La siguiente fórmula se utiliza para calcular el valor mínimo de la longitud de transición de una curva desde el punto de corona normal hasta el punto de inicio del peralte máximo:

$$L_{\min} = \frac{V}{46.656j} \left[\frac{V^2}{R} - 1.27p \right] \quad (5)$$

Donde:

V: Velocidad de Diseño (km/h)

R: Radio de Curvatura (m)

J: Variación Uniforme de la Aceleración (m/s^3)

P: Peralte correspondiente a V y R (%)

Tabla 13*Longitud Mínima de Curva de Transición*

Velocidad de Diseño	Radio Mínimo	j (m/s ³)	Peralte Máximo	Longitud de Transición
30	24	0.5	12	30
30	26	0.5	10	30
30	28	0.5	8	30
30	31	0.5	6	30
30	34	0.5	4	30
30	37	0.5	2	30
40	43	0.5	12	40
40	47	0.5	10	40
40	50	0.5	8	40
40	55	0.5	6	40
40	60	0.5	4	40
40	66	0.5	2	40
50	70	0.5	12	45
50	76	0.5	10	45
50	82	0.5	8	45
50	89	0.5	6	45
50	98	0.5	4	45
50	109	0.5	2	45
60	105	0.5	12	50
60	113	0.5	10	50
60	123	0.5	8	50
60	135	0.5	6	50
60	149	0.5	4	50
60	167	0.5	2	50

Nota. tabla 302.10 del DG-2018, se consideró hasta 60 km/h. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

2.2.15.5. Longitud de Tangente o Tramos en Tangente

La longitud de tangente se muestra en el manual, cuyo valor inicial de velocidad es de 30 km/h. Las longitudes de tangente se muestran en la tabla 14 o están calculadas con la siguiente formula:

$$L_{\text{mín.s}}=1,39 V$$

$$L_{\text{mín.o}}=2,78 V$$

$$L_{\text{máx}}=16,70 V$$

Dónde:

L mín.s : Longitud mínima (m) para trazados en "S" (curvatura de sentido contrario).

L mín.o : Longitud mínima (m) para el resto de casos (curvatura del mismo sentido).

L máx : Longitud máxima deseable (m).

V: Velocidad de Diseño (km/h)

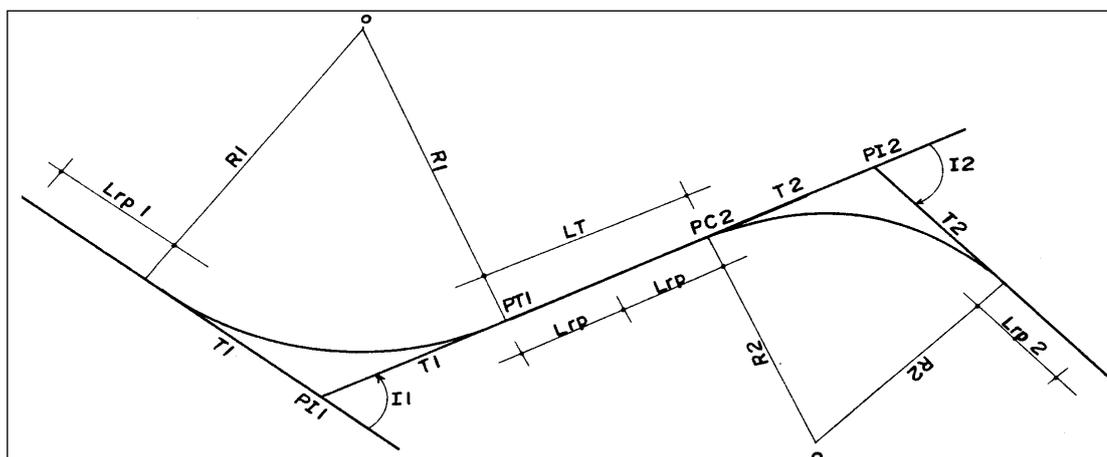
Tabla 14*Longitudes de Tramos en Tangente*

V(km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

Considerando como longitud de tangente en función de las longitudes de cada curva sería igual a la suma de las longitudes, como se muestra en la figura 10, es decir:

$$LT = Lrp_{(1)} + Lrp_{(2)} \quad (6)$$

Figura 10*Longitud de Tramos en Tangente*

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

2.2.15.6. Curvas sin Transición

Aunque las curvas de transición proporcionan una transición más suave entre secciones rectas y curvas, no se requieren en curvas con radios grandes, ya que las curvas anchas permiten que el vehículo siga una trayectoria circular sin experimentar cambios bruscos de dirección, como se indica en la tabla 15.

Tabla 15*Radios que Permiten Prescindir de la Curva de Transición.*

V(km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
R (m)	80	150	225	325	450	600	750	900	1200	1500

Nota. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

2.2.15.7. Sobreancho

Cuando un automóvil viaja en una curva horizontal, ocupa más espacio en la carretera que cuando viaja en línea recta. Las ruedas traseras del vehículo toman un rumbo diferente al de las ruedas delanteras debido al tamaño del vehículo, como indica la figura 11. En consecuencia, la calzada debe extenderse en curvas para compensar el mayor espacio que requiere el coche al girar por ella; la fórmula para calcular esto es la siguiente:

$$S_a = n * (R - \sqrt{R^2 + L^2}) + \frac{V}{10 * \sqrt{R}} \quad (7)$$

Dónde:

n: número de carriles.

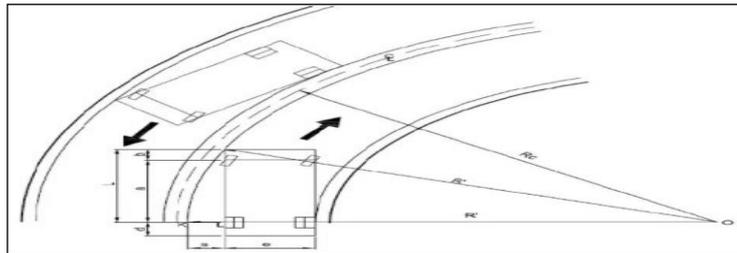
L: Distancia entre los ejes (m)

R: Radio de la curva (m)

V: Velocidad de diseño (km/h)

Figura 11

Sobreancho en las Curvas



Nota. Fuente: (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, 2018).

2.2.15.8. Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales

Cuando existen obstrucciones visuales (tales como taludes cortados, paredes o barreras longitudinales) dentro de una curva horizontal, se debe cambiar la alineación o el diseño de la sección transversal (ver figura 12). Para determinar el ancho mínimo que debe estar libre de impedimentos a la visibilidad se utilizará la siguiente fórmula:

$$a_{min} = R \left(1 - \cos \frac{28.65 D_p}{R} \right) \quad (8)$$

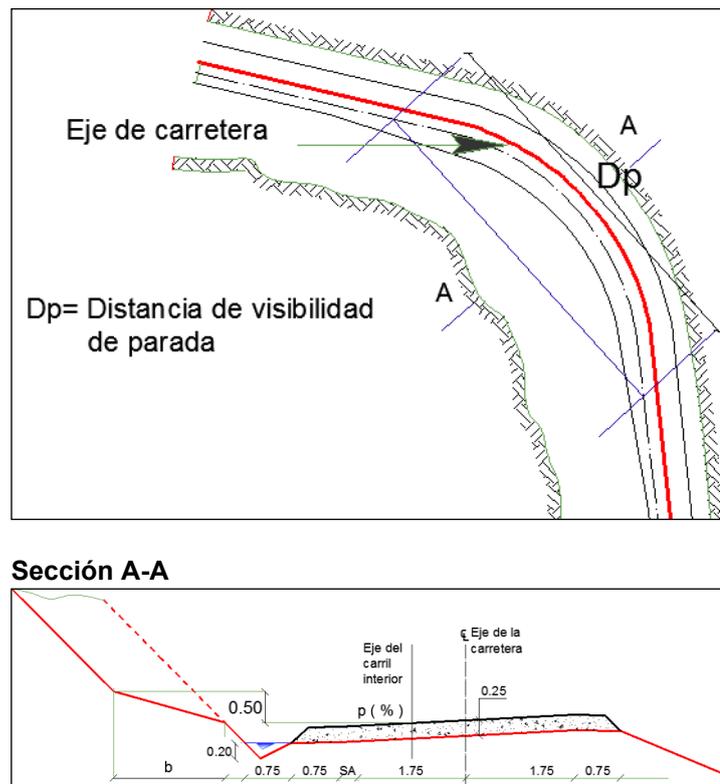
Dónde:

a_{min} = Ancho mínimo libre.

R = Radio de la curva horizontal.

D_p = Distancia de visibilidad de parada.

Figura 12
Visibilidad en Curvas Horizontales



2.2.16. Diseño Geométrico en Perfil o Alineamiento Vertical

El eje real o espacial de la pista se proyecta sobre una superficie vertical paralela a ella. Esta proyección revelará la verdadera longitud del eje de la pista debido al paralelismo. El eje de grado o subrasante es otro nombre para este eje. Los taludes son elementos que conservan el mismo ángulo de inclinación en toda su longitud. Están hechos para mantener los movimientos de tierra al mínimo mediante el empleo de criterios de ajuste del suelo.

Las rampas con pendiente positiva (arriba) y las pendientes con pendiente negativa (abajo) son los dos tipos de pendientes que se pueden separar según el signo de la pendiente (abajo). Uno será una rampa, mientras que el otro será una pendiente, porque hay dos carriles de circulación.

2.2.17. Consideraciones Para el Alineamiento Vertical

La pendiente en el diseño vertical se produce por el perfil longitudinal, que está formado por una serie de líneas unidas por arcos parabólicos verticales a los que dichas líneas son tangentes.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten una transición perfecta entre pendientes de diferentes magnitudes, lo que minimiza la ruptura abrupta de la pendiente. El sistema de elevación para el proyecto será lo más cercano posible al nivel medio del mar, y los puntos de referencia del estudio estarán vinculados a B.M. arrasamiento. A la hora de diseñar el perfil longitudinal, se considerarán muy importantes los aspectos funcionales de seguridad y comodidad derivados de una adecuada visión, así como una transición constante y progresiva entre tramos con pendientes variables.

2.2.17.1 Pendientes

Las pendientes de menos de 0,5 por ciento se evitarán en la medida de lo posible en las áreas de corte. Las pendientes horizontales se pueden emplear en los casos en que las cunetas cercanas tengan la pendiente necesaria para el drenaje y el camino tenga una tasa de bombeo de al menos el 2 %. Se establecerán restricciones máximas de pendiente para garantizar la circulación segura de los camiones de mayor porte en las condiciones viales más difíciles. En lo general no se debe exceder los límites máximos de pendiente mencionados en la tabla 16.

Tabla 16

Pendientes Máximas (%)

Demanda Vehiculos/día Características Orografía tipo Velocidad de diseño:	Carretera 4000 - 2001			Carretera 2000 - 400			Carretera < 400					
	1	Primera clase 2	3	4	1	Segunda clase 2	3	4	1	Tercera clase 2	3	4
30 KPH											10	10
40 KPH								9	8	9	10	
50 KPH			7	7			8	9	8	8	8	
60 KPH	6	6	7	7	6	7	8	9	8	8		
70 KPH	6	6	7	7	6	6	7		7	7		
80 KPH	6	6	6		6	6			7	7		
90 KPH	5	5			6				6	6		
100 KPH	5				6							
110 KPH												

Nota. tabla 303.01 del DG-2018, se consideró carreteras, porque la trocha en análisis no llegara a considerarse como una autopista. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

Cuando exista un desnivel continuo y la pendiente sea superior al 5%, se planificará un tramo de descanso no inferior a 500 metros con una pendiente no superior al 2%, aproximadamente cada tres kilómetros. La frecuencia y ubicación de estas áreas de descanso se establecerá para obtener el mayor beneficio con el menor costo de construcción.

2.2.17.2. Curvas Verticales

Cuando la diferencia algebraica entre los taludes de rasantes consecutivos sea superior al 1% para caminos pavimentados y mayor al 2% para caminos no pavimentados, se unirán con curvas verticales parabólicas. Estos son los siguientes:

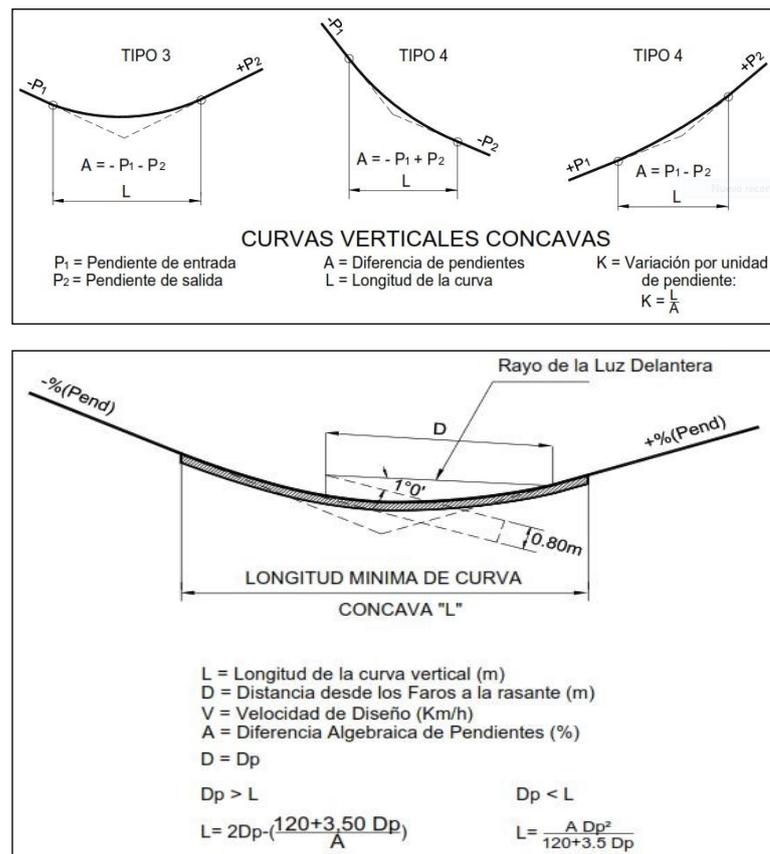
Por su forma: Convexas y Cóncavas. (como se muestra en la figura 13).

Por la longitud de sus ramas: Simétricas y Asimétricas.

Para el caso de la trocha existente se considerará las curvas cóncavas por la topografía que presenta, siendo el caso necesario que cuente con la distancia de visibilidad de parada como lo indica en el manual de carreteras.

Figura 13

Tipo de Curvas Verticales Cóncavas y Longitudes Mínimas



Nota. Figura 303.02 y figura 303.08 del DG-2018. Fuente: (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, 2018)

2.2.17.3. Diseño Geométrico de la Sección Transversal

La sección transversal de una carretera es el resultado de un corte perpendicular a la superficie horizontal que contiene el eje de la carretera, en el que se dimensionan todas las características de la plataforma, incluyendo calzada, carriles, bermas, zanjas de bombeo, taludes y elementos. Son complementarios y están ubicados dentro del derecho de vía. Es importante instalar bandas de 0.50 m lateralmente a las bermas del pavimento para restringir la berma. Esta franja se conoce como ensanchamiento de compactación y permite ubicar dispositivos de seguridad y señalización.

2.2.17.4. Calzada

Es parte de la carretera, compuesta por una o más carriles en ella, no incluyéndose las bermas. A continuación, se indican en la tabla 17 los valores apropiados del ancho de la calzada, para cada velocidad de diseño, en relación al tráfico previsto y a la orografía.

Tabla 17

Ancho Mínimo de la Calzada en Tangente (en metros)

Clasific. Vih./ día Tipo Orografía Vel. De Diseño:	Carretera 4000 - 2001 Primera clase				Carretera 2000 - 400 Segunda clase				Carretera < 400 Tercera clase			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
30 KPH											6,0	6,0
40 KPH								6,6	6,6	6,6	6,0	
50 KPH			7,2	7,2			6,6	6,6	6,6	6,6	6,0	
60 KPH	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	6,6	6,6	6,6	6,6		
70 KPH	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	6,6		6,6	6,6		
80 KPH	7,2	7,2	7,2		7,2	7,2			6,6	6,6		
90 KPH	7,2	7,2			7,2				6,6	6,6		
100 KPH	7,2				7,2							
110 KPH												

Nota. Tabla 304.01 del DG-2018, se consideró carreteras, porque no se consideraría como una autopista. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

Para facilitar el drenaje superficial y evitar la acumulación de agua, la sección transversal de la calzada tendrá taludes transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los lados en los tramos rectos.

2.2.17.5. Carriles

Es la división de una calzada para el transporte por carretera, dividiendo así la franja longitudinal parte de una calzada que está construida para ser utilizada por una sola fila de vehículos, compuesta por una o más carriles de ida y vuelta; lo cual estarán destinadas a la circulación de varios vehículos en un mismo sentido.

2.2.17.6. Berma

A cada lado de la calzada se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho mínimo de 0.50 m.

En cuanto a la inclinación de la berma los tramos tangentes tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma. La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%, en caso contrario la inclinación de la berma será igual.

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, como se muestra en la tabla 18, de modo que escurra hacia la cuneta.

Tabla 18

Ancho de Bermas

Clasific. Vih./ día Tipo Orografía	Carretera 4000 - 2001 Primera clase				Carretera 2000 - 400 Segunda clase				Carretera < 400 Tercera clase			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VEL. DE DISEÑO:												
30 KPH											0,5	0,5
40 KPH								1,2	1,2	0,9	0,5	
50 KPH			2,6	2,6			1,2	1,2	1,2	0,9	0,9	
60 KPH	3	3	2,6	2,6	2	2	1,2	1,2	1,2	1,2		
70 KPH	3	3	3	3	2	2	1,2		1,2	1,2		
80 KPH	3	3	3		2	2			1,2	1,2		
90 KPH	3	3			2				1,2	1,2		
100 KPH	3				2							
110 KPH												

Nota. tabla 304.02 del DG-2018, se consideró carreteras, porque no se consideraría como una autopista. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

2.2.17.7. Bombeo

Es la inclinación transversal mínima que las calzadas deben de tener en los tramos en tangente, con la finalidad de que en las aguas superficiales o provenientes de las precipitaciones lleguen a escurrir o evacuarlas fuera de la calzada. Para que se pueda definir el bombeo se debe tener en cuenta la cantidad de carriles que la calzada tendrá para que así cada carril tenga su bombeo respectivo.

En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte, pero en ningún momento el bombeo será menor al 2%; el bombeo puede darse de varias maneras como muestra la tabla 19, pero dependerá del tipo de superficie y la precipitación pluvial, en donde se proyectará la carretera.

Tabla 19

Valores del Bombeo en la Calzada

Tipo de Superficies	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento Asfáltico y/o Concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento Superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Nota. tabla 304.03 del DG-2018. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

2.2.17.8. Cunetas

Son pequeñas estructuras que se ubican de manera lateral a lo largo de la carretera, teniendo como propósito de conducir o trasladar la acumulación de las aguas escurridas superficialmente procedentes de la calzada como también de las aguas que escurren de los taludes en zonas lluviosas; la pendiente mínima absoluta a lo largo será de 0,2%.

La sección de la cuneta se deduce a partir de un cálculo hidráulico, llegando a tener una sección que puede ser triangular, trapezoidal, rectangular, siendo estas abiertas o cerradas dependiendo de la ubicación de la zona o de las limitaciones de espacio.

2.2.17.9. Taludes

Son inclinaciones dados en los terrenos laterales de la carretera, ya sean de corte o relleno. Al realizar el corte o relleno del talud variara de acuerdo a las características del terreno, altura, inclinación, garantizando su estabilidad. La inclinación de los taludes se realiza definiendo la relación horizontal y vertical (H: V) de diseño como se muestra los datos en la tabla 20 y tabla 21.

Tabla 20

Valores para Taludes en Corte (Relación H:V)

Clasificación de Materiales de Corte		Roca Fija	Roca Suelta	Grava	Material	
					Limo Arcilloso o Arcilla	Arenas
Altura de Corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1-1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

Nota. Tabla 304,10 del DG-2018; (*) Requiere Banqueta. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

Tabla 21

Taludes en Zonas de Relleno (Terraplenes)

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Gravas, Limos Arenoso y Arcillas	1:1,5	1:1,75	1:2
Arena	1:2	1:2,25	1:2,5
Enrocado	1:1	1:1,25	1:1,5

Nota. tabla 304.11 del DG-2018. Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

2.2.17.10. Derecho de Vía o Faja de Dominio

Es la franja de terreno de dominio a lo largo de la vía por la autoridad vial. Cuyas medidas se dan en la tabla 22 y se muestran en la figura 14 y figura 15.

Tabla 22

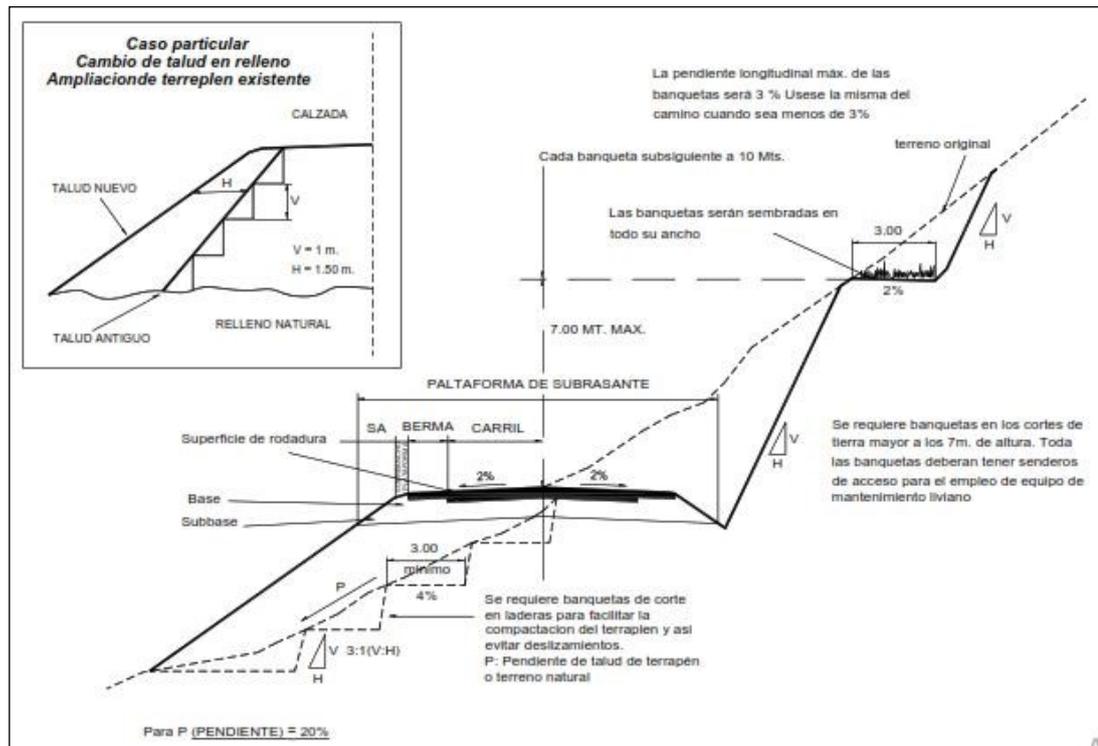
Ancho Mínimo de Derecho de Vía

Clasificación	Ancho	Clasificación	Ancho
Autopista Primera Clase	40 m	Carretera Primera Clase	25 m
Autopista Segunda Clase	30 m	Carretera Segunda Clase	20 m

Nota. (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

Figura 14

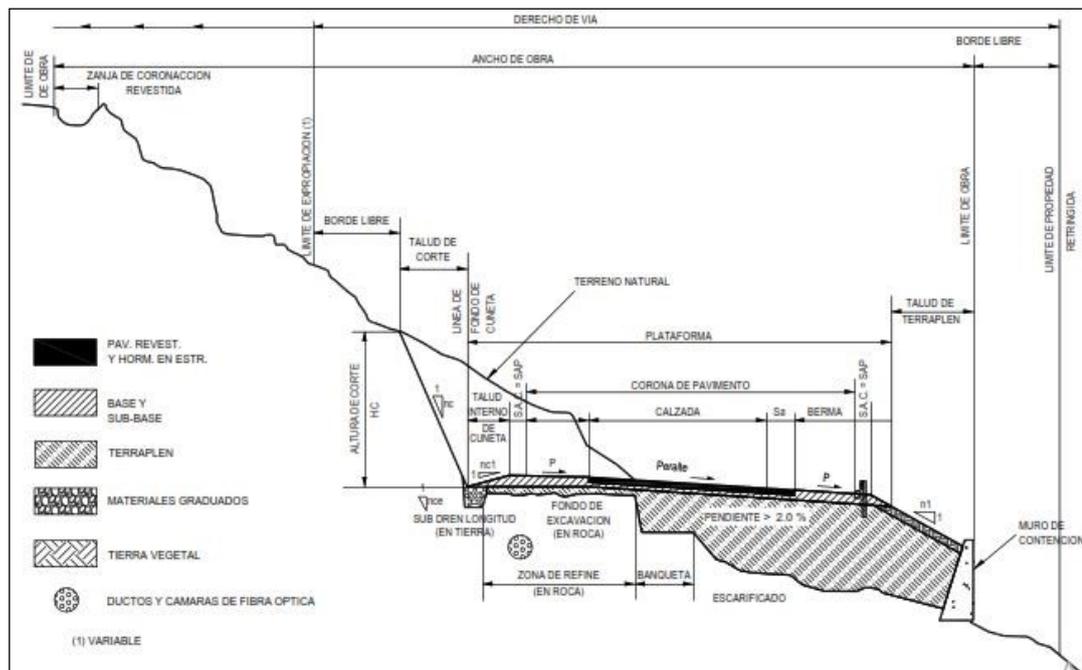
Sección Transversal Típica de Dos carriles en Tangente



Nota. Figura 304.07 del DG-2018 Fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

Figura 15

Sección Transversal Típica de Dos carriles en Curva



Nota: Figura 304.02 del DG-2018 fuente: (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

2.2.17.11. Camino para Carga Pesada

Los parámetros de carretera están limitados por el más grande y largo de los vehículos, estos camiones de transporte suelen ser el vehículo más pesado, más lento y más grande para atravesar los caminos en el sitio de análisis. El camión ejercerá un radio de giro, la capacidad de frenado y el mismo tamaño estarán considerado en el diseño de cualquier camino proyectado.

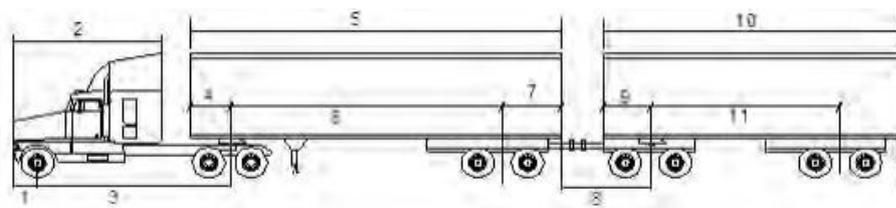
2.2.17.12. Vehículo de Carga Pesada-Semirremolque Remolque

Son vehículos utilizados para la carga de bienes y productos, cuyo peso total es mayor o igual a 36 toneladas. En la siguiente figura16, se muestra las medidas según el Reglamento Nacional de Vehículos, el cual se encuentra vigente según D.S. N° 058-2003-MTC.

Figura 16

Datos Básicos de Vehículos Utilizados para la Dimensión de Carreteras

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio min. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1,30	2,10	0,15	1,80	5,80	0,90	3,40	1,50	7,30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4,10	2,60	0,00	2,60	13,20	2,30	8,25	2,65	12,80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	14,00	2,40	7,55	4,05	13,70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	15,00	3,20	7,75	4,05	13,70
Ómnibus articulado (BA-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	18,30	2,60	6,70 / 1,90 / 4,00	3,10	12,80
Semirremolque simple (T251)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	6,00 / 12,50	0,80	13,70
Remolque simple (CR1)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	10,30 / 0,80 / 2,15 / 7,75	0,80	12,80
Semirremolque doble (T35252)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,40 / 6,80 / 1,40 / 6,80	1,40	13,70
Semirremolque remolque (T3525152)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,45 / 5,70 / 1,40 / 2,15 / 5,70	1,40	13,70
Semirremolque simple (T353)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	5,40 / 11,90	2,00	1



Nota. Fuente (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018)

Donde:

1 = Vuelo delantero	7 = Distancia del eje trasero del semirremolque al término de este
2 = Largo de la cabina del tractocamión	8 = Distancia de donde termina el semirremolque al primer eje del remolque
3 = Distancia entre ejes del tractocamión	9 = Distancia del inicio del remolque al centro del convertidor
4 = Distancia del inicio del semirremolque a la quinta rueda	10 = Largo del remolque
5 = Largo del semirremolque	11 = Distancia del centro del convertidor al centro del arreglo de ejes del remolque
6 = Distancia de la quinta rueda al centro del arreglo de ejes del semirremolque	

2.3. Definición de Términos

2.3.1. Altimetría

Conjunto de operaciones necesarias para definir y representar, numérica o gráficamente, las cotas de puntos del terreno (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

2.3.2. Carretera

Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

2.3.3. Carretera sin afirmar

Carretera al nivel de subrasante o que la superficie de rodadura ha perdido el afirmado (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

2.3.4. Curva horizontal

Curva circular que une los tramos rectos de un camino o carretera en el plano horizontal (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

2.3.5. Curva vertical

Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

2.3.6. Ejes longitudinales

Son las carreteras que recorren longitudinalmente al país, uniendo el territorio nacional desde la frontera norte hasta la frontera sur (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

2.3.7. Ejes transversales

Son las carreteras transversales o de penetración, que básicamente unen la costa con el interior del país (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

2.3.8. Perfil longitudinal

Trazado del eje longitudinal del camino con indicación de cotas y distancias que determina las pendientes del camino (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

2.3.9. Rasante

Es el nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

2.3.10. Sección transversal

Representación gráfica de una sección del camino en forma transversal al eje y a distancias específicas (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

2.3.11. Subrasante

Superficie terminada de la vía a nivel de movimiento de tierras, sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

2.3.12. Trocha carrozable

Camino que por sus características geométricas diversas y superficies de rodadura que por lo general son precarias (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Nivel de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Exploratorio: Se refiere a brindar un referente en forma general de un tema que no se ha profundizado, lográndose conseguir conocimientos informativos que puedan ser obtenidos mediante una visualización directa o una visualización indirecta de la misma.

Descriptivo: Se refiere a la observación y descripción de algún evento sin alterar el planteamiento de las hipótesis ya que este nivel diagnostica y sirve para tener datos generales del objeto o fenómeno a estudiarse. Teniendo un parecido con el nivel exploratoria.

3.1.2. Nivel de investigación

Aprehensivo: Por qué se tiene una investigación donde es necesario para el desarrollo de los objetivos analizar sucesos o comparar los mismos. Para la realización de la investigación y el desarrollo del trabajo será mediante un inventario manual e inspección visual de la superficie, teniendo en cuenta los tipos de superficie que se aprecian en la extensión territorial de área de investigación, para lo cual siempre se hará registros empleando los formatos determinados en las metodologías de la investigación: coordenadas UTM.

Se tomará este método analizando y comparando cada 20 metros (sección completa) haciendo un total de 5 kilómetros aproximadamente, lo cual permitirá dar un análisis de la zona de estudio, con lo cual podremos concluir la situación actual en la que se encuentra la trocha, para la realización de un diseño por la parte de la trocha que se encuentra en deterioro y que empalma a la Avenida Zarumilla que se ubica en el fundo Chololo.

Integrativo: Por qué se tiene una investigación cuyos objetivos implican confirmar o evaluar. Se considerará la obtención de información de documentos o datos a considerar para el análisis y posteriormente realizar un adecuado diseño geométrico de la trocha.

3.2. Población y/o muestra de estudio

3.2.1. Población

La población son los 5 kilómetros aproximadamente de la trocha existente que va desde el desvío del km 1292+000 hasta dar con la Av. Zarumilla, que es el ingreso al casco urbano de la ciudad de Tacna. Será tomada como muestra para determinar la propuesta de solución el flujo vehicular, desde las otras regiones y provincias de Tacna y continuando su trayectoria por la vía panamericana sur, siendo atravesada la extensión territorial de la ciudad de Tacna.

3.2.2. Muestra

Haciendo referencia a la información obtenida en campo, la cual será tomada como muestra para realizar el trabajo en gabinete y la comparación con el DG-2018 de cómo se encuentra la zona de estudio.

Al ser una investigación descriptiva, coincidirá la muestra con la población. Así mismo para determinar la propuesta de empalme con la Av. Zarumilla, se tomará en cuenta el flujo de tránsito y periodo específico proveniente de otras regiones y las provincias de Tacna con sus distritos lejanos.

3.3. Operacionalización de Variables

Se muestra la tabla 23 con la definición de variables aplicadas en la tesis.

Tabla 23

Definición Operacional de Variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores
Características geométricas de la ruta	Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG – 2018	Alineamiento horizontal, vertical y transversal	Plataforma, calzada, carril, pendiente, peralte.
Transporte terrestre pesado	Índice medio diario anual	Vehículo de Diseño con Longitud de 23 metros	Semirremolque remolque (T3S2S1S2)

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La información de las características de la vía existente fue proporcionada del levantamiento topográfico elaborados por el tesista, así mismo se empleó la observación situacional real de la vía y realizando una definición real de la problemática en la ruta TA-635, en donde se encuentra la trocha existente.

Posteriormente se realizó el procesamiento mediante el software AutoCAD Civil 3D para analizar el trazo original, basándonos en la normatividad vigente DG-2018. Análisis completo de los elementos de las curvas (radios), sobreeanchos y elementos de seguridad vial. Finalmente se logra analizar el perfil longitudinal y las secciones transversales para definir correctamente los bombeos.

Como solución se realiza la propuesta de la trocha existente con empalme a la avenida Zarumilla se analizó el estudio de flujo vehicular y de la información recopilada mediante encuestas origen-destino. Habiendo hecho una revisión detallada se determinó la propuesta óptima para solucionar el congestionamiento vehicular de la Panamericana Sur, que tomaría como ruta alterna de ingreso a la ciudad de Tacna por donde se ubica la trocha existente.

3.4.1. Técnicas aplicadas

Como parte de la investigación se coordinó con la Universidad Privada de Tacna para el desarrollo de la investigación en la realización de las siguientes acciones y/o actividades:

- Visita de campo y recorrido de la ruta propuesta.
- Obtener en trabajo de campo el IMDA.
- Levantamiento de la configuración topográfica de la zona de estudio.
- Plano longitudinal, perfil y secciones transversales de la vía actual.
- Perfiles longitudinales, trazo preliminar y trazo definitivo.
- Planos de sección transversal, cada 20 metros en zonas rectas y cada 10 metros en zonas curvas.
- Realización de cálculos y estimaciones para el desarrollo del análisis y diseño como lo indica (Manual de Carreteras:Diseño Geometrico, 2018).

3.4.2. Instrumentos de Recolección

Se realizó trabajos de campo y gabinete con los siguientes materiales e instrumentos:

- Instrumentos para el levantamiento topográfico.
- Estación Total TOPCOM ES-105
- Receptor GPS-TRIMBLE
- Jalones aluminio
- Conos de seguridad
- Mira telescópica de aluminio
- Cámara fotográfica NIKON.
- Agenda o block de notas.
- Útiles de escritorio y material para la impresión.
- Materiales varios empleados para la recolección de información.
- Laptop TOSHIBA y Pc de Escritorio.
- Wincha y demás instrumentos de Medición.

Finalmente se procesó los resultados en el software Civil Cad 2018, creándose una base de datos, planos y la creación de tablas de diseño con los resultados obtenidos y con las propuestas finales de la investigación. En la etapa de recolección de información se emplearon los siguientes instrumentos y materiales:

- Laptop con programa instalado (Auto Cad Civil 3D)
- Equipo fotográfico
- Útiles de escritorio
- Mapas distritales e imágenes satelitales con coordenadas UTM

3.4.3. Aplicación de la Recolección de Datos

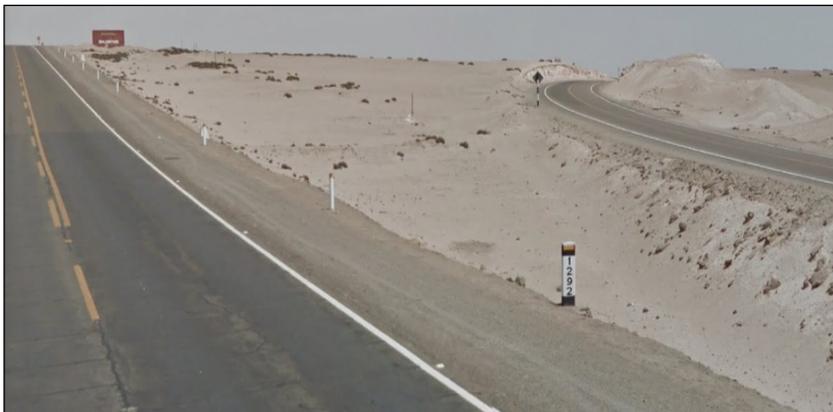
3.4.3.1. Ubicación Geográfica de la Zona en Estudio

La trocha existente en analizar, es la que se ubica entre el desvío del Km 1292+000 de la carretera panamericana sur (distrito de Tacna) con el C.P.M. Augusto B. Leguía, que empalma con la avenida Zarumilla, como se muestra en las figuras 17, figura 18, figura 19 y figura 20. *Coordenadas UTM – WGS 84 – Zona 19K.*

Figura 17

Punto Inicial: desvío (Km 1292+000)

E (363762) N (8012841,8) Z (834 m.s.n.m.)



Nota. Se observa la carretera y el desvío en el KM 1292+000

Figura 18

Punto de Inicio de Trocha: Km 05 + 928,21 (Cerro Intiorko)

E (361424,7) N (8005605,7) Z (828 m.s.n.m.)



Nota. Se tomó como punto de partida de la trocha con km 0+000

Figura 19

Punto Final de Trocha: Empalme con Avenida Zarumilla

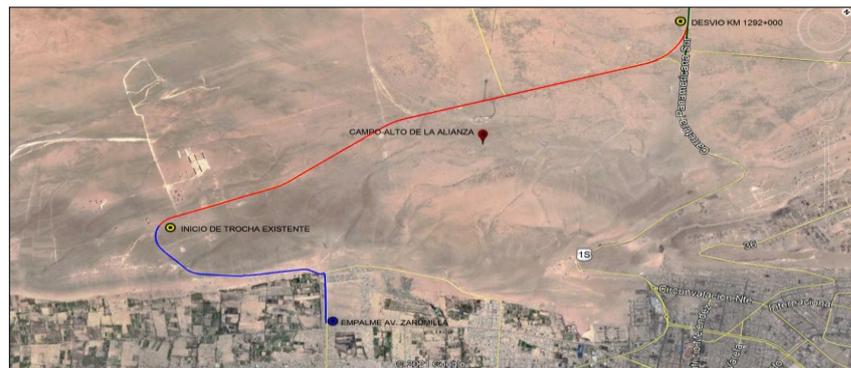
E (363864.1) N (8005807.2) Z (628 m.s.n.m.)



Nota. El total de kilómetros de la trocha se mostrará en los planos.

Figura 20

Imagen Satelital de la Zona de Análisis



Nota. línea Roja (—) asfaltado desde el km 1292+000 al 1298+500
línea Azul (—) trocha existente del km 1298+500 (00+000) hasta el empalme con la avenida Zarumilla.

3.4.3.2. Climatología

Siendo templado seco, el clima de la ciudad de Tacna; con fluctuaciones entre rangos de 11°C y de 28°C de temperatura (según datos del senamhi), en épocas frías como en las estaciones de invierno no se aprecia descensos significativos en la temperatura, siendo entonces un clima favorable para evitar el uso de cunetas o alguna obra de drenaje.

3.4.3.3. Trabajo de Campo

Elección del Método

Al existir la trocha actualmente se optó por emplear el método de radiación con el equipo de estación total, para determinar los elementos geométricos de la trocha existente y realizar las secciones transversales cada 20 metros.

Elección del Tipo de Poligonal

Se empleó una poligonal abierta, tomando como eje la trocha existente, con cambios de estación estratégicas para considerar la alta precisión que ofrece el equipo de estación total.

Identificación Vertical

Se lograron identificar durante el proceso de cambios de estación, para el siguiente punto de cambio, resaltando los más elevados para realizar el cambio y así medir los puntos verticales siguientes.

3.4.3.4. Reconocimiento de la Zona

Previo al levantamiento de la topografía del terreno en donde está la trocha existente de estudio, se realiza una breve visita para reconocer preliminarmente la zona de estudio. Para tal motivo, se determinó los puntos de intersección del eje para el cambio de estación durante la actividad de levantamiento topográfico. En la figura 21 se muestra la ubicación de la intersección.

Figura 21

Trocha con Empalme a la Avenida Zarumilla



Nota. Visita a la zona de empalme de trocha existente con avenida Zarumilla.

3.4.3.5. Levantamiento Topográfico de la Trocha Existente

Considerando la visibilidad con mayor alcance de un tramo de la carretera, se procedió a ubicar el punto para la instalación de la primera estación, actividades posteriores a la visita de reconocimiento del terreno. Posteriormente se empezó a radiar y tomar mediciones topográficas de la zona y finalmente se tomaron las coordenadas del BM, para el cambio de estación. Siendo los puntos de referencia el eje y bordes de la trocha existente, puntos de drenaje, vivienda y la referencia del estacado cada 20 metros en tramos lineales y 10 metros en zonas de curvas existentes y como también las inclinaciones de taludes existentes, complementando así la geometría de la trocha existente para su posterior análisis.

Figura 22*Ubicación del Punto Inicial Estación "A"**Nota.* Instalación del primer punto de estación en campo.**Figura 23***Ubicación de la Segunda Estación "B"**Nota.* Coordenadas de segundo punto de estación.**Figura 24***Ubicación de la Cuarta Estación "D".**Nota.* Instalación de equipo topográfico en trocha existente.

Figura 25

Ubicación de los bordes de la trocha existente.



Nota. Trabajos de ubicación de bordes de vía existente,

Figura 26

Estación "H" ubicada en zona lateral de vía.



Nota. Trabajos de levantamientos topográficos en zona.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

La trocha existente es de una plataforma en condiciones similares a trochas carrozables rurales, que durante un periodo largo de tiempo no ha recibido mantenimiento, así mismo se habrían daños en sectores afectados por el transcurso de los años. La trocha presenta, secciones variables entre los 4,60 m. a 10,00 m. con presencia de bermas, las cuales disminuyen el tramo de la sección vial de la trocha. Desde el kilómetro 2+000,00 se logra visualizar el desmoronamiento o degradación de las piedras provenientes de la zona alta del cerro, ubicadas a los laterales de la carretera y que han llegado a ocupar espacios en la zona de las bermas.

3.5.1. Índice medio diario anual

Durante dos semanas se realizó el conteo vehicular del tráfico en dicha zona de estudio, debido a la frecuencia intermitente del tránsito vehicular, así mismo se tomaron mediciones cuantitativas en ambos direcciones o sentidos de la vía, con la finalidad de obtener los indicadores del tráfico actual y considerando un factor de corrección de 1.02844873 que comprende para vehículos pesados, del mes de febrero, para luego realizar el cálculo del IMDA y poder determinar la respectiva clasificatoria según el tipo de vía (carretera) según la demanda. Al procesar los datos en un cuadro Excel se determinó que la trocha existente estaría catalogada como una carretera de segunda clase.

3.5.2. Procesamiento de información en CIVIL CAD 3D

A continuación, se procede a la etapa de procesamiento de la información en el software AutoCAD Civil 3D 2018, para realizar el diseño geométrico de carretera.

Posteriormente se procesa la información en layouts de cálculo en el programa de Excel 2019, y realizar los cálculos de diseño para el análisis y para la evaluación de la geométrica y sus características de la trocha existente, siendo el parámetro base de referencia en Manual DG-2018 del MTC, parámetros que se aprecian en la tabla 24 a continuación:

Tabla 24

Parámetros de diseño

N °	Parámetros	Unidad
1	Velocidad de diseño (V).	Km/h
2	Radio mínimo.	m.
3	Elementos de curva.	Tabla valores
4	Longitud de transición de peralte	m.
5	Longitud de tangente	m.
6	Longitud de curva.	m.
7	Sobreechancho.	m.
8	Distancias de visibilidad en curva horizontal	m.
9	Peralte	%
10	Curva Vertical.	m.
11	Pendiente.	%
12	Elementos del alineamiento vertical	Tabla valores
13	Ancho de Calzada.	m.
14	Ancho de berma.	m.

La trocha existente se inicia en una curva pronunciada, aparentemente no cumpliendo las normas establecidas en la actualidad, lo cual se realizó el levantamiento topográfico antes de inicio de la curva que da inicio a la trocha, la trocha no está diseñada y ni pavimentada, cuenta con tramos rectos, así también presente largas tangentes y radios con buena y mala visibilidad aparentemente y un perfil longitudinal con pendientes mínimas.

Posteriormente se fue procesando los puntos topográficos que daban forma al terreno se pudo determinar que el terreno presenta un terreno ondulado. La trocha existente se hace curvilíneo con radio y tangente cercanos a los parámetros mínimos de la normatividad vigente, así mismo el perfil longitudinal cuenta con pendientes altas y que dichas características se van manteniendo hasta el inicio de un terreno plano y que a su vez empalma con la avenida Zarumilla. En estas circunstancias se obtiene que la velocidad de diseño solo logrará variar entre 40 a 60 km/h.

3.5.3. Análisis de trocha existente

Como primera parte la trocha presentaba pendientes que se dan en casos de terrenos plano y ondulado, donde se pueden obtener diversas alternativas de solución. En la segunda y tercera etapa se logra analizar el diseño geométrico con relación a la estabilidad de los vehículos pesados que transitan en dicha zona. Finalmente, en la cuarta y quinta etapa se realiza un diseño geométrico en perfil y de secciones transversales para definir tanto las áreas y volúmenes de corte y relleno. En cuanto a los demás parámetros, se pudo analizar que no se tiene nada definido en la trocha ya que se encuentra a nivel de irregularidad en sus secciones.

Para el análisis de la trocha y el diseño geométrico se consideró el vehículo de diseño, siendo necesario la realización de un diseño geométrico con correlación parámetros definidos por la normatividad peruana vigente y las tipologías vehiculares que circulan por la zona, empleando conceptos matemáticos, físicos y geométricos. El análisis en plan fue sobre un plano horizontal del eje real de la trocha. Se analizó el eje constituido por tangentes. Así mismo la sección transversal de la trocha está formada por una plataforma de terreno natural, una berma indefinida, y los taludes laterales que no definidas en sus cortes.

3.5.4. Alineamiento horizontal-Curvas Circulares

Las curvas circulares existentes en la trocha presentaban amplios radios y radios muy menores, con gran ausencia de una plataforma ideal para la proyección de una sub rasante. Teniendo en cuenta que la vía se ha determinado que es de clasificación de segunda clase con orografía ondulada y plana, se planteó que las curvas horizontales evitaran tener transición ya que se tiene una amplia área de trabajo para su corrección por lo que un solo radio puede unir dos tangentes consecutivas; conformando la proyección horizontal de las curvas propuestas.

Se calculan las partes necesarias para el diseño de secciones curvas de la vía, detallando los procedimientos de cálculo de acuerdo al manual de diseño geométrico (DG-2018)

3.5.5. Perfil longitudinal

El perfil muestra que la trocha existente es variable y con irregularidades muy notorias visualmente y fueron corroboradas al momento de realizar de la digitalización en el software CivilCAD 3D de los puntos obtenidos por el levantamiento topográfico, teniendo como pendientes longitudinales de 1% en la parte plana que da con el empalme a la avenida Zarumilla y de 10% en la parte ondulada la cual en su mayoría es de 80% de toda la trocha, que es el inicio del descenso hacia la parte plana de la trocha existente. Cabe precisar que en la parte ondulada existe tramos pequeños con pendientes de 1% como de 0%, inclusive pendientes negativas menores.

3.5.6. Sección Transversal

Las secciones transversales en la trocha existente fueron obtenidas a nivel de terreno natural, identificadas con progresivas y cotas a nivel de terreno. Fueron tomadas a cada 20 metros en líneas rectas tangente y a cada 10 metros en las curvas que existen en la trocha, el ancho de la trocha es variable en todas las secciones debido a que es utilizado por algunos vehículos de carga pesada que dejan una marcación de tránsito visible a lo largo de la trocha existen, la carencia de muchos parámetros que exige la normativa.

En cuanto a los taludes existentes de la trocha se puede ver la carencia o la inconclusa falta de corte en ciertas progresivas, comprobándose así en campo de manera visual y siendo más precisa al momento de obtener las secciones transversales con ayuda del CivilCAD 3D.

3.5.7.Relación con el Transporte Pesado y Alternativa Vial

La relación de la trocha existente en la ruta TA-635, se mostrará de acuerdo con los planos, también se realizó el diseño que mejore la problemática actual, considerándose los parámetros que exige el manual de carreteras, con relación a los vehículos de carga pesada obtenidas por el IMDA, que conllevan analizar un diseño apropiado para el uso de los vehículos mayores que utilizaran la trocha existente como vía alterna; a su vez considerando los parámetros que exigen como medidas aceptables para el tránsito pesado, el cual podemos observar en los planos de propuesta alternativa de solución a la trocha existente.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Situacional de la trocha existente

En campo se analizó la tocha existente, como se muestran en figura 27 hasta la figura 59, resumida luego en la tabla 25, 26 y 27 en cuanto al análisis realizado:

- Su Clasificación: trocha
- Ancho de calzada: variable en el ancho de terreno
- Radio mínimo: 20 metros aproximadamente

Figura 27

Inicio de la Tocha Existente km 0+000



Nota. No se ve Insitu un sobre ancho y berma de la vía, sin embargo, solo se aprecia la plataforma de la tocha nivelada con maquinaria y material suelto a los laterales de la tocha.

Figura 28

Primera Curva Existente en la Trocha



Nota. Se aprecia en la imagen fotografía un peralte no adecuado con ausencia de sobreaancho en las curvas de la vía, en términos de longitudes según el reglamento del MTC.

Figura 29*Salida de la Tangente de la Primera Curva*

Nota. En la visita a campo se aprecia la salida de la tangente en la curva primaria de la trocha, a su vez se aprecia que no cumple con lo establecido en el reglamento del MTC.

Figura 30*Línea Tangente Entre la Primera y Segunda Curva*

Nota. En la visita a campo también se realizó la verificación de la línea tangente entre la curva primaria y secundaria, viendo que la línea no tiene la longitud adecuada.

Figura 31*Borde Tangente Entre la Primera y Segunda Curva*

Nota. En la siguiente imagen se aprecian los trabajos de levantamiento topográfico para la realización del diseño geométrico de la vía existente, apreciando el borde tangente en la siguiente imagen.

Figura 32

Talud Existente Antes de Ingresar a la Segunda Curva



Nota. En la siguiente imagen se observa un talud de 3,75 metros de altura, ubicado al lado norte de la vía en el tramo considerado segunda curva.

Figura 33

Taludes Existentes en la Izquierda y Derecha de la Trocha



Nota. En la visita a campo también se encontraron taludes en ambos lados de la trocha, como se aprecia en la fotografía, en el tramo considerado como lineal de la vía.

Figura 34

Tangente a la Segunda Curva de la Trocha Existente



Nota. En la visita a campo se aprecia la trocha, sección de la segunda curva, apreciándose que no tiene las dimensiones correctas para una vía de tránsito de maquinaria pesada.

Figura 35*Presencia de Desmorte en los Bordos de la Tangente*

Nota. En la visita a campo, se aprecia material de desmorte en los laterales de la tangente de la trocha.

Figura 36*Bordes Empinadas Entre la Primera y Segunda Curva*

Nota. En la imagen fotográfica se aprecian a los laterales de la primera y segunda curva bordes pronunciados en el KM 1292+000.

Figura 37*Talud en el Lado Izquierda de Ingreso a la Segunda Curva*

Nota. En la visita a campo se aprecian configuraciones del terreno irregulares, como taludes de una altura promedio de 5,50 metros.

Figura 38*Deslizamiento de los Taludes Hacia la Segunda Curva*

Nota. En la visita a campo, se aprecia también material suelto en los taludes laterales, necesitando realizarse trabajos de movimiento de tierra en corte de talud.

Figura 39*Inicio de la Segunda Curva Existente en la Trocha*

Nota. Vista fotográfica donde se aprecia la segunda curva de la trocha existente, así mismo se realizó su levantamiento topográfico.

Figura 40*Talud en Lado Izquierdo Muy Vertical en la Segunda Curva*

Nota. En la fotografía se aprecia un talud de una altura de 20 metros aproximadamente a lado norte de la trocha existente.

Figura 41*Ancho de la Segunda Curva con Ausencia de Sobreebancho*

Nota. En la visita a campo se observó que no existen un sobreebancho en la segunda curva de la vía existente.

Figura 42*Visualización de Vehículo Pesado en la Segunda Curva*

Nota. En la visita a campo se observa que en la vía circulan vehículos de carga pesada y de tránsito alto.

Figura 43*Finalización de la Segunda Curva Existente en la Trocha*

Nota. Se observa el tramo final de la segunda curva en la trocha existente.

Figura 44*Línea Tangente entre la Segunda y Tercera Curva Existente*

Nota. En la visita a campo para la realización del levantamiento topográfico se observa las líneas tangentes entre la segunda y la tercera curva de la trocha existente.

Figura 45*Inicio de la Tercera Curva Existente en la Trocha*

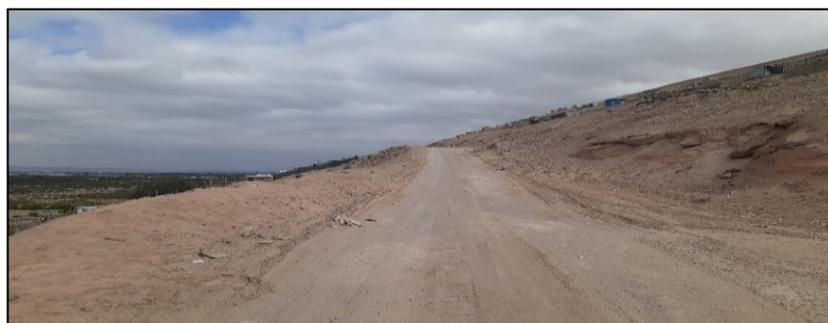
Nota. En la visita a campo se aprecia el inicio de la tercera curva de la trocha existente.

Figura 46*Finalización de la Tercera Curva Existente en la Trocha*

Nota. Se observa el fin de la tercera curva en la trocha existente.

Figura 47*Línea Tangente entre la Tercera y Cuarta Curva Existente*

Nota. En la visita a campo para la realización del levantamiento topográfico se observa las líneas tangentes entre la tercera y la cuarta curva de la trocha existente.

Figura 48*Pendientes Longitudinales de Ingreso a la Cuarta Curva*

Nota. En la fotografía se aprecia que existen pendientes leves y pronunciadas, para lo cual el levantamiento topográfico nos ayudó a determinar tal diferencia de cotas.

Figura 49*Ancho de Trocha al Borde de la Pendiente Transversal*

Nota. Se observa el ancho de tocha en la sección con pendiente transversal.

Figura 50*Entrada a la Cuarta Curva Existente en la Trocha*

Nota. En la fotografía se observa la entrada a la cuarta curva de la trocha existente.

Figura 51*Deslizamiento de Talud en Centro de la Cuarta Curva*

Nota. En la visita a campo se observan deslizamientos de material suelto en extremo norte de la vía por talud.

Figura 52*Salida de la Cuarta Curva Existente en la Trocha*

Nota. Se observa la salida de la cuarta curva en la trocha existente.

Figura 53*Entrada y salida a la Quinta Curva Existente*

Nota. Se observa la quinta curva existente en la trocha analizada.

Figura 54*Curvas Consecutivas de la Sexta y Séptima Curva*

Nota. En la fotografía se observan curvas consecutivas de anchos irregulares, no existiendo obstáculos en la vía que ameriten la configuración curva.

Figura 55*Ancho de Trocha Variable de Salida Curva Cerrada*

Nota. Se observo en campo el ancho irregular en curva cerrada de la trocha existente.

Figura 56*Trocha en Línea Recta con Ancho de Uso Vehicular Variable*

Nota. En la siguiente fotografía se observa una configuración irregular en la trocha existente, tramo recto.

Figura 57*Finalización de la Trocha con Empalme a la Av. Zarumilla*

Nota. Se aprecia en la fotografía el fin de la trocha existente colindando con la Avenida Zarumilla, sección norte.

Figura 58*Buzón Existente Como Punto Final de la Trocha*

Nota. En la visita a campo, también se realizó el levantamiento de elementos de redes de alcantarillado, existentes en la vía.

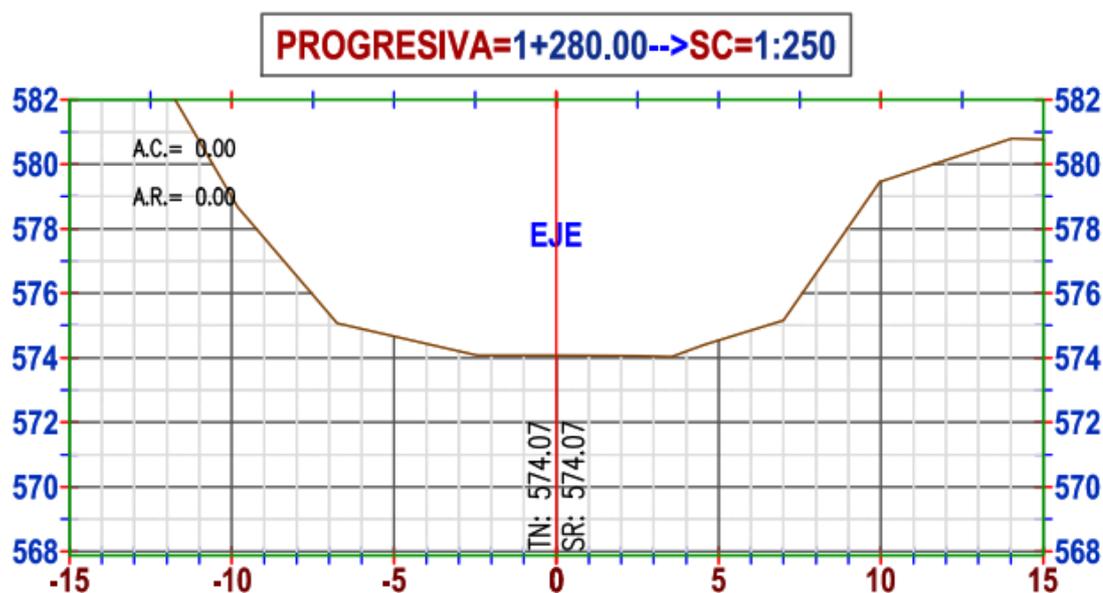
Tabla 25

Valores del Análisis de la Trocha Existente

N°	Parámetros	Unidad	Situación
1	Velocidad de diseño (V).	Km/h	No definida
2	Radio mínimo.	m.	20
3	Elementos de Curva Horizontal.	Tabla	existentes
4	Longitud de transición de peralte	m.	No presenta
5	Longitud de tangente	m.	No definida
6	Longitud de curva.	m.	variable
7	Sobreechancho.	m.	No presenta
8	Distancias de visibilidad de Parada	m.	No presenta
9	Peralte	%	No presenta
10	Elementos de Curva Vertical.	Tabla	existentes
11	Pendiente.	%	variable
12	Elementos del alineamiento vertical	Tabla	existentes
13	Ancho de Calzada.	m.	No presenta
14	Ancho de berma.	m.	No presenta

Figura 59

Sección Variable En Trocha



Nota. la sección transversal que se muestra en la figura fue obtenida con apoyo del software CIVIL CAD 3D, cuya ubicación es en la segunda curva existente de la trocha.

Tabla 26

Tabla de Elementos de Curva Horizontal-Existentes

Tabla de elementos de curva													
N° curva	Dirección	Delta	Radio de Curva	T	Longit.	Lc	E	M	Pi	Pc	Pt	Pi norte	Pi este
PI: 1	S34°E	117°08'06"	310,00	507,22	633,76	529,02	284,45	148,34	0+970,27	0+463,06	1+096,82	8005056,95	361163,67
PI: 2	N67°E	039°51'49"	350,00	126,92	243,51	238,63	22,30	22,97	1+587,60	1+460,68	1+704,19	8005102,63	362160,62
PI: 3	N40°E	010°48'59"	2170,00	205,44	409,66	409,05	9,70	9,66	2+248,67	2+043,23	2+452,89	8005563,04	362649,12
PI: 4	N52°E	031°21'34"	165,18	46,37	90,41	89,28	6,38	6,15	3+024,24	2+977,88	3+068,28	8006196,99	363097,78
PI: 5	N39°E	056°47'53"	20,00	10,81	19,83	19,02	2,74	2,41	3+209,91	3+199,10	3+218,92	8006268,81	363271,51
PI: 6	N23°E	024°40'12"	10,00	2,19	4,31	2,27	0,24	0,23	3+230,98	3+228,79	3+233,10	8006291,28	363275,77
PI: 7	N83°E	095°25'15"	9,00	9,89	14,99	13,32	4,38	2,94	3+266,63	3+256,73	3+271,72	8006320,39	363296,47

Nota. las medidas que se muestra en la tabla fueron obtenidas con el apoyo del software CIVIL CAD 3D, de las cuales se consideraron radios con medidas aproximadas.

Tabla 27

Tabla de Elementos de Curva Vertical-Existentes

Tabla de elementos de curva vertical								
Piv-prog.	Piv-cota	Pend.-entrada	Pend.-salida	A	Tipo de curva	Log. curva vertical	K	Rcv
0+000,00	632,233	-6,40%						
0+140,00	623,272	-2,55%	-6,40%	3,85%	Cóncava	60,00	15,595	1559,547
0+210,00	621,485	-4,57%	-2,55%	2,01%	Convexa	60,00	29,795	2979,478
0+300,00	617,375	-3,28%	-4,57%	1,28%	Cóncava	30,00	23,377	2337,703
0+345,00	615,898	-5,83%	-3,28%	2,54%	Convexa	30,00	11,789	1178,865
0+440,00	610,361	-3,12%	-5,83%	2,70%	Cóncava	40,00	14,789	1478,92
0+625,00	604,583	-6,60%	-3,12%	3,48%	Convexa	80,00	22,995	2299,478
0+740,00	596,99	-0,53%	-6,60%	6,07%	Cóncava	30,00	4,943	494,294
0+800,00	596,67	-5,24%	-0,53%	4,71%	Convexa	30,00	6,375	637,509
0+900,00	591,431	-6,69%	-5,24%	1,45%	Convexa	30,00	20,699	2069,931
0+950,00	588,087	-2,86%	-6,69%	3,83%	Cóncava	30,00	7,827	782,661
1+030,00	585,803	-5,38%	-2,86%	2,52%	Convexa	30,00	11,899	1189,872
1+095,00	582,308	0,65%	-5,38%	6,03%	Cóncava	20,00	3,317	331,734
1+120,00	582,471	-6,79%	0,65%	7,44%	Convexa	20,00	2,687	268,709
1+165,00	579,415	-4,51%	-6,79%	2,28%	Cóncava	30,00	13,154	1315,443
1+220,00	576,935	-4,93%	-4,51%	0,42%	Convexa	60,00	143,119	14311,915
1+480,00	564,119	-3,80%	-4,93%	1,13%	Cóncava	40,00	35,355	3535,506
1+570,00	560,701	-5,55%	-3,80%	1,76%	Convexa	40,00	22,765	2276,506
1+630,00	557,368	-4,16%	-5,55%	1,40%	Cóncava	50,00	35,821	3582,1
1+700,00	554,456	-3,10%	-4,16%	1,06%	Cóncava	40,00	37,596	3759,601
1+750,00	552,909	-4,10%	-3,10%	1,00%	Convexa	40,00	39,983	3998,327
1+900,00	546,765	-3,44%	-4,10%	0,65%	Cóncava	30,00	45,913	4591,28
2+020,00	542,635	-5,13%	-3,44%	1,69%	Convexa	30,00	17,792	1779,206
2+075,00	539,814	-9,10%	-5,13%	3,97%	Convexa	30,00	7,554	755,367
2+110,00	536,629	-0,61%	-9,10%	8,49%	Cóncava	30,00	3,535	353,54
2+140,00	536,445	-3,51%	-0,61%	2,89%	Convexa	20,00	6,919	691,86
2+240,00	532,94	-6,11%	-3,51%	2,61%	Convexa	20,00	7,663	766,318
2+280,00	530,494	-2,42%	-6,11%	3,70%	Cóncava	30,00	8,112	811,17
2+330,00	529,286	-1,60%	-2,42%	0,82%	Cóncava	30,00	36,647	3664,747
2+375,00	528,567	-2,76%	-1,60%	1,17%	Convexa	30,00	25,725	2572,539
2+450,00	526,494	-2,36%	-2,76%	0,40%				
2+510,00	525,075	-4,61%	-2,36%	2,24%	Convexa	60,00	26,745	2674,485
2+800,00	511,711	-8,88%	-4,61%	4,27%	Convexa	30,00	7,022	702,157
2+850,00	507,271	-1,03%	-8,88%	7,86%	Cóncava	60,00	7,638	763,795
3+065,00	505,067	-11,37%	-1,03%	10,34%	Convexa	130,00	12,572	1257,158
3+190,00	490,86	0,13%	-11,37%	11,49%	Cóncava	30,00	2,61	261,012
3+300,00	491	-1,55%	0,13%	1,67%	Convexa	60,00	35,835	3583,545
3+370,00	489,918	2,69%	-1,55%	4,24%	Cóncava	30,00	7,08	707,953
3+410,00	490,994	0,34%	2,69%	2,35%	Convexa	30,00	12,777	1277,745
3+465,00	491,183	-0,80%	0,34%	1,14%	Convexa	30,00	26,229	2622,892
3+500,00	490,903	2,13%	-0,80%	2,93%	Cóncava	30,00	10,232	1023,183
3+540,00	491,755	0,71%	2,13%	1,43%	Convexa	30,00	21,044	2104,361
3+580,00	492,038	0,62%	0,71%	0,09%				
3+660,00	492,534	-1,36%	0,62%	1,98%	Convexa	60,00	30,247	3024,726
3+740,00	491,443	1,42%	-1,36%	2,78%	Cóncava	30,00	10,778	1077,78
3+820,00	492,579	0,02%	1,42%	1,40%	Convexa	60,00	42,907	4290,719
4+000,00	492,618		0,02%					

Nota. las medidas que se muestra en la tabla fueron obtenidas con el apoyo del software CIVIL CAD 3D, de las cuales se consideraron radios con medidas aproximadas.

4.2. Diseño para la Trocha Existente

Para clasificar el desvío en donde se encuentra la trocha de la vía se usó el tráfico de la carretera panamericana sur, ya que los vehículos que transitan en la ruta optarían por realizar su ingreso a la ciudad de Tacna por la troza analizada en la tesis; por lo que también se realizó una encuesta, para su posterior análisis.

Pregunta: *¿Accedería usted con su vehículo ingresar y salir de la ruta que inicia del desvío del km 1292+000 hacia la ciudad de Tacna?*

Días	Si	No	Total
Domingo	87	81	168
Lunes	108	27	135
Martes	132	48	180
Miércoles	127	38	165
Jueves	123	47	170
Viernes	131	49	180
Sábado	167	33	200
Promedio	125	46	171

Figura 60

Porcentaje de Conductores Encuestados

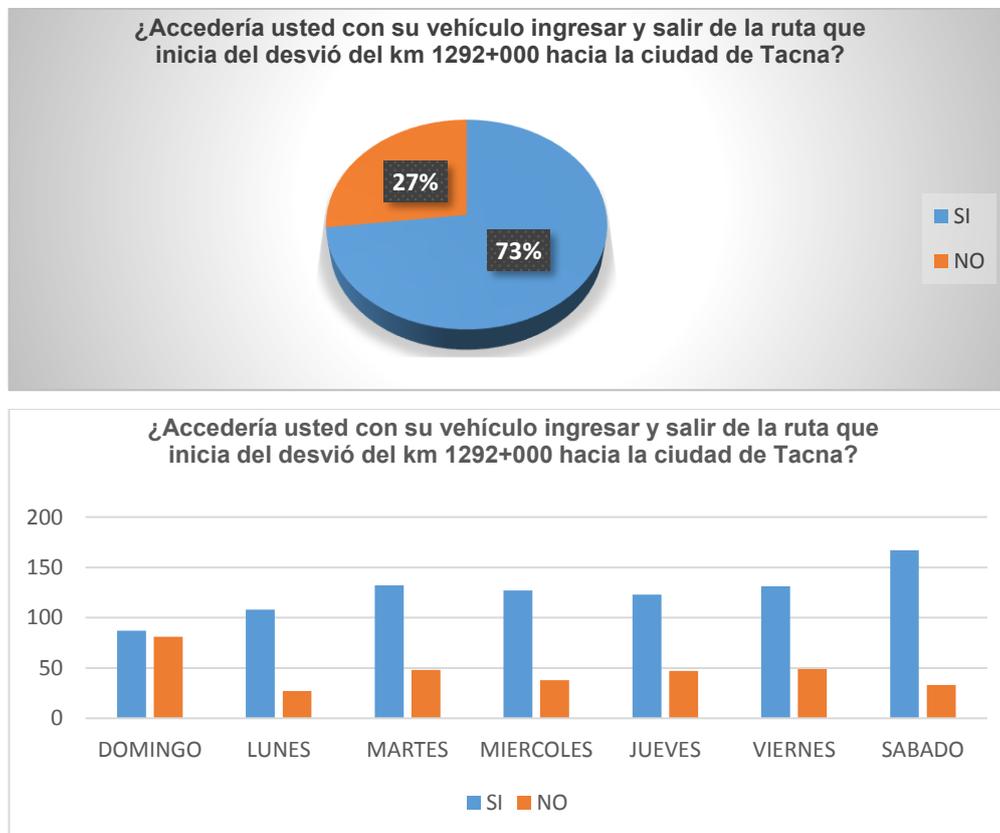


Tabla 28**Toma de Datos del Tráfico en Campo**

Primera semana																			
Carretera: panamericana sur km 1292+000																			
Punto de aforo: km 1292+000																			
DIA	SENTIDO	AUTO	CAMT	COM	MICR	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER		
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	2T2	2T3	3T2
Domingo	Tacna - Tomasiri	121	99	57	21	35	131	31	19	25	7	7	13	3	1	1	1	3	1
	Tomasiri - Tacna	172	192	56	16	38	102	31	14	19	12	4	15	1	2	1	1	2	0
	Ambos sentidos	293	291	113	37	73	233	62	33	44	19	11	28	4	3	2	2	5	1
Lunes	Tacna - Tomasiri	146	159	72	10	38	100	31	16	21	11	8	11	1	4	2	0	1	1
	Tomasiri - Tacna	84	122	64	23	38	109	28	10	24	6	5	14	1	1	1	0	1	1
	Ambos sentidos	230	281	136	33	76	209	59	26	45	17	13	25	2	5	3	0	2	2
Martes	Tacna - Tomasiri	135	162	75	23	34	109	24	20	28	11	9	9	2	2	3	1	3	0
	Tomasiri - Tacna	128	135	49	16	34	116	27	14	20	10	5	16	1	2	1	1	2	0
	Ambos sentidos	263	297	124	39	68	225	51	34	48	21	14	25	3	4	4	2	5	0
Miércoles	Tacna - Tomasiri	107	152	66	18	35	108	30	22	24	8	6	9	2	3	3	3	1	0
	Tomasiri - Tacna	143	131	50	12	33	100	23	16	23	9	11	13	1	1	2	1	1	1
	Ambos sentidos	250	283	116	30	68	208	53	38	47	17	17	22	3	4	5	4	2	1
Jueves	Tacna - Tomasiri	122	129	59	16	33	111	32	24	11	12	8	10	1	1	2	0	2	1
	Tomasiri - Tacna	156	133	53	15	33	109	31	17	32	11	8	12	2	1	2	3	1	1
	Ambos sentidos	278	262	112	31	66	220	63	41	43	23	16	22	3	2	4	3	3	2
Viernes	Tacna - Tomasiri	98	139	52	13	35	109	28	19	25	10	7	14	2	3	2	1	3	2
	Tomasiri - Tacna	133	133	63	20	38	121	29	21	20	11	12	12	1	1	1	0	0	0
	Ambos sentidos	231	272	113	33	73	230	57	40	45	21	19	26	3	4	3	1	3	2
Sábado	Tacna - Tomasiri	173	150	59	16	35	114	28	20	22	10	9	10	2	2	5	1	4	2
	Tomasiri - Tacna	115	149	55	15	36	117	28	18	23	8	12	13	1	1	6	1	2	2
	Ambos sentidos	288	299	114	31	71	231	56	38	45	18	21	23	3	3	11	2	6	4
DIA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO												
TOTAL	1254	1164	1227	1168	1194	1176	1264												

Tabla 29**Toma de Datos del Tráfico en Campo**

Segunda semana

Carretera: panamericana sur km 1292+000

Punto de aforo: km 1292+000

DIA	SENTIDO	AUTO	CAMT	COM	MICR	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
						2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	2T2	2T3	3T2
Domingo	Tacna - Tomasiri	118	86	52	17	34	124	29	20	23	11	8	12	2	1	0	1	2	1
	Tomasiri - Tacna	143	132	50	16	38	100	31	16	20	10	5	11	1	1	1	1	2	1
	Ambos sentidos	261	218	102	33	72	224	60	36	43	21	13	23	3	2	1	2	4	2
Lunes	Tacna - Tomasiri	136	123	67	10	35	100	31	17	21	11	6	11	1	2	1	1	1	1
	Tomasiri - Tacna	76	112	60	13	38	104	30	11	24	10	7	10	1	1	1	0	1	1
	Ambos sentidos	212	235	127	23	73	204	60	28	45	21	13	21	2	3	2	1	2	2
Martes	Tacna - Tomasiri	112	127	67	21	32	109	25	22	22	11	8	9	1	1	1	1	1	0
	Tomasiri - Tacna	123	135	49	18	34	113	25	14	20	10	6	10	1	2	1	1	2	1
	Ambos sentidos	235	262	116	39	66	222	50	36	42	21	14	20	2	3	2	2	3	1
Miércoles	Tacna - Tomasiri	102	112	65	17	34	106	34	12	24	8	8	9	2	1	2	1	1	0
	Tomasiri - Tacna	103	111	50	13	33	100	31	18	22	10	11	12	1	1	1	1	1	1
	Ambos sentidos	205	223	115	30	67	206	65	30	46	18	19	21	3	2	3	2	2	1
Jueves	Tacna - Tomasiri	116	129	60	17	31	110	33	22	21	10	9	10	1	1	2	1	2	1
	Tomasiri - Tacna	136	113	53	12	33	104	31	17	22	11	8	11	1	1	1	1	1	1
	Ambos sentidos	252	242	113	29	64	214	64	39	43	21	17	21	2	2	3	2	3	2
Viernes	Tacna - Tomasiri	94	119	51	14	32	109	29	16	25	11	8	12	2	1	1	1	2	2
	Tomasiri - Tacna	123	103	53	20	36	111	30	21	20	11	10	12	1	1	1	0	0	0
	Ambos sentidos	217	222	104	34	68	220	59	37	45	22	18	24	3	2	2	1	2	2
Sábado	Tacna - Tomasiri	154	115	56	14	32	115	29	21	22	10	10	10	2	2	3	1	3	2
	Tomasiri - Tacna	105	113	54	17	31	116	25	17	23	12	11	12	1	1	3	1	2	1
	Ambos sentidos	259	228	110	31	63	231	54	38	45	22	21	22	3	3	6	2	5	3
DIA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO												
TOTAL	1120	1074	1136	1058	1133	1082	1146												
(veh/día)																			

4.3. Índice Medio Diario Semanal y Anual

- *Cálculo del Índice Medio Diario Semanal*

Se procede a realizar el cálculo del promedio semanal como el cociente del promedio para cada semana dividido entre la cantidad total de semanas:

$$IMDS = \sum \frac{v_i}{7} \quad (9)$$

Cálculo del índice medio diario semanal (primera semana)

$$IMDS = \frac{(1254 + 1164 + 1227 + 1168 + 1194 + 1176 + 1264)}{7} \Rightarrow IMDS = 1207$$

Cálculo del índice medio diario semanal (segunda semana)

$$IMDS = \frac{(1120 + 1074 + 1136 + 1058 + 1133 + 1082 + 1146)}{7} \Rightarrow IMDS = 1107$$

Valor promedio semanal de tráfico

Semana 1	Semana 2	Promedio	Promedio Final
1207	1107	1157	1160

- *Cálculo del Índice Medio Diario Anual*

$$IMDA = IMDS * F_c \quad (10)$$

Vehículos	IMDS	Factores de corrección	IMDA
Pesados	1160	1,02844873	1193

4.4. Clasificación por Demanda

De acuerdo a la cuantificación obtenida del IMDA vehicular de 1193 se confirma que es de alto volumen de tránsito, *por lo que corresponde clasificarla en una carretera de segunda clase* con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo.

4.5. Clasificación por orografía

Definimos que las pendientes longitudinales se encuentran en rangos próximos a los 3% y 6% siendo estos imperativos para clasificarla como carretera de *terreno ondulado (Tipo 2)*, pero en el último kilómetro el valor es de 2%, es decir de *tipo plano (Tipo 1)*.

4.6. Comparación de elementos de diseño geométrico

Los elementos de diseño presentan parámetros para el diseño geométrico de carreteras y cuentan con criterios de diseño referenciales, para diseñar de manera más eficiente por la demanda de vehículos de transporte pesado. Ver tabla 30.

Tabla 30

Criterios y parámetros de elementos geométricos mínimos conseguidos para Vehículos de Transporte Pesado

Descripción	Criterio
Clasificación por Demanda	Carretera de 2da Clase
Clasificación por Orografía (según topografía y pend. Long.)	Tipo 1 y Tipo 2
Vehículo de diseño	T3-S2-S1-S2
Velocidad de diseño (Km/h)	Variable entre 60 y 40
Superficie de rodadura	asfaltado
Ancho de calzada (m)	7,20
Ancho de bermas (m)	2,00
Pendiente Transversal de bermas (%)	4,0
Ancho de vía (pista + berma) zona de tangente mínimo (m)	10,80
Bombeo de calzada (%)	2,00
Radio mínimo normal (m)	125 y 50
Longitud en Tramos Tangente en S (m)	83 y 56
Longitud en Tramos Tangente en O (m)	167 y 111
Longitud máxima Deseable (m)	1002 y 668
Peralte máximo	8,0
Sobrecosto máx. normal según maniobra (m)	2,00
Pendiente longitudinal máxima (%)	8,0
Pendiente longitudinal mínima (%)	0,5
Longitud mínima de curva vertical (m)	195
Talud de relleno	1:1
Talud de corte	1:2
Ancho de banqueta de corte (m)	3,00
Pendiente transversal de banqueta (%)	2,00
Ancho mínimo de derecho de vía (m)	20
Cuneta triangular en corte profundidad y ancho (m) (opcional)	0,20 - 0,5 y 0,5

Nota. las medidas que se muestra en la tabla fueron consideradas para el diseño óptimo de la trocha existente a nivel de asfaltado con el apoyo del software CIVIL CAD 3D, de las cuales se obtuvieron datos adecuados.

4.7. Diseño Geométrico Horizontal

Tabla 31

Tabla de Elementos de Curva Horizontales Diseñadas

Cuadro de elementos de curva													
Numero pi	Dirección	Delta	Radio	T	L	Lc	E	M	Pi	Pc	Pt	Pi norte	Pi este
PI: 1	S34° 00'49"E	117°13'12"	309,42	507,10	633,03	528,26	284,63	148,25	0+970,26	0+463,16	1+096,18	8005056,95	361163,68
PI: 2	N67° 02'03"E	40°41'04"	150,00	55,61	106,51	104,29	9,98	9,35	1+587,07	1+531,46	1+637,97	8005102,63	362160,62
PI: 3	N41° 31'12"E	10°20'39"	2063,93	186,82	372,62	372,11	8,44	8,40	2+253,59	2+066,77	2+439,39	8005563,04	362649,06
PI: 4	N48° 10'57"E	95°40'10"	155,14	171,31	259,05	229,99	75,98	51,00	3+254,86	3+083,55	3+342,60	8006370,32	363243,11

Nota. las medidas que se muestra en la tabla fueron obtenidas con el apoyo del software CIVIL CAD 3D. Fuente: elaboración propia

Tabla 32

Sobreanchos y Peraltes en Curvas Diseñadas

No. Curv	S	R	I	Lc	T	E	Sa	Peralte (%)
C 1	I	309,42	117° 13' 12"	633,03	507,10	284,63	2.0	6,00
C 2	I	150,00	40° 41' 04"	106,51	55,61	9,98	2.0	6,00
C 3	I	206,93	10° 20' 39"	372,62	186,82	8,44	2.0	4,00
C 4	D	155,14	95° 40' 10"	259,05	171,31	75,98	2.0	4,00

Nota. las medidas que se muestra en la tabla fueron obtenidas con el apoyo del software CIVIL CAD 3D. Fuente: elaboración propia

Tabla 33

Longitud de Tramos en Tangente

N° P.I.	Radio	Deflexión	s	Tangente	Longitud	Long. Entre Curvas	L. min (m)
Inicio				Inicio – PC01	463,16		
PI 01	309,42	117° 13' 12"	D	PT01 – PC02	435,28	Lmín.o	167
PI 02	150,00	40° 41' 04"	I	PT02 – PC03	428,97	Lmín.o	167
PI 03	2063,93	10° 20' 39"	I	PT03 – PC04	644,16	Lmín.o	167
PI 04	155,14	95° 40' 10"	I	PT04 – Final	657,40		

Nota. las medidas que se muestra en la tabla fueron obtenidas con el apoyo del software CIVIL CAD 3D.

Longitud recta mínima entre dos curvas de sentido contrario: L mín.s.

Longitud recta mínima entre dos curvas en el mismo sentido: L mín.o

Fuente: elaboración propia

4.8. Diseño Geométrico Vertical

Tabla 34

Elementos del Perfil Longitudinal-Curvas Verticales

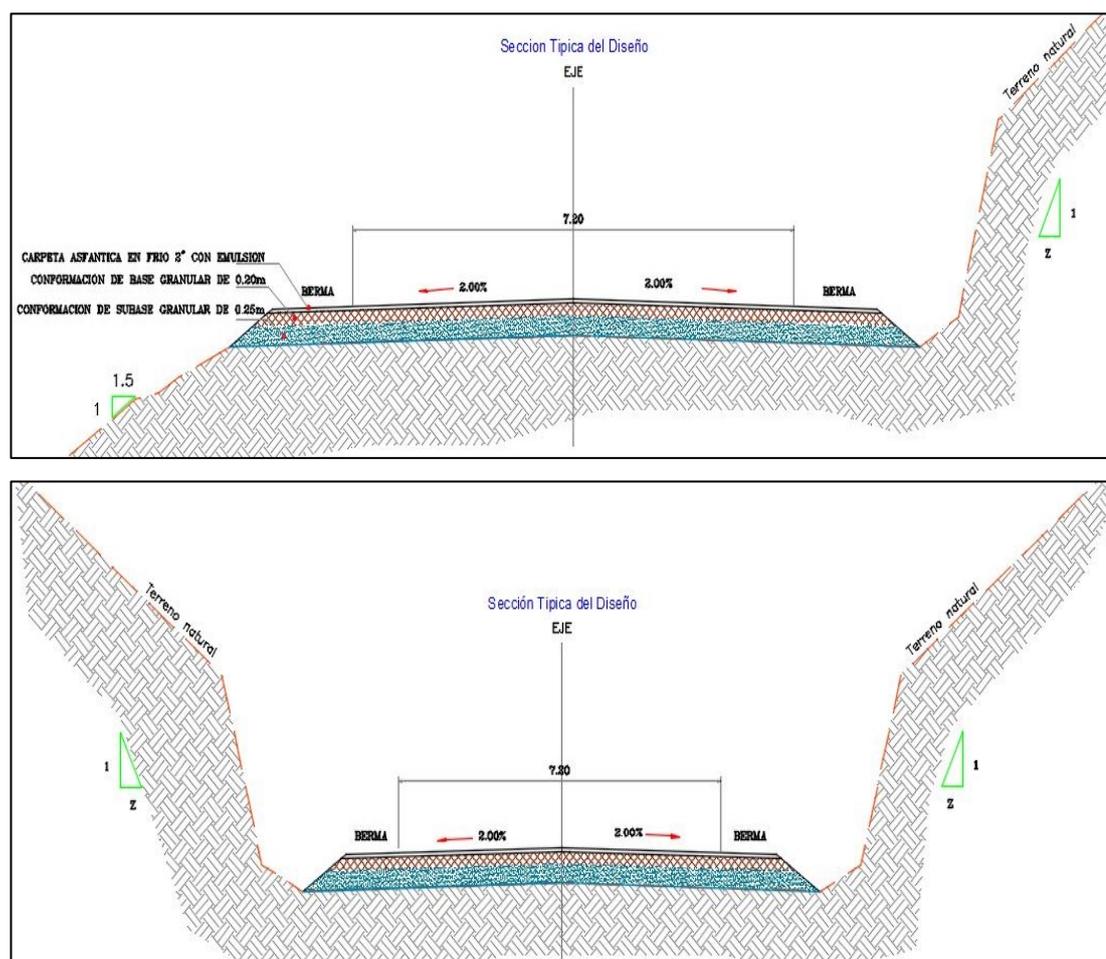
Nº CURVA	PROG. PCV	PROG. PTV	PROG. PIV	ELEVACIÓN PIV (msnm)	PEND. ENT.(%)	PEND. SAL.(%)	LONG. CURVA
PIV - 01	0+108,69	0+234,01	0+171,35	622,48	-5,27%	-4,12%	125,32
PIV - 02	0+695,04	0+898,40	0+796,72	596,71	-4,12%	-4,81%	203,36
PIV - 03	1+529,60	1+715,41	1+622,51	557,00	-4,81%	-3,91%	185,81
PIV - 04	2+277,38	2+700,02	2+488,70	523,17	-3,91%	-4,79%	422,64
PIV - 05	3+ 031,38	3+341,97	3+186,68	489,72	-4,79%	-0,36%	310,59

Nota. las medidas que se muestra en la tabla fueron obtenidas con el apoyo del software CIVIL CAD 3D. Fuente: elaboración propia

4.9. Diseño Geométrico Transversales

Figura 61

Sección Típica de Diseño Recomendado en la Trocha Existente



Nota. las medidas que se muestra en la figura fueron obtenidas con el apoyo del software CIVIL CAD 3D. Fuente: elaboración propia

5.1. Diseño Geométrico Optimo para la Trocha

La siguiente tabla 35 muestra los valores obtenidos como resultado del Análisis de la trocha existente y la propuesta de un nuevo diseño geométrico en la trocha.

Tabla 35

Resumen de Parámetros de la Trocha Existente y Diseñada con el DG-2018

Descripción	Trocha existente	Propuesta de Diseño
Clasificación por Demanda	No considerado	2da Clase
Clasificación por Orografía	No considerado	Tipo 1 y Tipo 2
Vehículo de diseño	No considerado	T3-S2-S1-S2
Velocidad de diseño (Km/h)	No considerado	60 y 40
Superficie de rodadura	trocha	asfaltado
Ancho de calzada (m)	No existe	7,20
Ancho de bermas (m)	No existe	2,00
Pendiente Transversal de bermas (%)	No existe	4,00
Ancho de vía (pista + berma) (m)	No existe	10,80
Bombeo de calzada (%)	No existe	2,00
Radio mínimo normal (m)	variable	125 y 50
Longitud en Tramos Tangente en S (m)	variable	83 y 56
Longitud en Tramos Tangente en O (m)	variable	167 y 111
Longitud máxima Deseable (m)	variable	1002 y 668
Peralte máximo	No existe	8,00
Sobreancho máx. normal según maniobra (m)	No existe	2,00
Pendiente longitudinal máxima (%)	variable	7,00
Pendiente longitudinal mínima (%)	variable	0,50
Longitud mínima de curva vertical (m)	variable	195
Talud de relleno	variable	1:1
Talud de corte	variable	1:2
Ancho de banquetta de corte (m)	No existe	3,00
Pendiente transversal de banquetta (%)	No existe	2,00
Ancho mínimo de derecho de vía (m)	variable	20
Cuneta triangular en corte, profundidad y ancho (m)	No existe	0,20 – 0,50 y 0,50

Nota. Para el análisis de la trocha existente que se muestra en la tabla fueron realizadas con el apoyo del software CIVIL CAD 3D y a su vez se diseñó con los criterios mínimos para el diseño recomendado. Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Los datos del apartado anterior se analizan y discuten en el siguiente apartado, con el fin de contrastar las hipótesis planteadas en el primer capítulo de esta tesis.

5.1. Discusión de la Hipótesis General:

Según los datos obtenidos en los resultados de la tabla N° 35 “Resumen de Parámetros de la Trocha Existente y Diseñada con el DG-2018”, se determina que la relación es muy desfavorable entre el análisis del diseño geométrico y el transporte pesado comprendido entre el desvío del Km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla, Distrito, Provincia y Departamento de Tacna ***por lo que se valida la hipótesis general.*** Así mismo se detallarán las discusiones de las hipótesis específicas a continuación:

5.2. Discusión de la primera Hipótesis Específica:

Siendo esta: Las características del diseño geométrico actual en la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla no se ajusta a la norma DG-2018. Para lo cual se realizaron las siguientes discusiones:

5.2.1. Discusión de la Topografía

El trabajo del topográfico tubo inconvenientes en ciertas zonas del lugar en estudio, debido a que presenta pendientes severas en ciertas progresivas y también presenta un terreno ondulado; las presencias de algunos vehículos pesados se hicieron notar, teniendo una medida exacta en ciertas progresivas que daban la marcación del ancho de la trocha en donde circula el vehículo por lo que el proceso de levantamiento topográfico se realizó con cambios de estación estratégicos.

5.2.2. Discusión del Alineamiento Horizontal de la Trocha

El alineamiento horizontal inicial contaba con pendientes variables y muy elevadas en progresivas cercanas a las primeras curvas y se tuvo 3 curvas consecutivas muy cercanas antes de entrar a un terreno plano. En cuanto a las tangentes mostraron irregularidades con medidas variables entre curvas con ausencia de pendientes variables e irregulares.

5.2.3. Discusión de la Velocidad de Diseño

La discusión referente a la velocidad de los vehículos al transitar en dicha zona de estudio (trocha existente), no puede ser determinada o calculada debido a su deformación en el terreno natural; se puede dar como observación que los vehículos de carga pesada transitan aparentemente entre 10 a 20 km/h. Para la propuesta del diseño geométrico de la trocha existente el valor de la velocidad de diseño es 60 a 40 km/h, debido a presentar una configuración topográfica llana a ondulada dentro de los parámetros de valores del DG-2018. Se ha considerado para tal caso una velocidad de diseño en curvas de 60 kilómetros por hora. En caso de zonas con una topografía ondulada y para la siguiente curva la velocidad de diseño de 40 kilómetros por hora.

5.2.4. Discusión de los Elementos Geométricos

Existen valores de radio en la trocha existente de 9, 10 y 20 metros; causando incomodidad para el vehículo de carga pesada que transita en la trocha existente, debido a que debe de realizar maniobras con cautela para continuar su trayecto; estos radios no cumplen con lo que se indica en el DG-2018, por lo que en la propuesta de diseño se determinó en que solo sea una curva amplia con valores dentro de los parámetros del DG-2018, la razón se basa en la comodidad de giro de los vehículos por la que se emplean los siguientes valores, entonces se debe rectificar las curvas que no presenta un radio mínimo.

Se realizó una rectificación de la interfase del desplazamiento homogéneo al entra los vehículos a curvas, debido a que no se cumple con la longitud de la transición referida al peralte en algunas secciones de la trocha existente en comparación con la DG-2018. Siendo los resultados comparados con base a fórmulas específicas.

Se rectificó el tramo debido a las curvas sinuosas en algunos tramos de la trocha, ocasionado porque no cumplen con la longitud de tangente en algunos tramos la vía de trocha existente. En la longitud de curva, la normativa presente en el DG-2018 recomienda una longitud de $L = 3 * \text{Velocidad}$, siendo incumplida dicha longitud en las curvas actuales, haciendo que el conductor entre con restricciones aumentando el riesgo de accidente en curvas. Una vez realizado la formulación del sobre ancho actual se determina que no cumple con los parámetros de valores

establecidos y algunas no están definidas; pero al realizar la propuesta de diseño y al ser una carretera de 2DA clase se determinó emplear un sobre ancho mínimo de 0.50 metros, en base al DG-2018, valor que nos ayuda a evaluar la sección de las curvas, debido a que el sobre ancho tiene una relación directa con el radio.

El valor del peralte según el DG-2018 es 8%, siendo este valor incompatible para el diseño de las curvas, provocando a futuro la disminución de velocidad para evitar que la acción de fuerza centrífuga nos saque de la carretera en la sección de la curva.

Según el DG-2018, se empleó una pendiente del 10%, valor que implica no generar esfuerzos adicionales en los vehículos que transitan la vía. El ancho de la trocha es irregular, aunque los anchos son mayores a los mínimos que exige el DG-2018 para una calzada; para el diseño geométrico el valor de calzada es de 7.2 m., que está dentro de la tabla de valores, por ser de una carretera de 2da clase, cumpliendo en gran parte de su longitud, facilitando el desplazamiento vehicular con facilidad.

En relación al ancho de berma fue totalmente ausente en la trocha existente, para lo cual en esta tesis se ha considerado un valor de 0.50 metros, coincidiendo con la normatividad vigente; con respecto al largo de la trocha se aprecia que no se cumple con el dimensionamiento correcto debido a las bermas en distintos tramos de la vía, haciendo vulnerable a la vía ante eventos climatológicos.

5.2.5. Discusión del análisis del seccionamiento transversal

De acuerdo al análisis hecha a las secciones transversales de la trocha existente, de los tramos que se muestran en los planos; las longitudes de bermas y los bombeos no contemplan con los requisitos del reglamento DG – 2018. De igual forma la inclinación de taludes que es adecuada en ciertos tramos por el tipo de material (gravas-limos y arcillas) y para algunos tramos la inclinación presenta (1: 1.5) que se encuentra dentro de los parámetros permitida por la Tabla 21.

Sin embargo, para el diseño geométrico de la trocha existente, el ancho de calzada analizada en la tabla N°35, según el DG – 2018 es de 7.2 m correspondientes a una carretera de segunda clase ($\text{ÍMDA} > 400$ vehículos), porque la mayor parte del diseño propuesto fue considerando una $V_d = 60 \text{ Km / h}$.

5.2.6. Discusión de la Velocidad de directriz para alineación horizontal

5.2.6.1 Radios mínimos

Los valores obtenidos de la Tabla de radios, en la trocha existente de la ruta TA-365, en el PI-1 (Km 1296 aproximadamente) cuenta con un radio superior (120 m) al mínimo aceptable en caso de una $V_d = 60$ km/h. Así mismo presente un ángulo de deflexión de $14^\circ 49' 47''$ hacia la derecha. Para la propuesta de diseño la solución que se planteó es mantener o redondear el radio que presenta la trocha; por el tipo de vehículos de transporte pesados que circularan, es necesario la creación de señalética reglamentada en dicha zona de curva (se aprecia que actualmente tampoco cuenta con señalización la zona de estudio), indicando la reducción de la velocidad. De esta manera, el presente radio garantiza una mejor maniobrabilidad y seguridad.

5.2.6.2 Longitudes de tramos rectos en zona urbana

Presenta tramos rectos en ambientes semi urbanos y con valores de longitudes máximas dentro de los parámetros permitidos. Siendo la velocidad de 40 km/h la indicada para corregir y ajustar el diseño, debido a que los parámetros empleados en el criterio de diseño se usaron con la finalidad de evitar el cansancio del chofer. No obstante, debido a que las condiciones son diferentes, al ser una zona casi urbana, no se apreciaría riesgo alguno de cansancio por parte del conductor, por lo cual se opta por aumentar la velocidad de la directriz y se obvia la consideración de no emplear tramos rectos antes de la llegada a una curva. A demás según el reglamento se debe emplear una señalización de disminuir la velocidad a 40 km/h, en zona de cruce constante de animales y personas, al inicio de la av. Zarumilla).

5.2.6.3 Longitudes de tramos rectos en zona no urbana

En caso del tramo recto, se aprecia un exceso mínimo en la longitud, validándose dicha medida. Así mismo el tramo recto está considerándose hasta antes de llegar a la intersección o cruce con el centro poblado denominado "fundo Chololo"; aceptándose como válida la directriz de 60 kilómetros por hora (como orografía ondulada), en temas de seguridad en cuanto al tránsito variado entre personas y animales cruzando la vía.

Debido a la existencia de un cerro a un lado de la vía, se propone colocar una señalización al lado izquierdo de la carreta, de reducción de velocidad a 40 kilómetros por hora, debido que se encuentra próximo la zona rural y el centro poblado “Augusto B. Leguía” (Km 1298 aprox.), no siendo relevante la longitud en tangente.

En conclusión, las características del diseño geométrico actual en la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla no se ajusta a la norma DG-2018, *por lo que se valida la primera hipótesis específica*.

5.3. Discusión de la segunda Hipótesis Específica:

Siendo esta: El flujo vehicular del transporte pesado en la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla se comporta de manera no adecuada.

Según los cálculos obtenidos del Índice medio Diario semanal obtiene un IMDS de 1207 la primera semana y de 1107 la segunda semana, dando como promedio 1160. Los vehículos pesados con IMDS por su factor de corrección nos dio un IMDA de 1193

En conclusión, la clasificación de la demanda referente a un IMDA vehicular clasifica a la carretera de segunda clase con una calzada mínima de ancho de 3.60 metros. Siendo la presente vía inadecuada para la cantidad de flujo vehicular de transporte pesado, *por lo que se valida la segunda hipótesis específica*.

5.4. Discusión de la tercera Hipótesis Específica:

Siendo esta: El flujo del transporte pesado influye de manera no favorable en el diseño geométrico de la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla. De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de la trocha existente en relación con el transporte pesado se discute los siguientes puntos:

Los parámetros geométricos que requiere la vía ante el flujo vehicular no coinciden con la trocha existente, encontrando inconsistencias y diferencias en la clasificación de la demanda de segunda clase, tipo 1 y tipo 2 en clasificación de orografía, T3-S2-S1-S2 en vehículos de diseño, con una velocidad de diseño de 60 y 40 km/h; siendo estos parámetros no presentes en la trocha existente pero necesarios ante el flujo vehicular.

Así mismo en la trocha existente no existe un ancho de calzada mínimo de 7.20m., ancho de berma 2.00m, pendiente transversal de bermas de 4.0%, ancho de vía (pista + berma) de 10.80m y bombeo de calzada de 2.00%.

La trocha requiere un peralte máximo de 8.0, sobreancho máximo normal según maniobra de 2.00m, pendiente longitud máxima de 7.00%, pendiente longitudinal mínima de 0.5%, talud de relleno de 1:1, talud de corte de 1:2; ancho de banqueta de corte de 3.00m, pendiente transversal de banqueta de 2.00% y cuneta triangular en corte, profundidad y ancho de 0.20 – 0.50 y 0.50 m, respectivamente. Valores no existentes en el diseño de la vía actual.

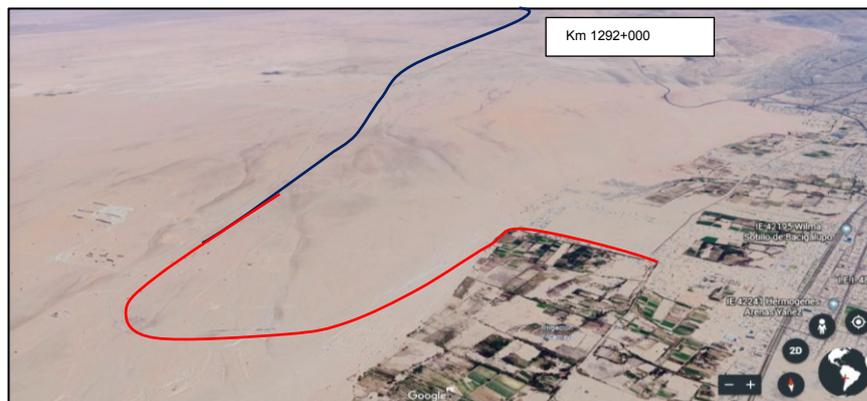
En conclusión, el flujo del transporte pesado influye de manera no favorable en el diseño geométrico de la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla, *por lo que se valida la tercera hipótesis específica.*

5.5. Propuesta de Solución al Empalme TA-365/PE-1S (Dv. Costanera)

Para la propuesta se realizó el mejoramiento del diseño geométrico de la trocha sin alterar demasiado el eje existente y que mantenga siendo parte de la ruta TA-365, iniciándose en el empalme propuesto en el plano (ver en anexos de planos) que así mismo es el inicio de la ruta que atraviesa el sector rural (a excepción de una zona de Magollo en el distrito de Tacna), cruzando la actual ruta costanera ruta 1E (carretera a Magollo) la cual empalma con el recorrido actual de la ruta en la av. Zarumilla. En la figura 62, se puede apreciar en color rojo, la variante TA-365 con dirección hacia la ciudad, la longitud de la trocha en todo su trayecto es de aprox. 5km. El tramo coloreado de azul muestra la ruta asfaltada, acotando que este sendero lo transitan escasos vehículos que ingresan a la ciudad y el recorrido tiene una longitud de aprox. 7km.

Figura 62

Carretera-Ruta TA-365 con Empalme a la Avenida Zarumilla



Nota. La línea de color azul, indica la vía asfaltada y la línea roja indica la vía que se encuentra a nivel de trocha.

VENTAJAS

- a. La ventaja principal es minorizar el congestionamiento vehicular del tramo panamericana sur entre el distrito de Tacna y el de Gregorio Albarracín Lanchipa, así mismo con el centro poblado menor Augusto B. Leguía, mejorando el tránsito fluido en la zona industrial y urbana perteneciente al área donde se encuentra la Ruta PE-38.
- b. Disminución de los accidentes vehiculares en el tramo Panamericana Sur, disminución de contaminación acústica en beneficio de los pobladores de la zona.
- c. Logrará mejorar el flujo vehicular entre las provincias ubicados fuera de la ciudad y con todas las regiones del Perú, así mismo descongestionando el tráfico en el centro de la ciudad.
- d. Facilita el acceso al museo del campo del alto de la alianza, al articular las vías a la ruta nacional.
- e. Una ventaja adicional es la solución del ingreso definido al ovalo mediante una intersección entre la carretera transversal y una carretera longitudinal, debido a que la existente TA-365 no presenta un inicio completamente definido.
- f. Por ultima, la ventaja significa, es la conversión de una vía de evitamiento completa por el lado este, siguiendo los lineamientos del PDU de la región de Tacna.

CONCLUSIONES

Se analizó el diseño geométrico de la trocha y se determinó su relación con el transporte pesado, concluyendo que era muy desfavorable la relación que hay entre la trocha y el transporte pesado con un empalme con la Av. Zarumilla porque no presenta un diseño geométrico óptimo para aminorar el congestionamiento vehicular hacia la salida de la ciudad de Tacna con destino a la zona norte del Perú.

Se determinaron las características del diseño geométrico actual en la trocha existente realizándose un planteamiento adecuado concorde a la topografía de la zona, para lograr las características geométricas reales de la trocha existente, que conllevaron a determinar que no se ajustan los elementos geométricos que se indican en la norma DG-2018; para obtener un ingreso de los vehículos de transporte pesado que salen de Tacna hacia la ruta TA-365 y la ruta PE-1S, empleando una propuesta de una variante al tráfico norte hacia el tráfico sur; lográndose que la ruta TA-365 logre un empalme directo con la transversal, sin tener que ingresar a sectores del área metropolitana de la provincia de Tacna.

Se determinó el comportamiento del flujo vehicular del transporte pesado en la trocha existente y se llegó a la conclusión que no se comporta de manera adecuada, porque no se logró definir la influencia de los parámetros geométricos de la trocha en referencia a la velocidad directriz y flujo vehicular, para cada diferente elemento de trazo como son los peraltes, bombeos, curvas horizontales y curvas verticales, las secciones transversales, distancias de visibilidad, parada y de despeje lateral de la carretera.

Se determinó la influencia del flujo del transporte pesado en el diseño geométrico de la trocha existente concluyendo que influye de manera favorable para realizar el planteamiento de un diseño geométrico en la trocha existente del desvío del Km 1292+000 con empalme a la av. Zarumilla, lográndose definir una propuesta de empalme congruente al Índice Medio Diario Anual.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los futuros profesionales de la carrera de Ingeniería Civil, realizar un levantamiento topográfico respetando los lineamientos que se mencionan en el DG-2018, complementando con el recorrido de una inspección visual por la trocha existente; llevando así en mano una libreta de campo en donde se realice las anotaciones respectivas que se ve en la trocha, como las anotaciones de medidas geométricas que se realicen en toda la trocha existente.

Se recomienda a los responsables de la formulación, regulación y validación de la Municipalidad Provincial de Tacna de un proyecto vial como el presente, emplear los valores obtenidos en la presente investigación para futuros proyectos viales en dicha zona y tomar en consideración que las condiciones del nuevo trazo como propuesta, ayudan a disminuir el riesgo de accidentes de tránsito, ya que un mal diseño sin uso correcto de la reglamentación, ocasiona graves perjuicios al transporte pesado, como a la población en general; a la vez contribuir con la población en proporcionar información básica para infraestructuras viales.

Se recomienda al Ministerio de Transporte y Comunicaciones, tomar en consideración soluciones que mejoren la transitabilidad del parque auto motor de la ciudad de Tacna, así mismo tomar en consideración la propuesta de esta vía que une la Av. Zarumilla con la Av. Ejército, creándose una vía nueva de evitamiento agroindustrial, que empalma finalmente con la Panamericana Sur (tramo de entrada al departamento de Tacna Capital).

Se recomienda, a la Municipalidad Provincial de Tacna, la implementación y uso de señalización de reglamentación en cuanto a la velocidad en zonas detectadas que requieren una reducción de la misma. Así como la construcción de cambios de transición según corresponda, para evitar accidentes de tránsito.

Finalmente se recomienda, a la concientización de las autoridades del Gobierno Regional de Tacna, emplear la información recopilada en investigaciones a favor de mejorar la calidad de vida la región de Tacna y emplearla como base técnica de diseño de futuros proyectos viales en la región en diversos proyectos viales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apolinario Morales, I. E. (2014). *Diseño de la Vía y Mejoramiento Hidráulico de Obras de Arte en la Carretera Loero-Jorge Chávez, Inicio en el KM 7.5, Distrito de Tambopata, Región Madre de Dios-2014*. LIMA.
- Apolinario Morales, I. E. (2016). *Evaluación del Diseño Geométrico del Camino de Carga Pesada (heavy haul road) Proyecto Minero las Bambas Paquete 03-Apurimac-2016*. LIMA.
- Diseño Geométrico de Carreteras. (2018). *Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. LIMA - PERU: DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES.
- Fernandez Aguilar, I. R. (2011). *Para Gestionar el Tránsito y el Tráfico: Elementos de la Teoría del Tráfico Vehicular* (3 ed.). (L. J. Dextre, Ed.) LIMA, LIMA, PERU: Fondo Editorial PUCP.
- Instituto de la Construcción y Gerencia - ICG. (2015). *XV CONGRESO NACIONAL DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL*. LIMA-PERU: Carreteras, Puentes e Ingeniería de Transportes.
- Instituto de la Construcción y Gerencia - ICG. (2008). *MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS* (4 ed.). (I. V. Loiza, Ed.) LIMA, PERU: ICG.
- Leon Robles, I. (2016). *INTRODUCCION A LA TOPOGRAFIA EN LA INGENIERIA* (1 ed.). (E. U. Granada, Ed.) GRANADA, GRANADA, ESPAÑA.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. LIMA - PERU: DIRECCION DE CAMINOS Y FERROCARRILES.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018)*. LIMA-PERU: DIRECCION GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2010). *Manual de vialidad urbana : recomendaciones para el diseño de elementos de infraestructura vial urbana*. SANTIAGO DE CHILE, CHILE: MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). *MANUAL PARA LA ELABORACION DE PLANES DE DESARROLLO URBANO*. (D. N. URBANISMO, Ed.) LIMA, LIMA, PERU: VICE MINISTERIO DE VIVENDA Y URBANISMO.

- Muñoz Saneterio, I. (2011). *Planeamiento y Diseño Preliminar de Carriles de Sobrepaso Para Vías de Primer Orden en Zonas Accidentadas y de Altura, Lima-2011*. COLOMBIA: Biblioteca Técnica Universitaria de Bogota.
- Plan Basadre, P. D.-2. (2012). *Manual para la elaboración de planes de desarrollo urbano, capítulo Perú del plan binacional de desarrollo de la región fronteriza Perú* (Capítulo Perú del Plan Binacional ed.). LIMA, LIMA, PERU.
- Yañez Saldaña. (2014). *Diseño de la Vía y Mejoramiento Hidráulico de Obras de Arte en la Carretera Loero-Jorge Chávez, Inicio en el KM 7.5, Distrito de Tambopata, Región Madre de Dios-2014*. Madre de Dios.

ANEXOS**Anexo 1. Matriz de Consistencia**

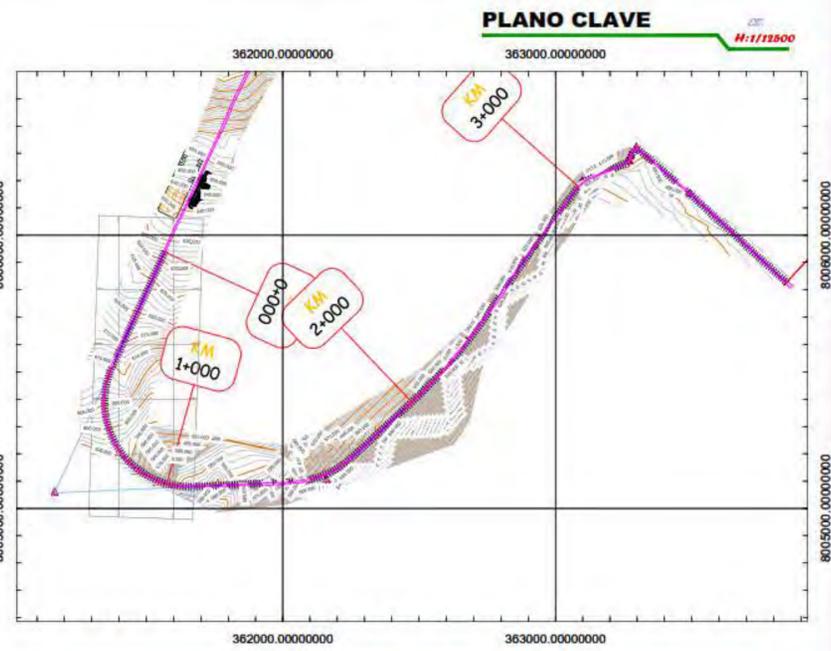
ANEXOS

Matriz de consistencia

“ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACIÓN CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVÍO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPÁLME A LA AVENIDA ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA – AÑO 2021”

Interrogante del problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Indicadores	Métodos	Estadística
Problema General	Objetivo General	hipótesis General	Independiente	<ul style="list-style-type: none"> • DG – 2018 • Topografía • suelo • Hidrología • Software Civil Cad 3D • Costos 	Descriptivo	Descriptivo
¿Qué relación existe entre el análisis del diseño geométrico de la trocha y el transporte pesado comprendido entre el desvío del Km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla, Distrito, Provincia y Departamento de Tacna – año 2021?	Analizar el diseño geométrico de la trocha y determinar su relación con el transporte pesado comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla.	La relación que existe entre el análisis del diseño geométrico de la trocha y el transporte pesado comprendido entre el desvío del Km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla, Distrito, Provincia y Departamento de Tacna-año 2021 es muy	Transporte Pesado			
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	hipótesis Específicos	Dependiente	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad • Distancia • Flujo vehicular • Índice medio diario • Índice medio anual • Aforo • Volumen • Capacidad 	Descriptivo	Descriptivo
¿Cuáles son las características del diseño geométrico actual en la trocha existente comprendido entre el desvío del Km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla?	Determinar las características del diseño geométrico actual en la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla.	Las características del diseño geométrico actual en la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla no se ajusta a la norma DG-2018.	Diseño Geométrico de la Trocha			
¿Cómo se comporta el flujo vehicular del transporte pesado en la trocha existente comprendido entre el desvío del Km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla?	Determinar el comportamiento del flujo vehicular del transporte pesado en la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla.	El flujo vehicular del transporte pesado en la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla se comporta de manera no adecuada.				
¿De qué manera influye el flujo del transporte pesado en el diseño geométrico de la trocha existente comprendido entre el desvío del Km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla?	Determinar la influencia del flujo del transporte pesado en el diseño geométrico de la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla.	El flujo del transporte pesado influye de manera no favorablemente en el diseño geométrico de la trocha existente comprendido entre el desvío del km 1292+000 de la Panamericana Sur con empalme a la Avenida Zarumilla.				

Anexo 2. Planos de Trocha Existente



PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL
Escala: H=1/2000 - V=1/200

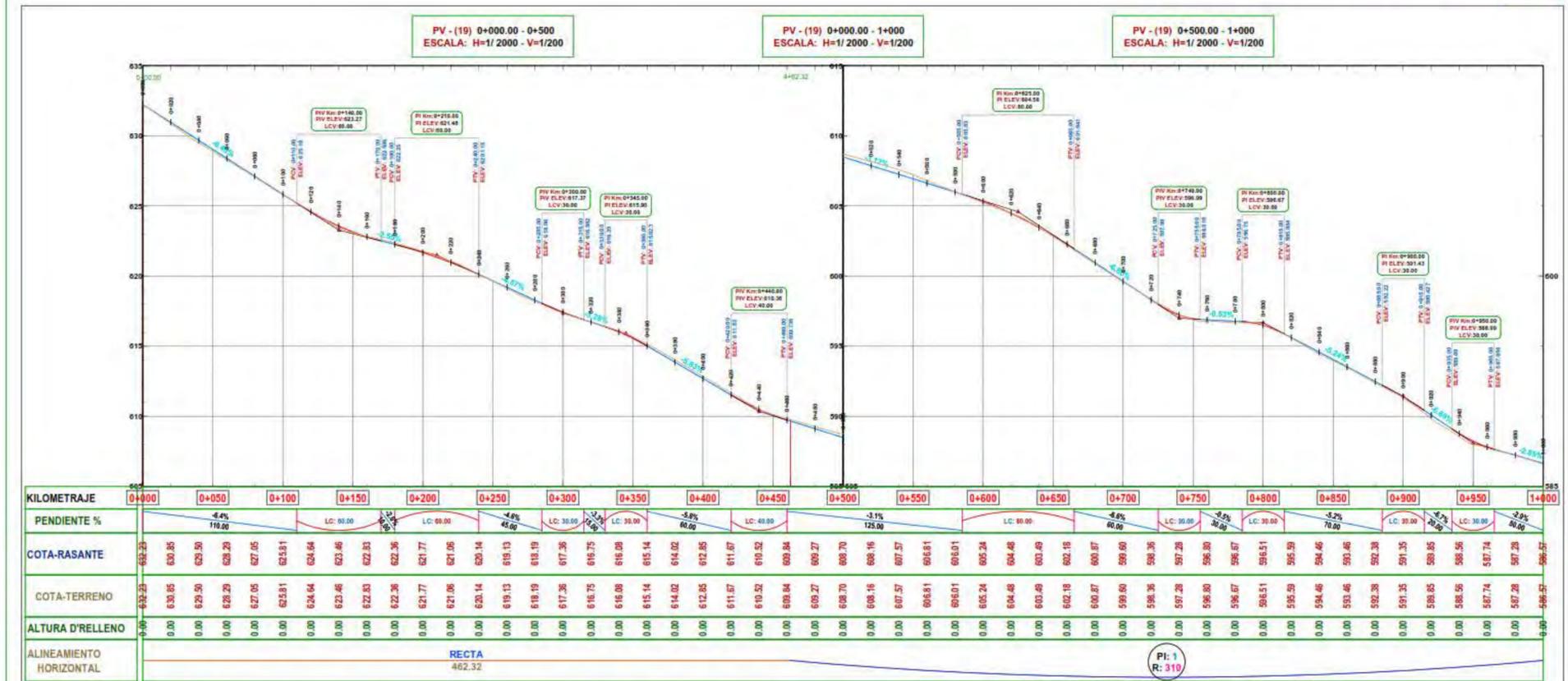


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

N° CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO D' CURVA	T	LONGIT.	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI-1	S34°E	117°13'15"	310.00	508.07	634.23	628.28	285.18	145.54	9+70.38	4+62.32	10+98.04	800598.26	361163.87
PI-2	N67°E	039°1'14"	350.00	126.32	242.51	236.63	22.30	20.97	13+86.47	14+52.07	8005102.03	362160.82	
PI-3	N41°E	013°02'22"	2180.00	247.18	482.22	481.18	14.10	14.01	22+06.08	19+58.91	24+51.13	8005221.11	362265.15
PI-4	N52°E	030°52'12"	120.00	33.15	64.86	65.61	4.30	4.33	22+03.08	20+54.63	8005198.60	363087.78	
PI-5	N30°E	056°47'53"	21.00	11.25	22.62	19.68	2.67	2.53	22+09.47	21+08.12	8005065.61	363271.81	
PI-6	N23°E	024°46'12"	52.00	11.37	22.39	22.22	1.23	1.20	22+30.45	20+10.28	8005291.28	363275.77	
PI-7	N67°E	039°1'15"	310.00	9.88	14.99	13.32	4.26	2.94	32+65.81	32+05.52	8005320.30	363268.47	

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA VERTICAL

PI	PC	PT									
0+000.00	0+000.00	0+000.00	0+000.00	0+000.00	0+000.00	0+000.00	0+000.00	0+000.00	0+000.00	0+000.00	0+000.00
0+100.00	0+100.00	0+100.00	0+100.00	0+100.00	0+100.00	0+100.00	0+100.00	0+100.00	0+100.00	0+100.00	0+100.00
0+200.00	0+200.00	0+200.00	0+200.00	0+200.00	0+200.00	0+200.00	0+200.00	0+200.00	0+200.00	0+200.00	0+200.00
0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00	0+300.00
0+400.00	0+400.00	0+400.00	0+400.00	0+400.00	0+400.00	0+400.00	0+400.00	0+400.00	0+400.00	0+400.00	0+400.00
0+500.00	0+500.00	0+500.00	0+500.00	0+500.00	0+500.00	0+500.00	0+500.00	0+500.00	0+500.00	0+500.00	0+500.00
0+600.00	0+600.00	0+600.00	0+600.00	0+600.00	0+600.00	0+600.00	0+600.00	0+600.00	0+600.00	0+600.00	0+600.00
0+700.00	0+700.00	0+700.00	0+700.00	0+700.00	0+700.00	0+700.00	0+700.00	0+700.00	0+700.00	0+700.00	0+700.00
0+800.00	0+800.00	0+800.00	0+800.00	0+800.00	0+800.00	0+800.00	0+800.00	0+800.00	0+800.00	0+800.00	0+800.00
0+900.00	0+900.00	0+900.00	0+900.00	0+900.00	0+900.00	0+900.00	0+900.00	0+900.00	0+900.00	0+900.00	0+900.00
1+000.00	1+000.00	1+000.00	1+000.00	1+000.00	1+000.00	1+000.00	1+000.00	1+000.00	1+000.00	1+000.00	1+000.00

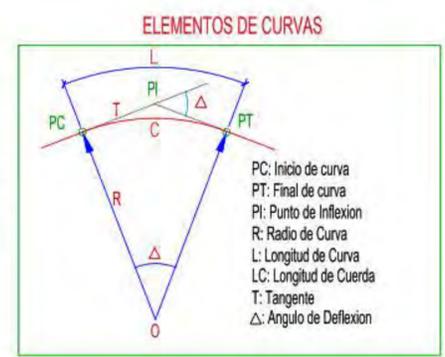
DATOS DE DISEÑO

INDICE MEDIO CARRO: 100-12000
 VELOCIDAD LIMITE: VARIABLE
 PENDIENTE MAXIMA: 12.00 %
 PENDIENTE MINIMA: 1.00 %
 RADIO MINIMO CURVATURA: 118.00 Mts.
 RADIO MINIMO EXCEPCIONAL: 122.00 Mts.
 SUPERFICIE DE RODAJERA: VARIABLE
 ANCHO DE BANDA: NO EXISTE
 BARRIDO DE: VARIABLE
 PERALTE MAXIMO: VARIABLE
 PERALTE MAXIMO NORMAL: VARIABLE
 PERALTE MAXIMO EXCEPCIONAL: 15.00 %
 TALLER EN PELLERNO: NO EXISTE
 ESTACION DE APUNTAO: NO EXISTE
 CUANTIA: NO EXISTE
 PLANILHA DE CURVA: NO EXISTE

LEYENDA

- Cana Mayor C/tn
- Cana Menor C/tn
- Punto De Estacion
- Punto De Bala
- Buzon De Desague
- Canal
- Acacia
- Eje Propuesto

TIPO DE TERRENO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
 "ANALISIS DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"

PROYECTISTA:
 BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

DIBUJO Y DISEÑO:
 A.P.C.CH.

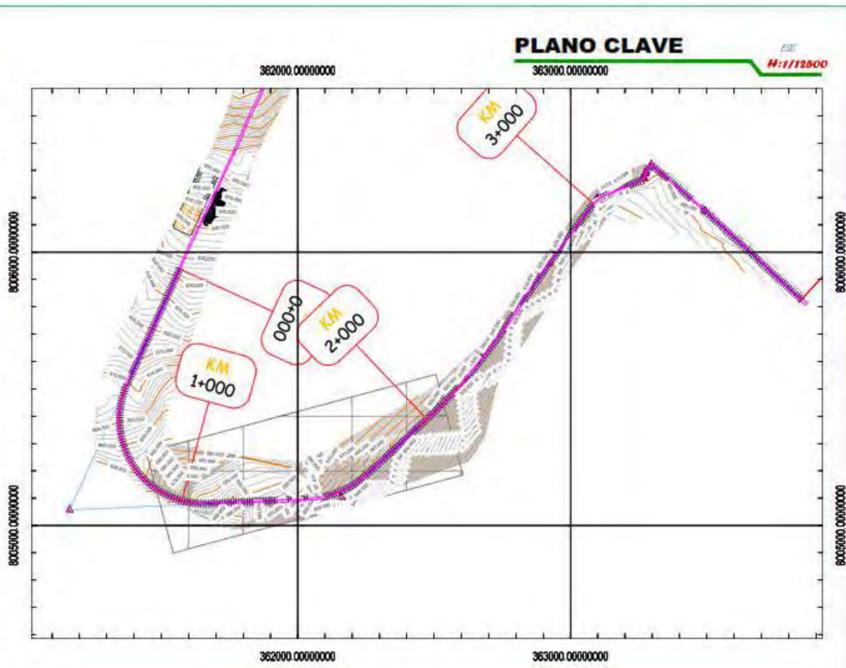
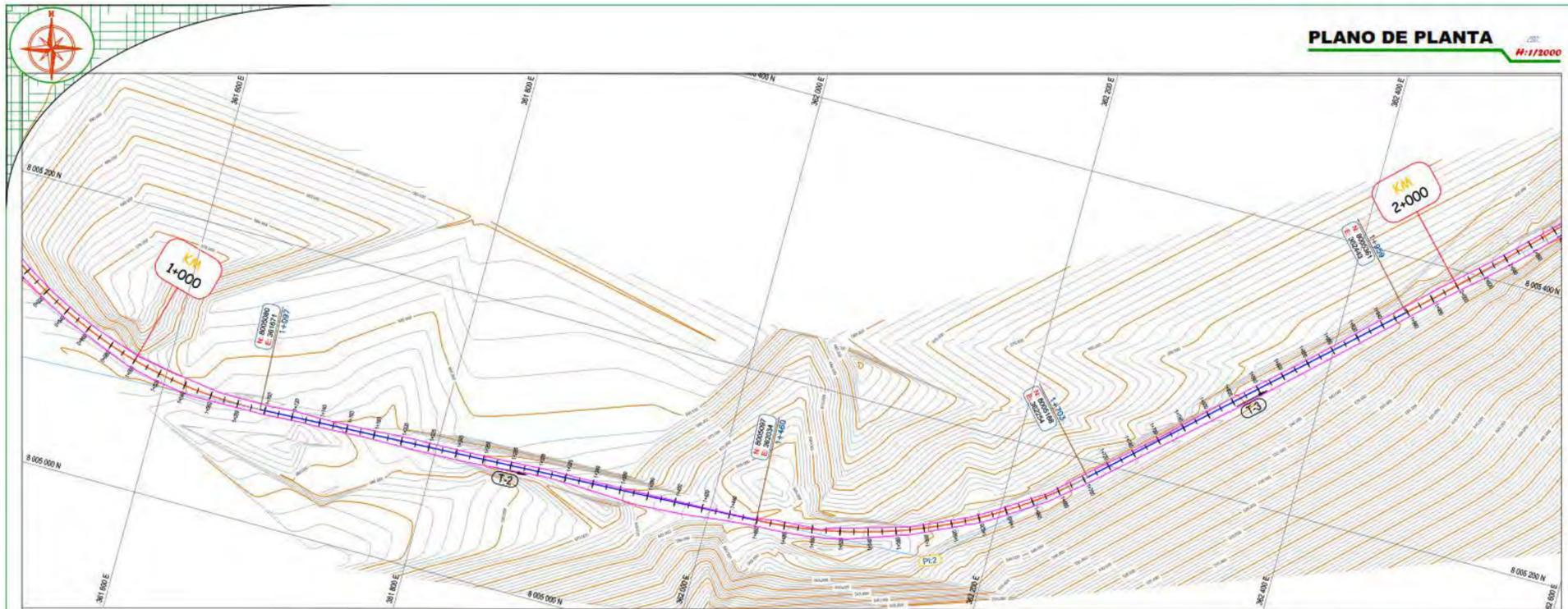
REVISIA: EPIC
APRUEBA: EPIC

PLANO:
 PLANTA - PERFIL - TROCHA EXISTENTE
 Km. 0+000.00 - Km. 1+000.00

REGION: TACNA
PROVINCIA: TACNA
DISTRITO: TACNA

ESCALA: INDICADO
FECHA: NOVIEMBRE 2021

LAMINA
 PP-01



PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL
Escala: H=1/2000 - V=1/200

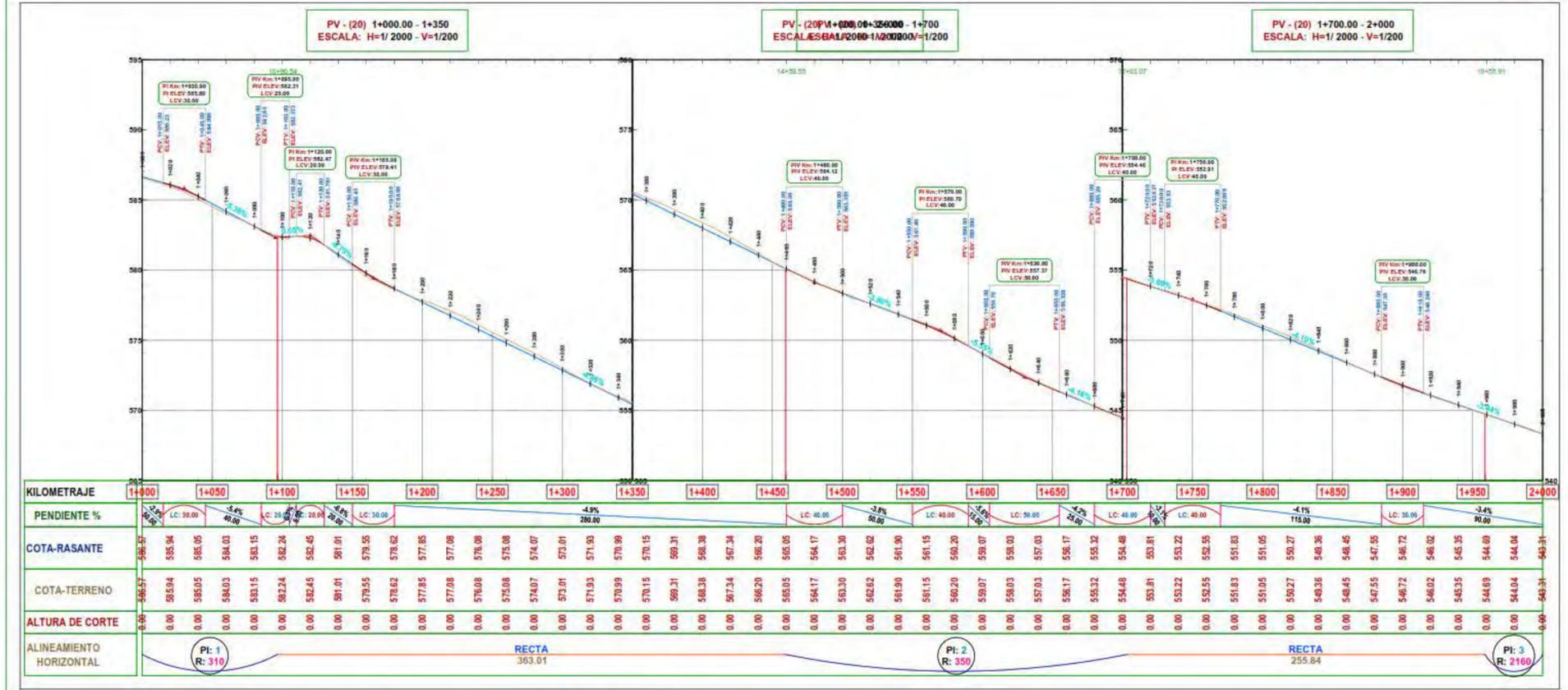


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

N° CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO D' CURVA	T	LONGIT.	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI-1	S47°E	117°13'15"	310.00	308.07	634.23	320.58	205.18	140.54	9°25'38"	4+02.32	10+56.54	8005008.95	561163.67
PI-2	N67°E	036°51'49"	300.00	136.50	243.51	236.63	22.30	20.97	15°06'47"	14+55.25	17+03.27	8005102.83	562160.42
PI-3	N41°E	015°02'22"	2180.00	247.18	462.22	491.15	14.10	14.01	22°06'09"	19+58.91	24+51.13	8005208.11	563025.15
PI-4	N62°E	030°53'11"	130.00	33.15	64.65	63.61	4.50	4.33	20°23'00"	20+05.04	20+54.63	8005106.96	563007.75
PI-5	N67°E	006°47'53"	37.00	11.35	20.62	19.98	2.87	2.53	32°00'47"	31+98.12	32°18.50	8005208.81	563275.15
PI-6	N23°E	024°01'12"	52.00	11.27	22.39	22.22	1.23	1.20	32°30'45"	32+19.08	32+41.87	8005251.28	563275.77
PI-7	N63°E	002°25'15"	6.00	6.88	14.99	13.30	4.58	2.94	32°05'01"	32+55.62	32+70.90	8005430.38	563296.47

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA VERTICAL

Estación	PI	PC	PT	LC	Grado	Grado	Grado	Grado	Grado	Grado
1+000.00	812.3200	812.3200	812.3200	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+140.00	822.7200	822.7200	822.7200	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+210.00	821.8200	821.8200	821.8200	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+300.00	817.1700	817.1700	817.1700	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+350.00	813.8900	813.8900	813.8900	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+400.00	808.0000	808.0000	808.0000	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+420.00	808.5400	808.5400	808.5400	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+470.00	808.2900	808.2900	808.2900	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+500.00	809.6700	809.6700	809.6700	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+600.00	802.4200	802.4200	802.4200	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+650.00	808.5800	808.5800	808.5800	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+700.00	801.8000	801.8000	801.8000	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+750.00	802.3000	802.3000	802.3000	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+800.00	802.4200	802.4200	802.4200	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+850.00	802.4200	802.4200	802.4200	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+900.00	802.4200	802.4200	802.4200	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1+950.00	802.4200	802.4200	802.4200	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
2+000.00	802.4200	802.4200	802.4200	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

DATOS DE DISEÑO

VELOCIDAD DISEÑO: VARIABLE
 PENDIENTE MAXIMA: -5.50 %
 PENDIENTE MINIMA: 12.00 %
 RADIO MINIMO CURVAS: 115.00 mts.
 RADIO MINIMO EXCEPCIONAL: 12.00 mts.
 SUPERFICIE DE RODAJERA: VARIABLE
 ANCHO DE BIENAL: NO EXISTE
 BOMBERO: VARIABLE
 FRENATE MINIMO: VARIABLE
 FRENATE MAXIMO NORMAL: VARIABLE
 FRENATE MAXIMO EXCEPCIONAL: 12.00 %
 TALLER EN PELLADO: NO EXISTE
 EQUIPAMIENTO DE ARRANQUE: NO EXISTE
 CANTON: NO EXISTE
 PLAZOLETA DE CRUCE: NO EXISTE

TIPO DE TERRENO

LEYENDA:
 Cuna Mayor C/tn
 Cuna Menor C/tn
 Punto De Estacion
 Buzon De Desague
 Canal
 Acceso
 Eje Propiedad



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
 "ANALISIS DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"

PROYECTISTA: BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

DIBUJO Y DISEÑO: A.P.C.CH.

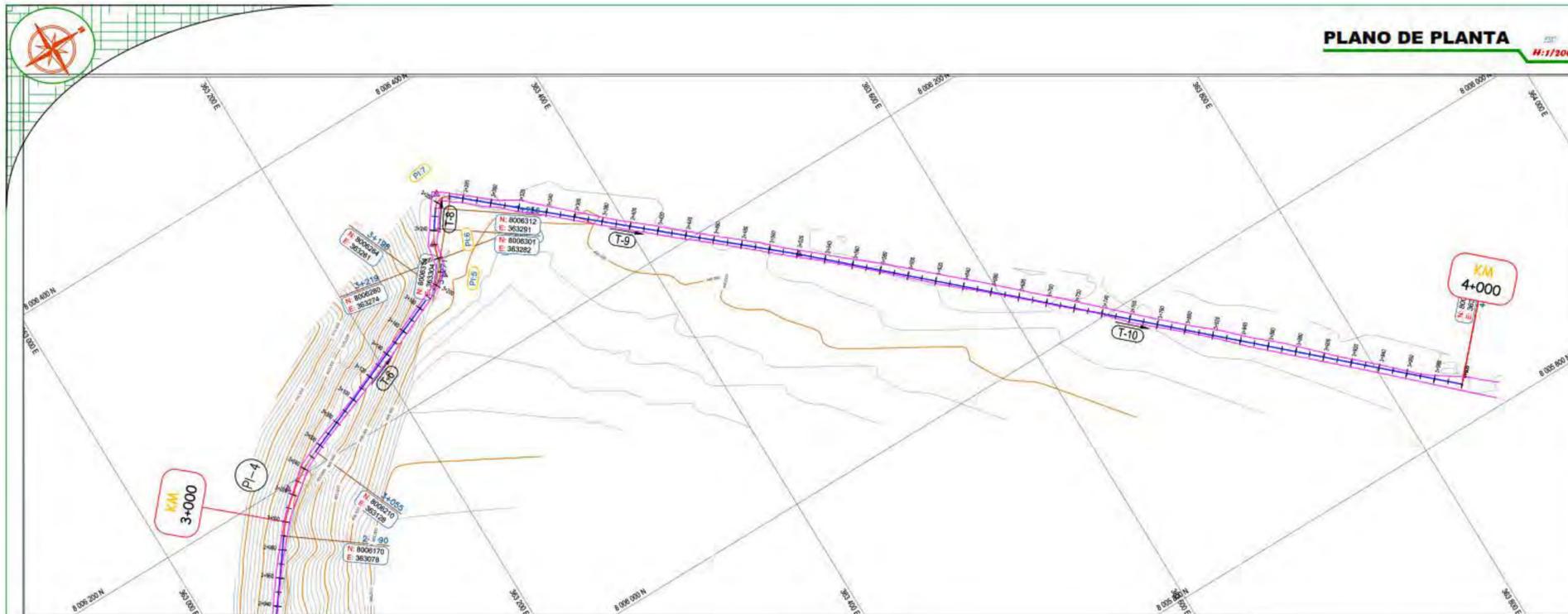
REVISIA: EPIC
APRUEBA: EPIC

PLANO: PLANTA - PERFIL- TROCHA EXISTENTE
 Km. 1+000.00 - Km. 2+000.00

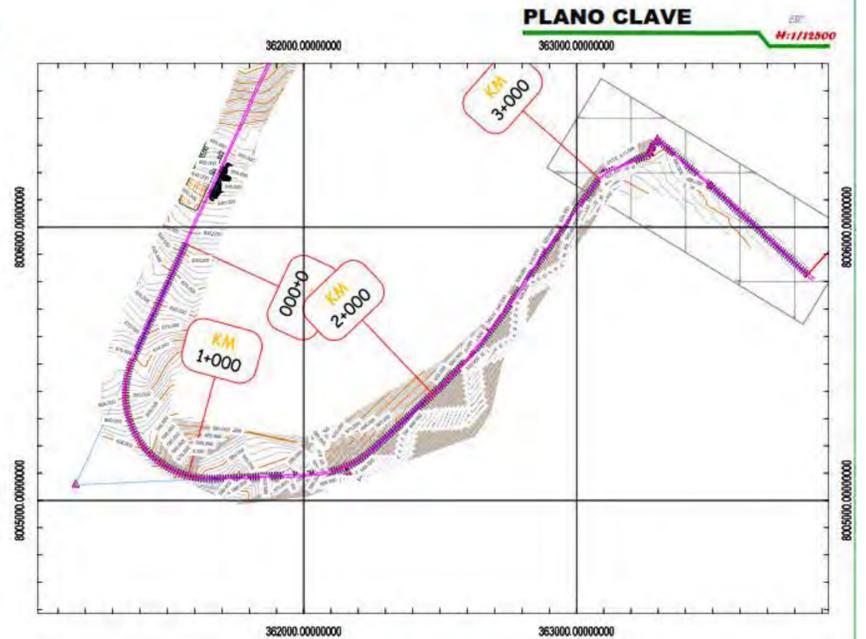
REGION: TACNA
PROVINCIA: TACNA
DISTRITO: TACNA

ESCALA: INDICADO
FECHA: NOVIEMBRE 2021

LAMINA: PP-02



PLANO DE PLANTA
Escala: H: 1/2000



PLANO CLAVE
Escala: H: 1/12500

PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL
Escala: H: 1/2000, V: 1/200

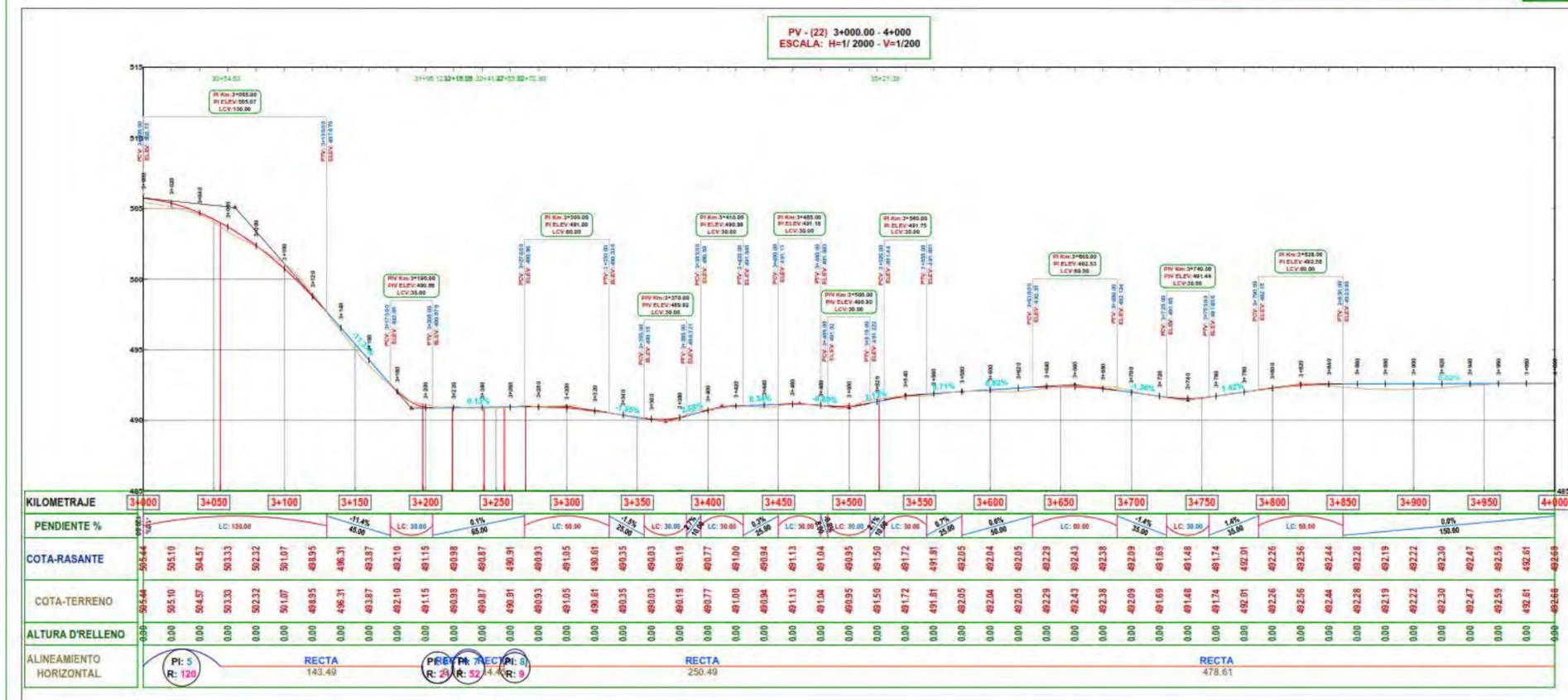


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

N° CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO D' CURVA	T	LONGIT.	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI-1	S34°E	117°13'12"	310.00	308.00	634.23	626.28	285.18	148.54	9°47'30"	4°12'32"	10°46'50"	800595.05	351163.02
PI-2	S67°E	83°51'49"	350.00	350.00	126.62	243.51	238.63	22.30	33°07'	15°06'47"	14°53'55"	8005102.63	352165.02
PI-3	N41°E	81°3'23"	2160.00	247.18	492.23	481.15	14.30	54.03	22°06'58"	19°58'51"	24°15'13"	8005528.11	352025.15
PI-4	N52°E	130°51'17"	130.00	131.15	54.68	63.91	4.30	4.33	30°22'03"	29°46'04"	30°54'63"	8006106.90	352037.79
PI-5	N38°E	106°47'53"	31.00	11.35	25.82	19.98	2.67	2.53	32°09'47"	31°46'12"	32°16'83"	8006288.81	352171.91
PI-6	N27°E	104°40'12"	52.00	13.27	22.39	22.32	1.23	1.20	32°33'48"	32°19'09"	32°41'47"	8006291.28	352375.77
PI-7	N62°E	109°20'15"	9.00	9.88	14.88	13.32	4.36	2.94	32°05'81"	32°15'02"	32°17'06"	8006330.35	352396.47

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA VERTICAL

Sta	PI	PC	PT	LC																			
0+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+240.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+480.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+720.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+960.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+440.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+680.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+920.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2+160.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2+400.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2+640.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2+880.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3+120.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3+360.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3+600.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3+840.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4+080.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4+320.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4+560.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4+800.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5+040.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5+280.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5+520.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5+760.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LEYENDA

- Cana Mayor C/En
- Cana Menor C/En
- Punto De Estacion
- Blazon De Desague
- Canal
- Acueducto
- Eje Propuesto

DATOS DE DISEÑO

INDICE MEDIO DIBUJO	NO DEFINIDA
VELOCIDAD DISEÑO	IMPRONTO
PENDIENTE MAXIMA	12.50 %
PENDIENTE MINIMA	12.50 %
RADIO MINIMO CURVATURA	12.00 mts
RADIO MINIMO EXPOSICION	12.00 mts
SUPERFICIE DE SOCIALIZACION	IMPRONTO
ANCHO DE SEÑAL	NO EXISTE
SEÑALES S	IMPRONTO
SEÑALES M	IMPRONTO
SEÑALES N	IMPRONTO
SEÑALES O	IMPRONTO
SEÑALES P	IMPRONTO
SEÑALES Q	IMPRONTO
SEÑALES R	IMPRONTO
SEÑALES S	IMPRONTO
SEÑALES T	IMPRONTO
SEÑALES U	IMPRONTO
SEÑALES V	IMPRONTO
SEÑALES W	IMPRONTO
SEÑALES X	IMPRONTO
SEÑALES Y	IMPRONTO
SEÑALES Z	IMPRONTO

TIPO DE TERRENO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
"ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"

PROYECTISTA:
BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

DIBUJO Y DISEÑO:
A.P.C.CH.

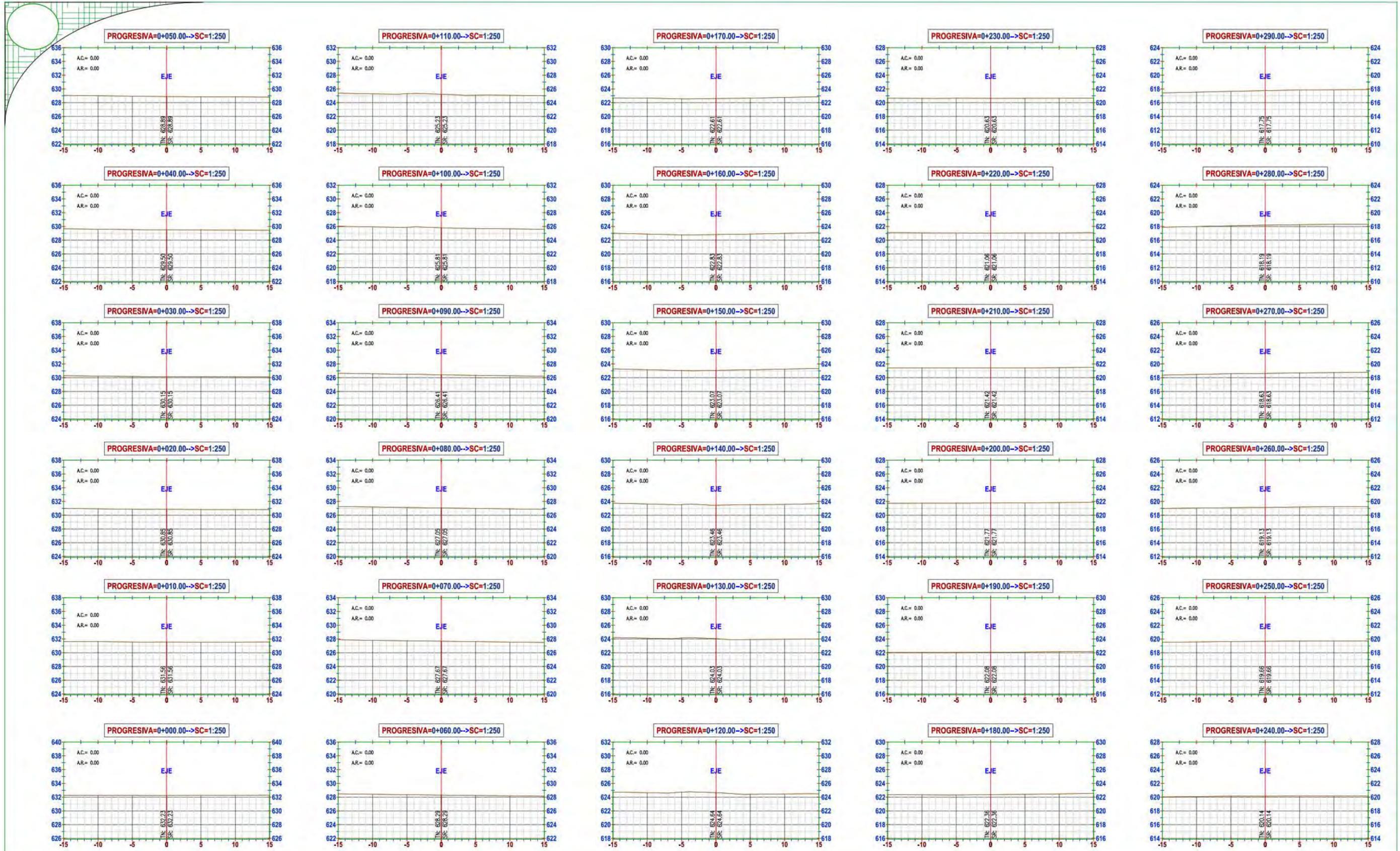
REVISIA: EPIC
APRUEBA: EPIC

PLANO:
PLANTA - PERFIL - TROCHA EXISTENTE
Km. 3+000.00 - Km. 4+000.00

REGION: TACNA
PROVINCIA: TACNA
DISTRITO: TACNA

ESCALA:
INDICADO
NOVIEMBRE 2021

LAMINA
PP-04



<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>PROYECTO: "ANALISIS DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"</p>	<p>PLANO: SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE Km. 0+000.00 - Km. 0+290.00</p>	<p>LAMINA ST-01</p>
	<p>PROYECTISTA: BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: A.P.C.CH.</p>	

REVIS: EPIC
APRUEBA: EPIC

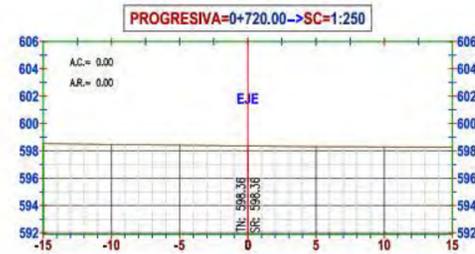
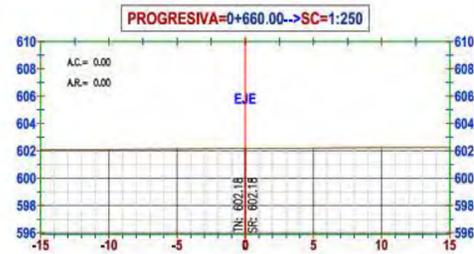
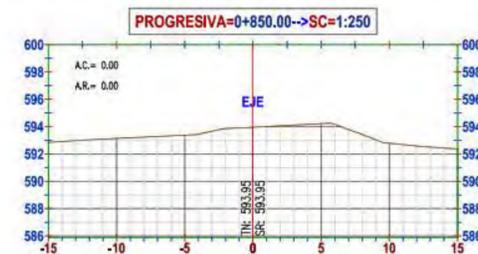
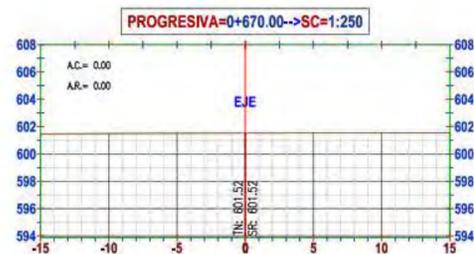
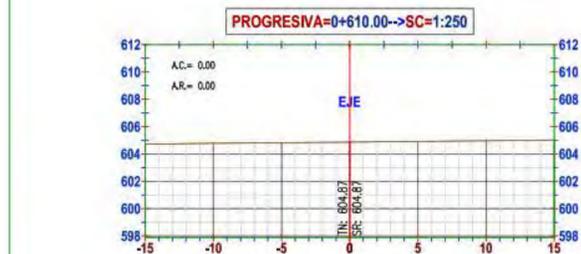
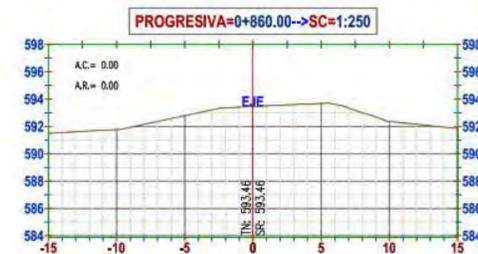
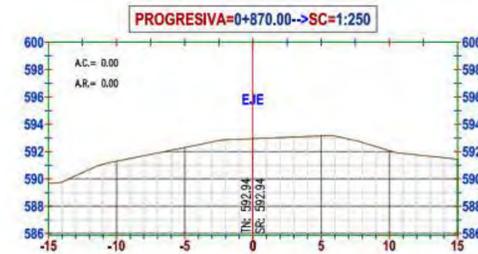
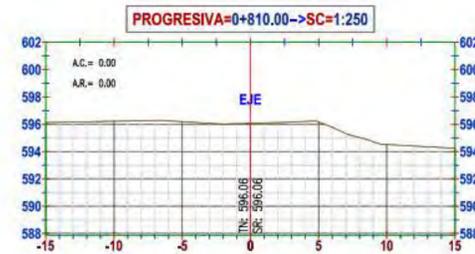
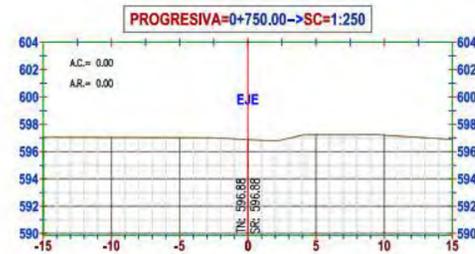
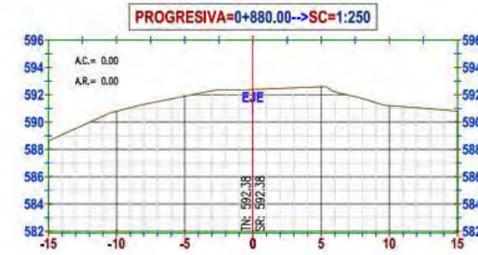
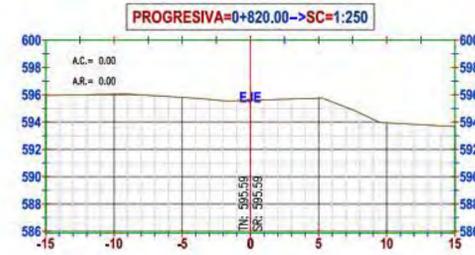
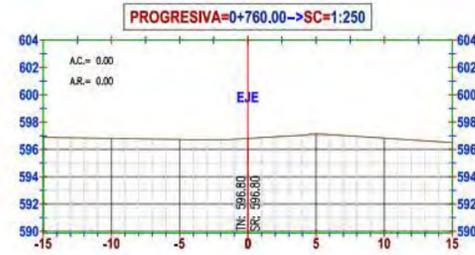
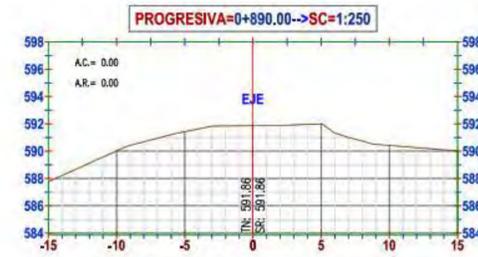
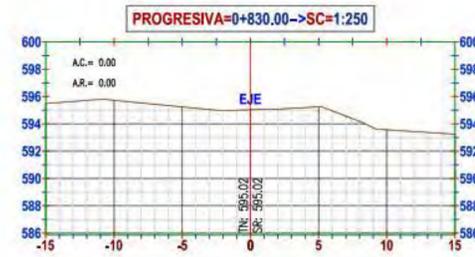
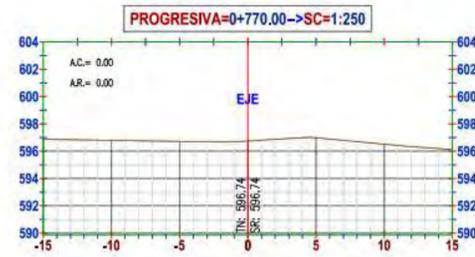
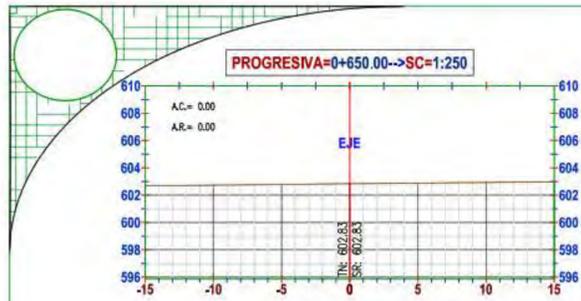
ESCALA:
1 : 250
FECHA:
NOVIEMBRE 2021



<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>PROYECTO: "ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"</p>	<p>PLANO: SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE Km. 0+300.00 - Km. 0+590.00</p>	<p>LAMINA ST-02</p>
	<p>PROYECTISTA: BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: A.P.C.CH.</p>	

REVIS: EPIC
APRUEBA: EPIC

ESCALA:
1 : 250
FECHA:
NOVIEMBRE 2021



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
"ANALISIS DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL
KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"

PROYECTISTA:
BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

DIBUJO Y DISEÑO:
A.P.C.CH.

PLANO:
SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE
Km. 0+600.00 - Km. 0+890.00

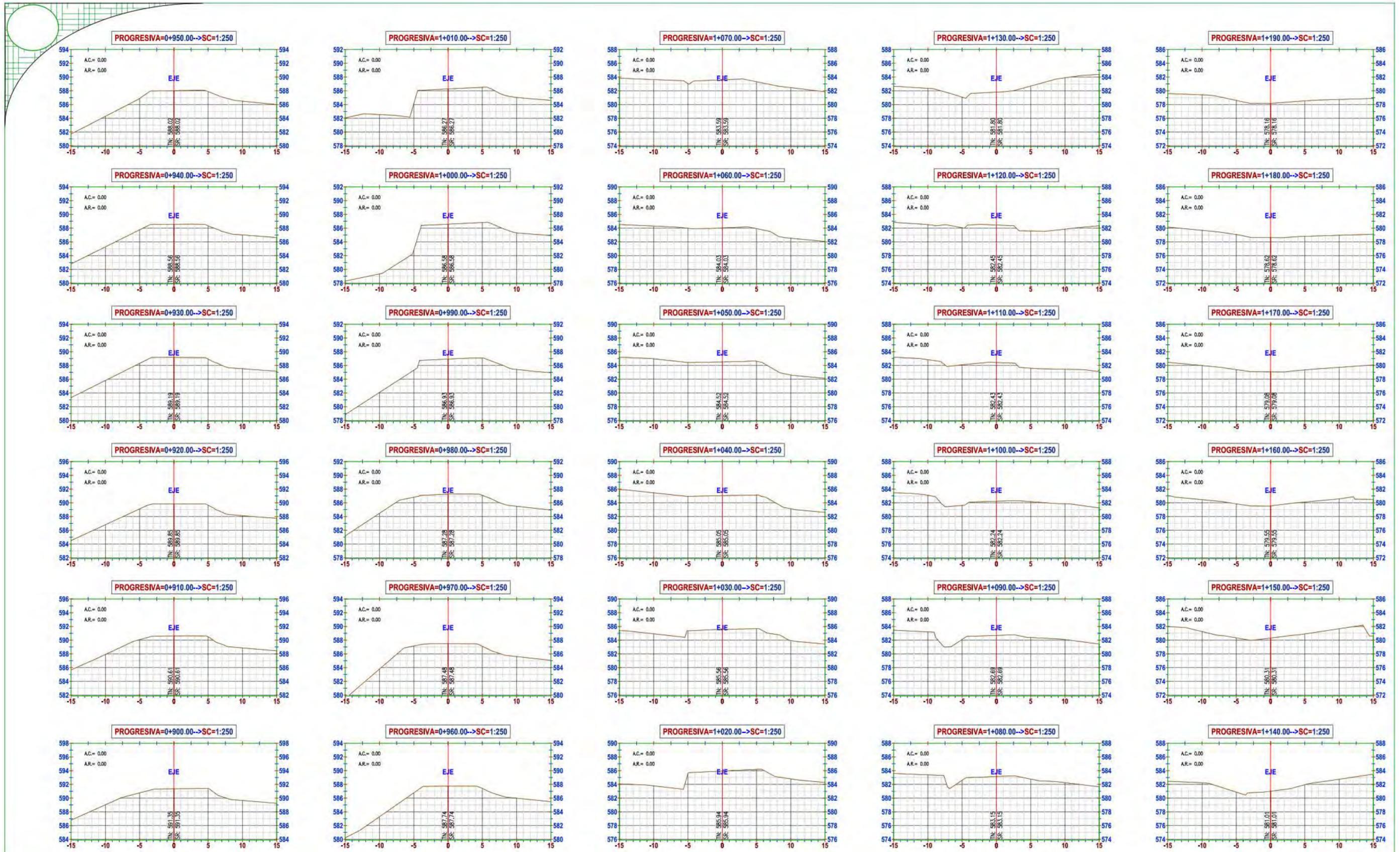
REGION: TACNA
PROVINCIA: TACNA
DISTRITO: TACNA

REVIS: EPIC
APRUEBA: EPIC

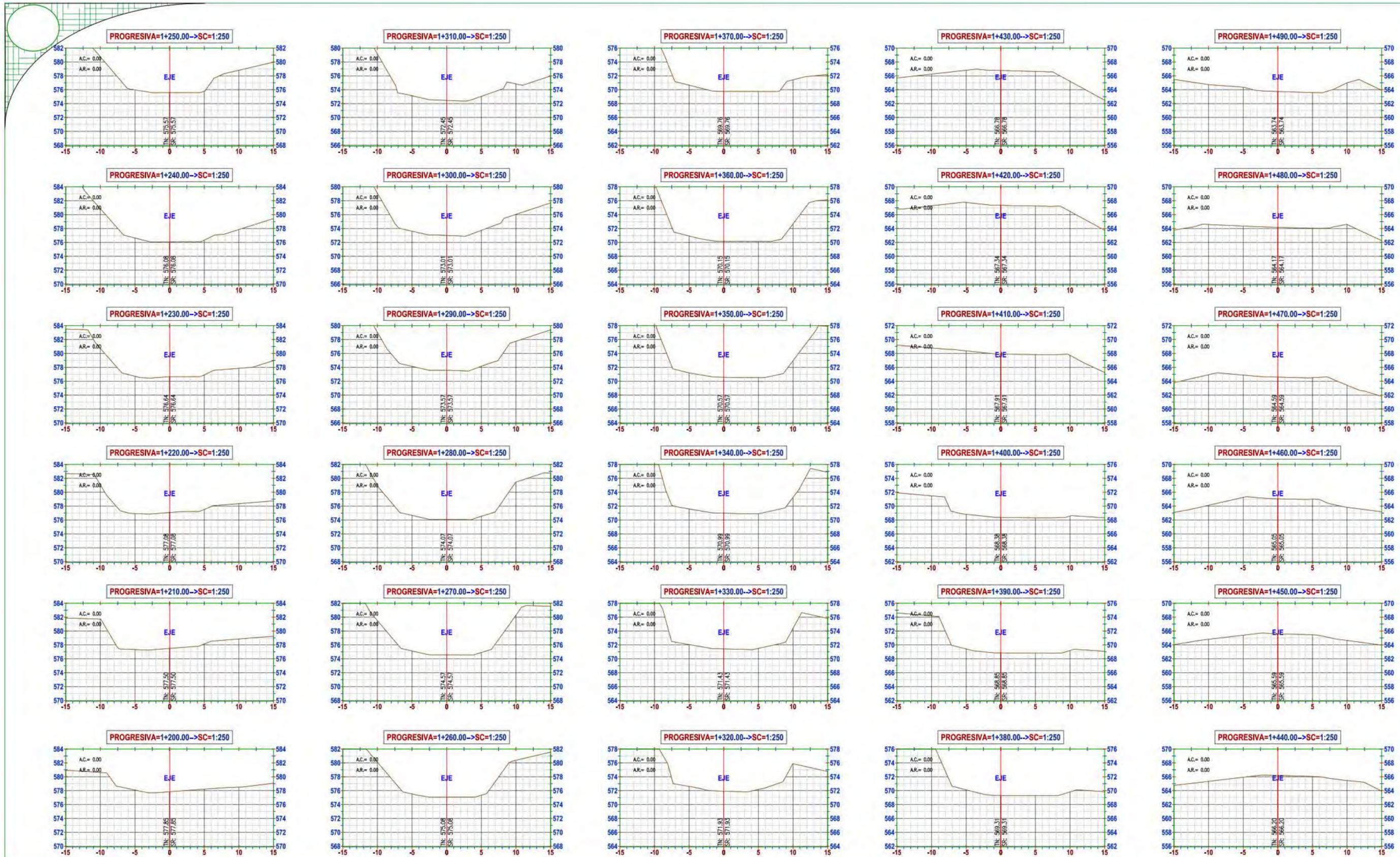
ESCALA:
1 : 250

FECHA:
NOVIEMBRE 2021

LAMINA
ST-03



<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>PROYECTO: "ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"</p>	<p>PLANO: SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE Km. 0+900.00 - Km. 1+190.00</p>	<p>LAMINA ST-04</p>
	<p>PROYECTISTA: BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: A.P.C.CH.</p>	
<p>REVISIA: EPIC APRUEBA: EPIC</p>		<p>ESCALA: 1 : 250</p>	<p>FECHA: NOVIEMBRE 2021</p>



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
"ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL
KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"

PROYECTISTA:
BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

DIBUJO Y DISEÑO:
A.P.C.CH.

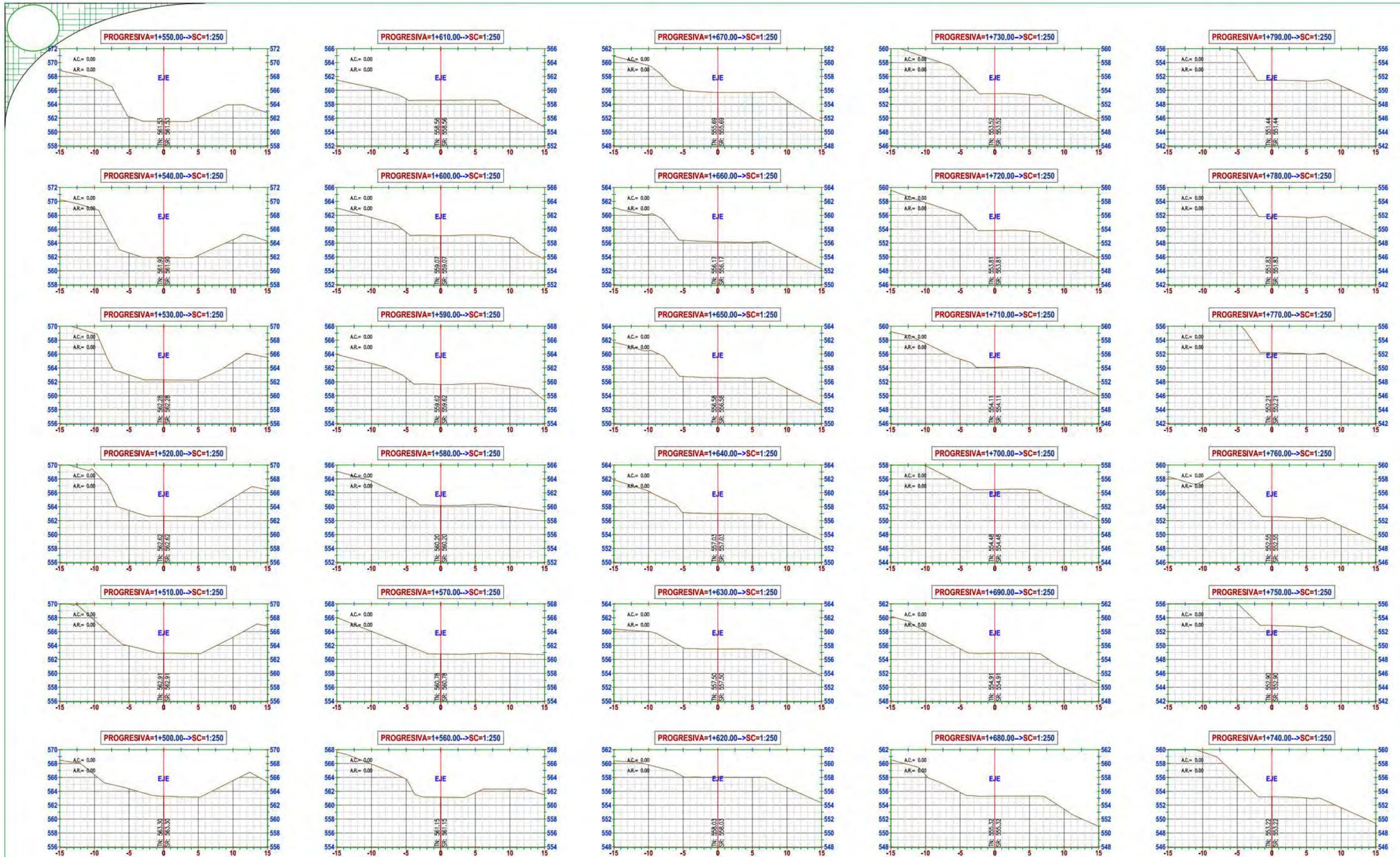
PLANO:
SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE
Km. 1+200.00 - Km. 1+490.00

REGION: TACNA
PROVINCIA: TACNA
DISTRITO: TACNA

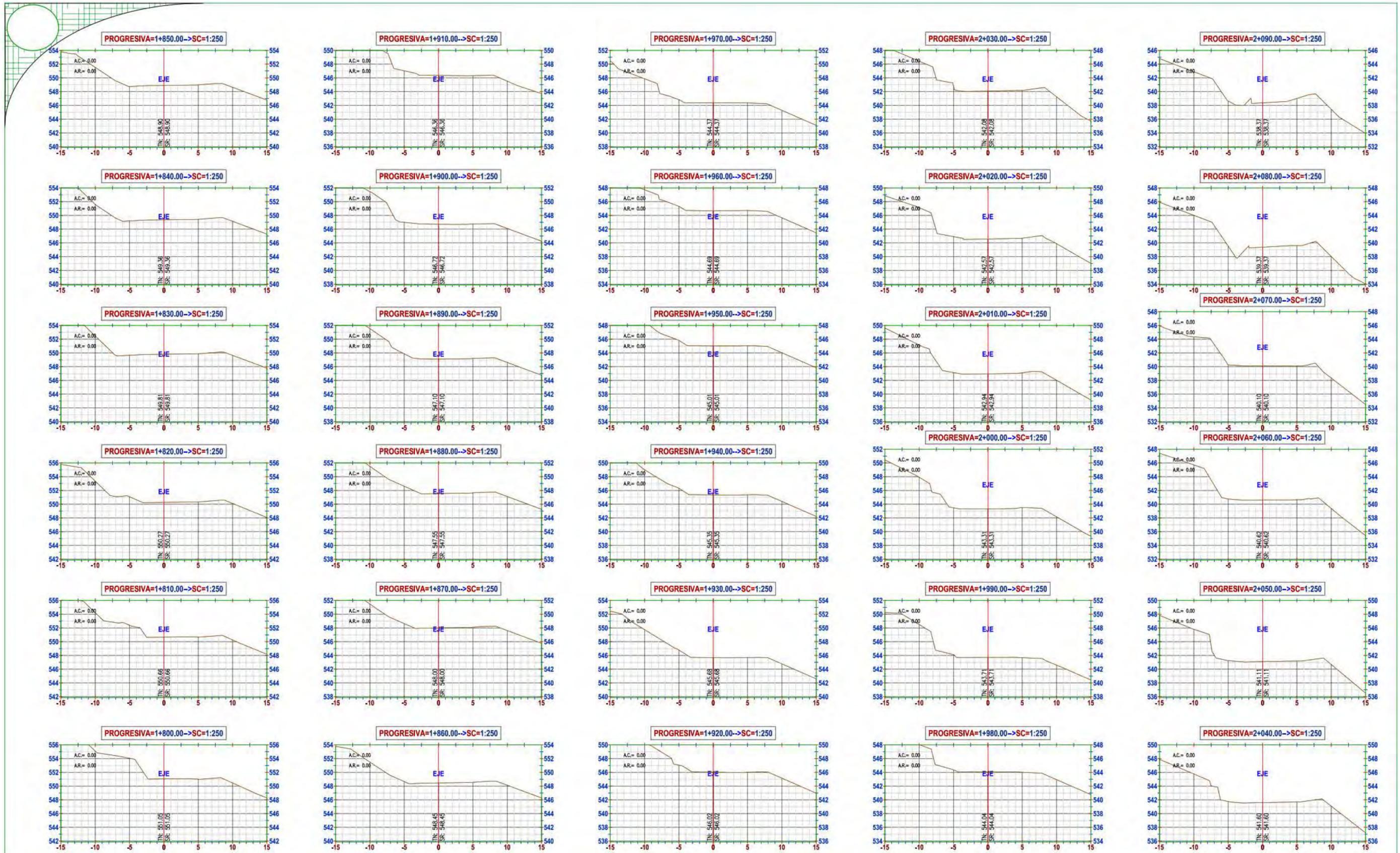
ESCALA:
1 : 250

FECHA:
NOVIEMBRE 2021

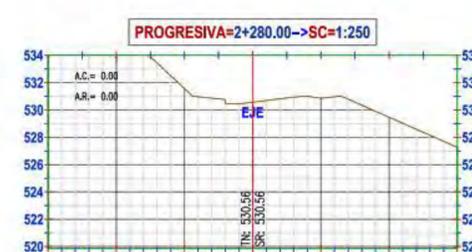
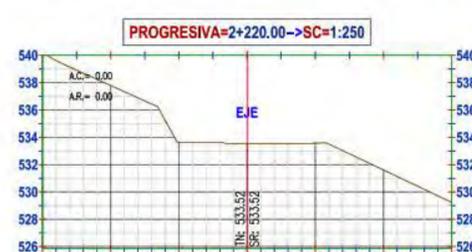
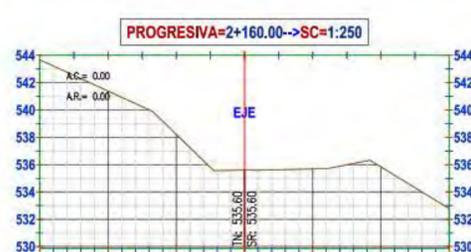
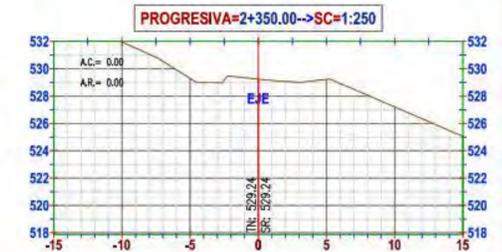
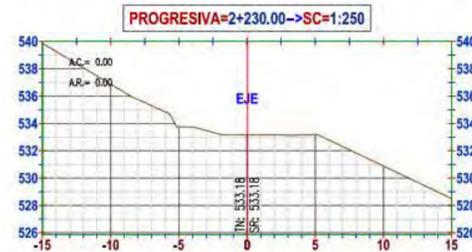
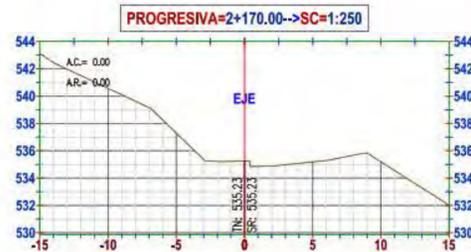
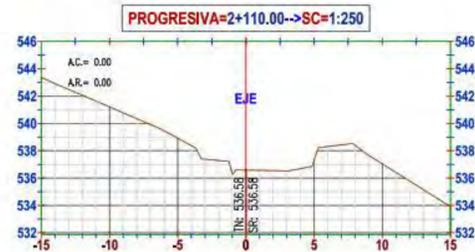
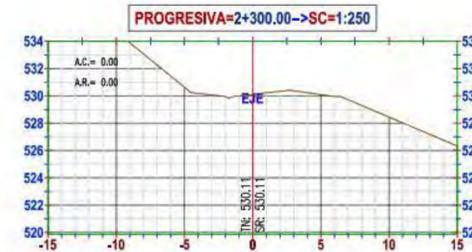
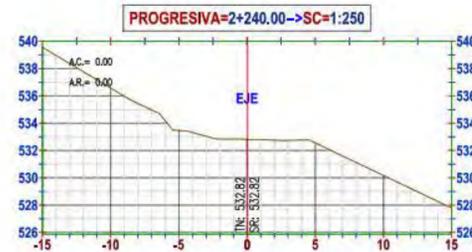
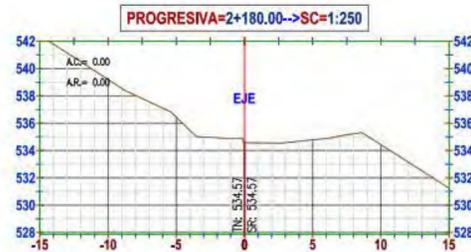
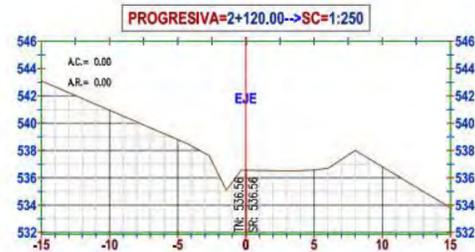
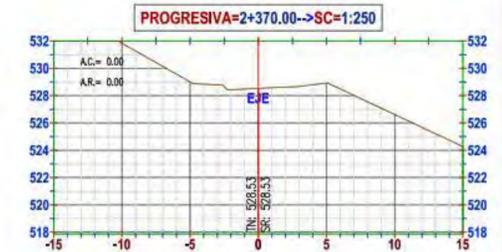
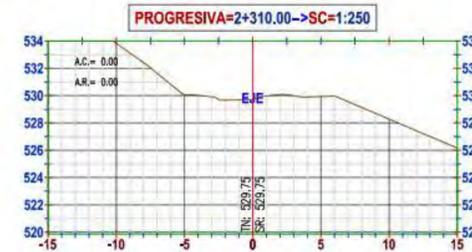
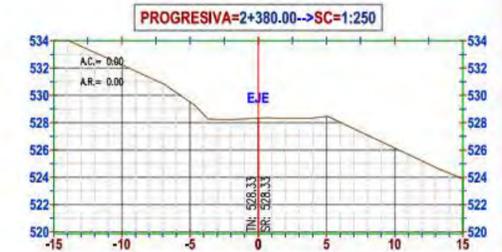
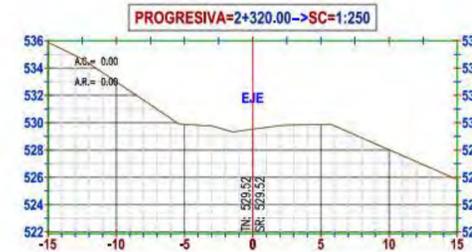
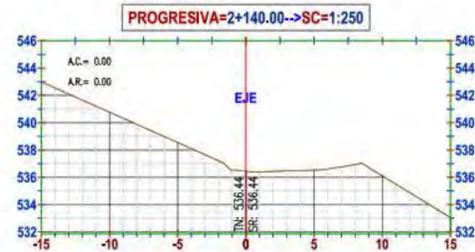
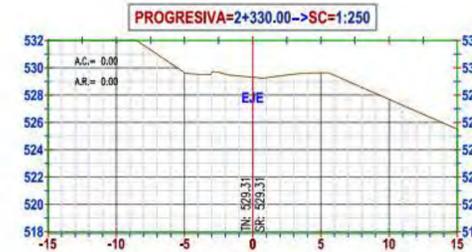
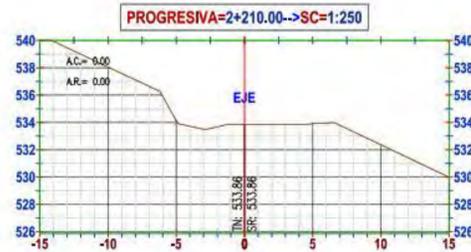
LAMINA
ST-05



 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>PROYECTO: "ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"</p>	<p>PLANO: SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE Km. 1+500.00 - Km. 1+790.00</p>	<p>LAMINA ST-6</p>
	<p>PROYECTISTA: BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: A.P.C.CH.</p>	
<p>REVIS: EPIC APRUEBA: EPIC</p>		<p>ESCALA: 1 : 250</p>	<p>FECHA: NOVIEMBRE 2021</p>



<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>PROYECTO: "ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"</p>	<p>PLANO: SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE Km. 1+800.00 - Km. 2+090.00</p>	<p>LAMINA ST-7</p>
	<p>PROYECTISTA: BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: A.P.C.CH.</p>	



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
"ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL
KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"

PROYECTISTA:
BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

DIBUJO Y DISEÑO:
A.P.C.CH.

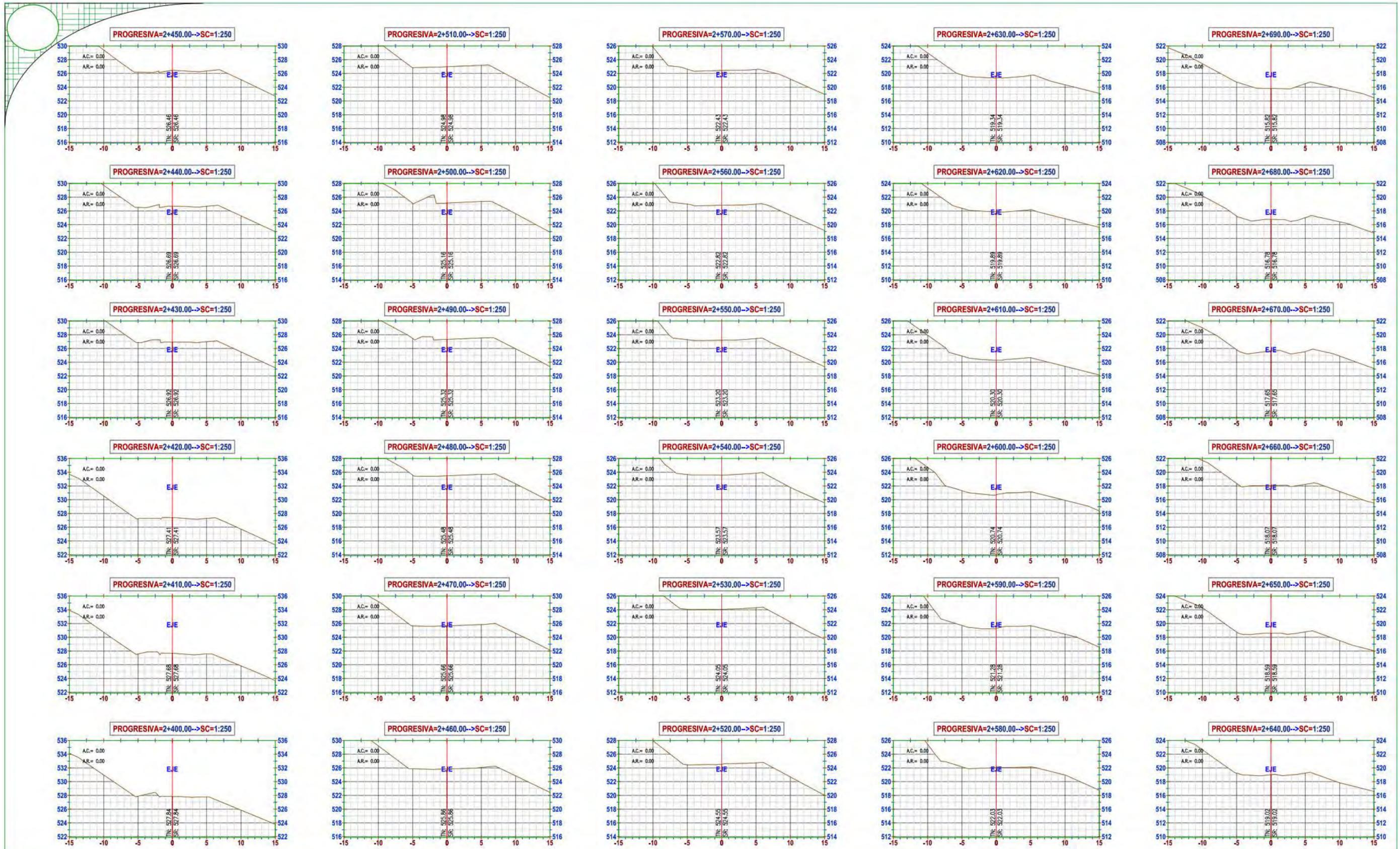
PLANO:
SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE
Km. 2+100.00 - Km. 2+390.00

REGION: TACNA
PROVINCIA: TACNA
DISTRITO: TACNA

ESCALA:
1 : 250

FECHA:
NOVIEMBRE 2021

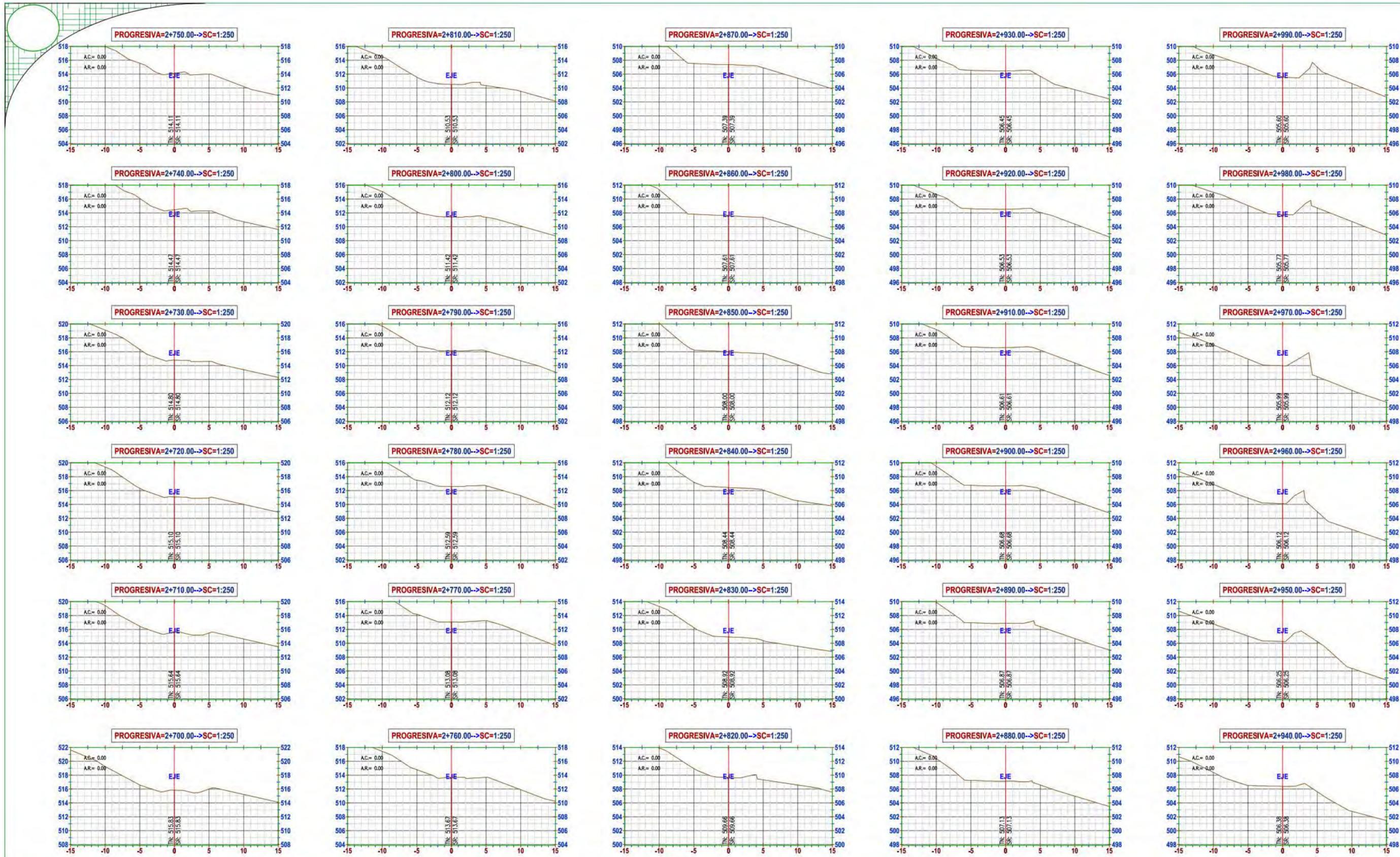
LAMINA
ST-8



 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>PROYECTO: "ANALISIS DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"</p>	<p>PLANO: SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE Km. 2+400.00 - Km. 2+690.00</p>	<p>LAMINA: ST-9</p>
	<p>PROYECTISTA: BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: A.P.C.CH.</p>	

REVIS: EPIC
APRUEBA: EPIC

ESCALA:
1 : 250
FECHA:
NOVIEMBRE 2021



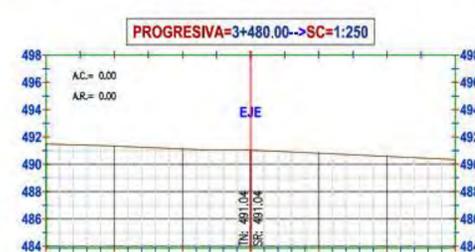
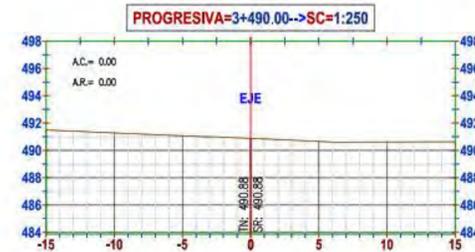
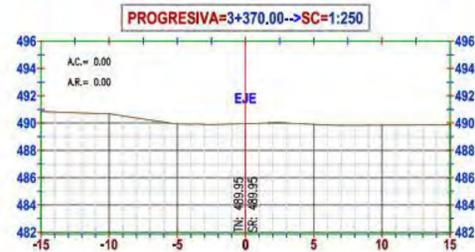
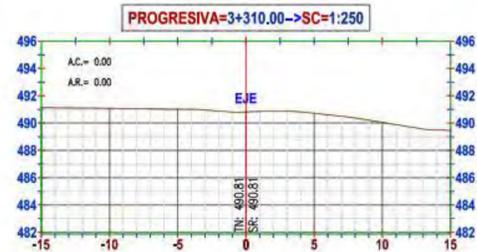
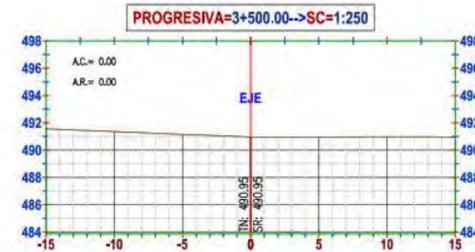
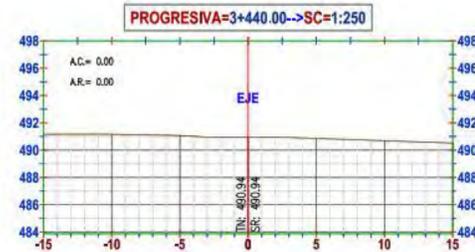
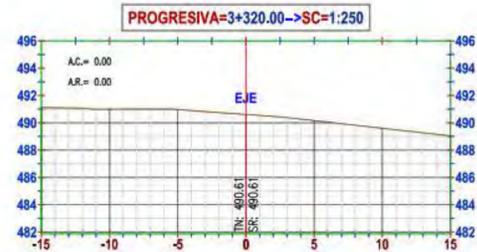
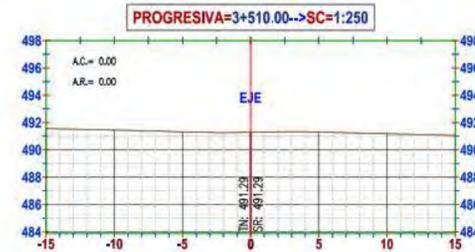
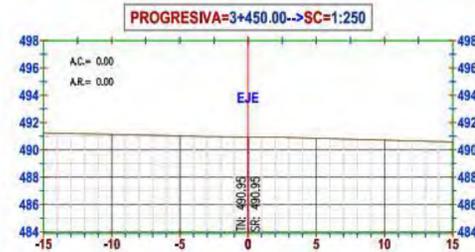
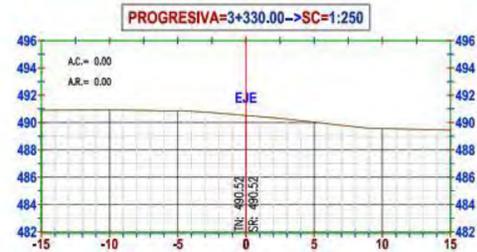
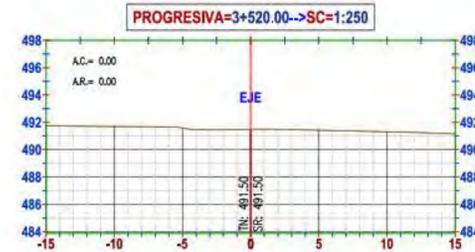
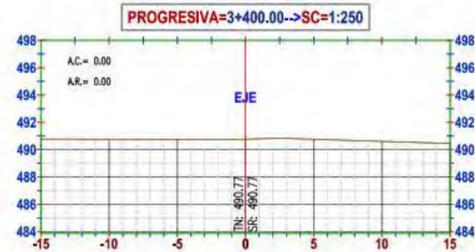
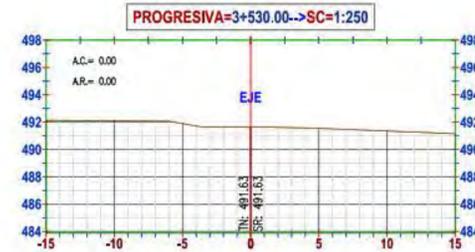
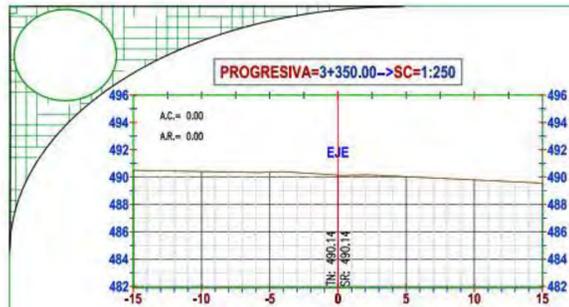
<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>PROYECTO: "ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"</p>	<p>PLANO: SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE Km. 2+700.00 - Km. 2+990.00</p>	<p>LAMINA ST-10</p>
	<p>PROYECTISTA: BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: A.P.C.CH.</p>	
<p>REVIS: EPIC APRUEBA: EPIC</p>		<p>ESCALA: 1 : 250</p>	<p>FECHA: NOVIEMBRE 2021</p>



 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>PROYECTO: "ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"</p>	<p>PLANO: SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE Km. 3+000.00 - Km. 3+290.00</p>	<p>LAMINA ST-11</p>
	<p>PROYECTISTA: BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA</p>	<p>DIBUJO Y DISEÑO: A.P.C.CH.</p>	

REVIS: EPIC
APRUEBA: EPIC

ESCALA: 1 : 250
FECHA: NOVIEMBRE 2021



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
"ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL
KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"

PROYECTISTA:
BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

DIBUJO Y DISEÑO:
A.P.C.CH.

PLANO:
SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE
Km. 3+300.00 - Km. 3+590.00

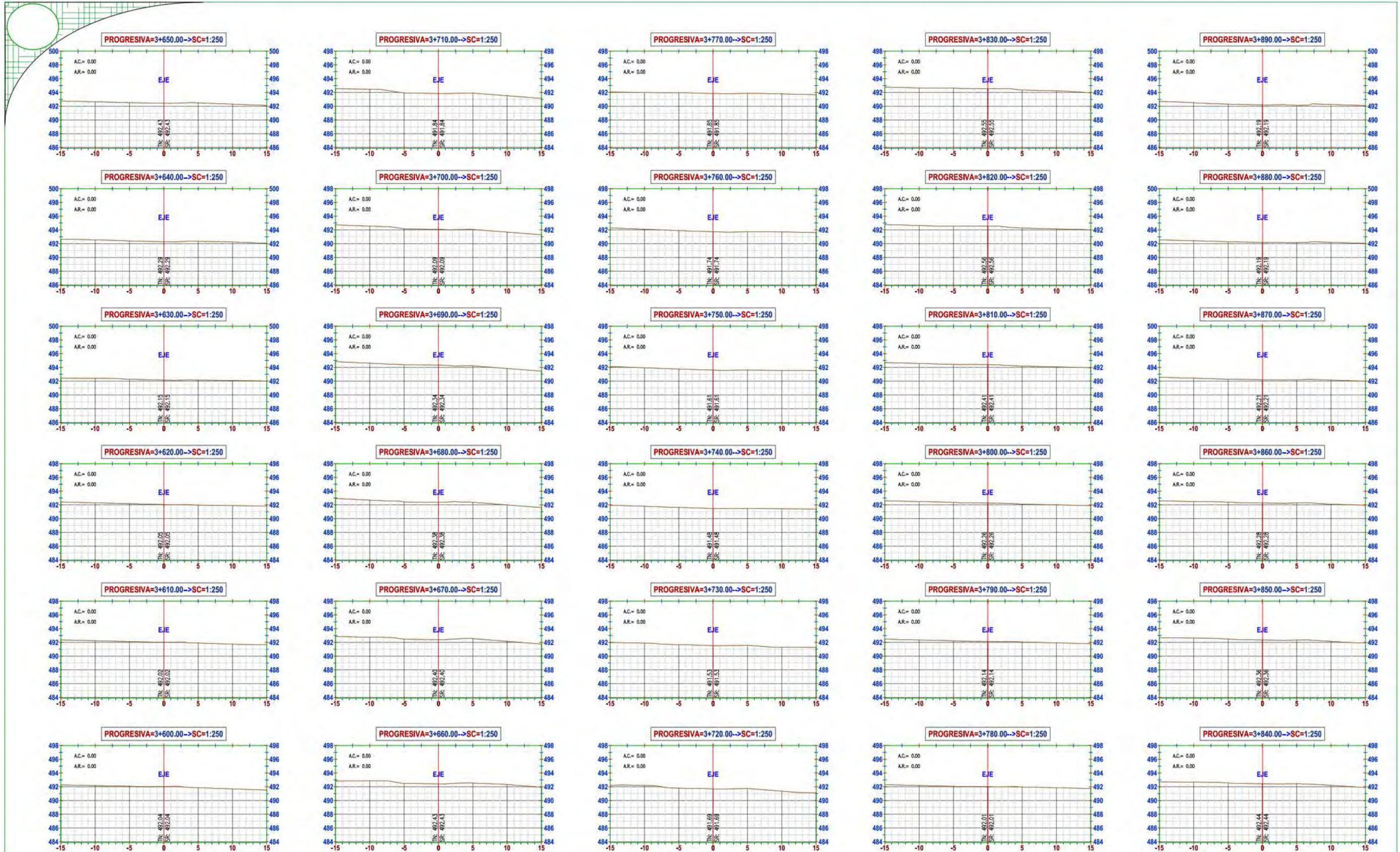
REGION: TACNA
PROVINCIA: TACNA
DISTRITO: TACNA

REVIS: EPIC
APRUEBA: EPIC

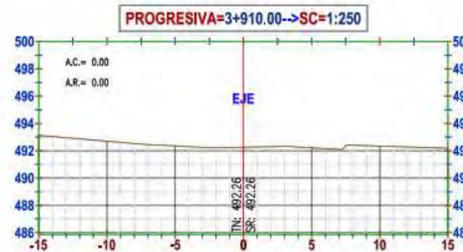
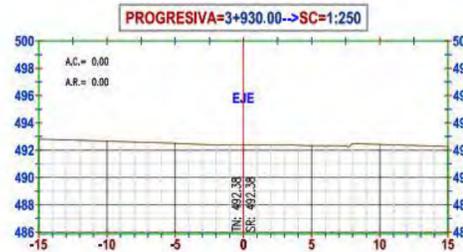
ESCALA:
1 : 250

FECHA:
NOVIEMBRE 2021

LAMINA
ST-12



 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	PROYECTO: "ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"	PLANO: SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE Km. 3+600.00 - Km. 3+890.00	
	PROYECTISTA: BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA	DIBUJO Y DISEÑO: A.P.C.CH.	



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

"ANALISIS DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"

PROYECTISTA:

BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

DIBUJO Y DISEÑO:

A.P.C.CH.

REVISIA: EPIC

APRUEBA: EPIC

PLANO:

SECCIONES TRANS. - TROCHA EXISTENTE
Km. 3+900.00 - Km. 4+000.00

REGION: TACNA

PROVINCIA: TACNA

DISTRITO: TACNA

ESCALA:

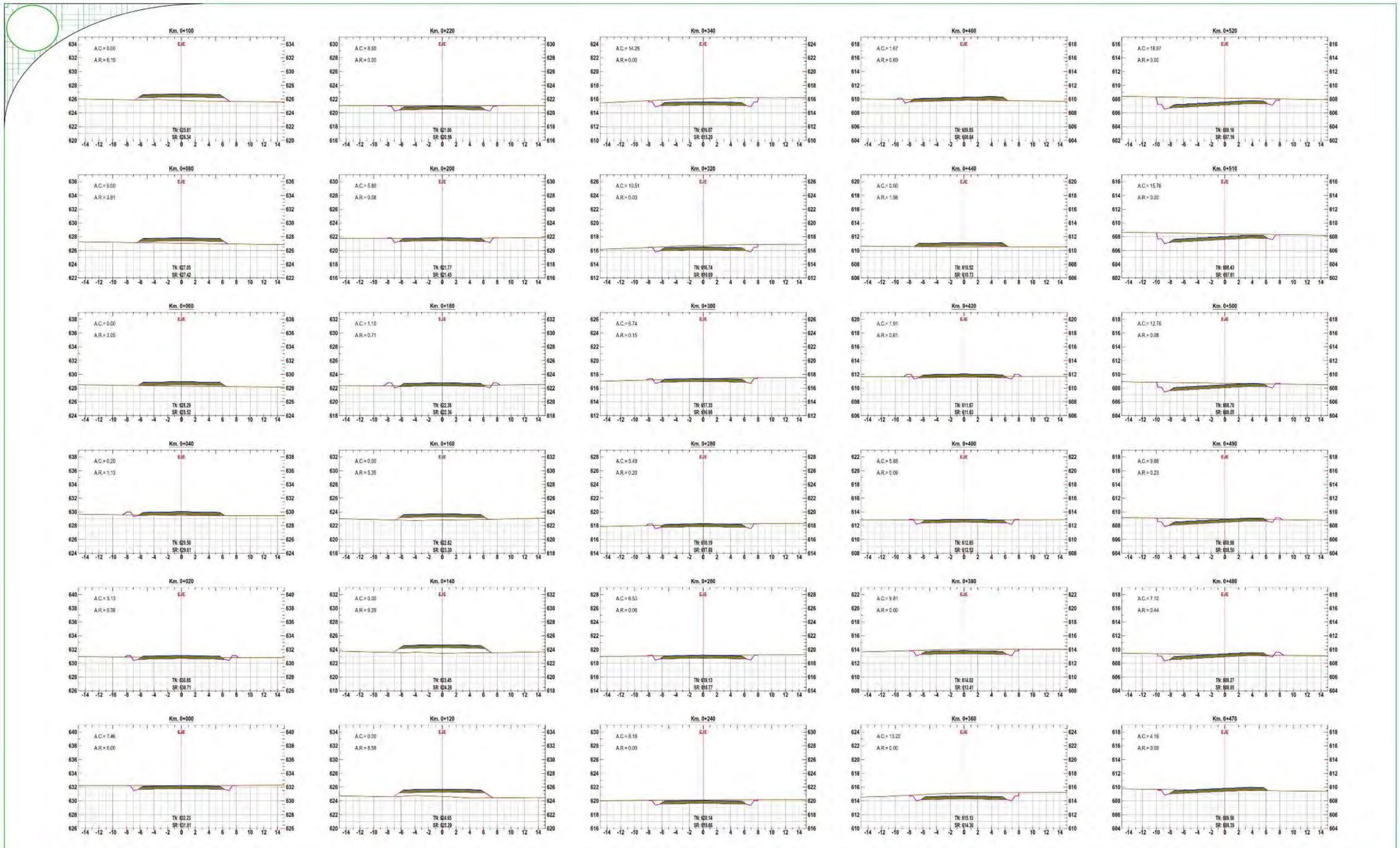
1 : 250

FECHA:

NOVIEMBRE 2021

LAMINA
ST-14

Anexo 3. Planos de Diseño Geométrico




UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
 "ANALISIS DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"

PROYECTISTA:
 BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

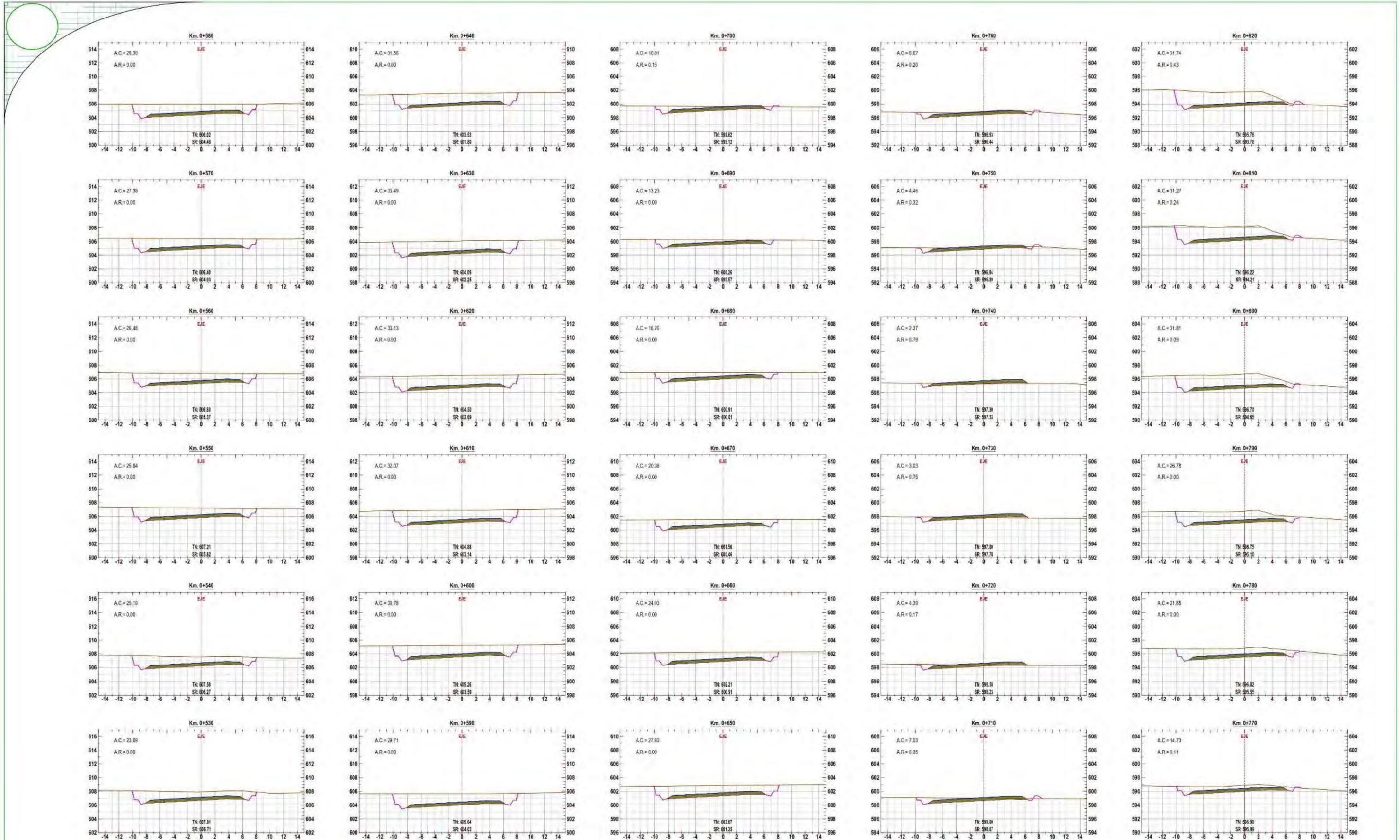
DIBUJO Y DISEÑO:
 A.P.C.CH.

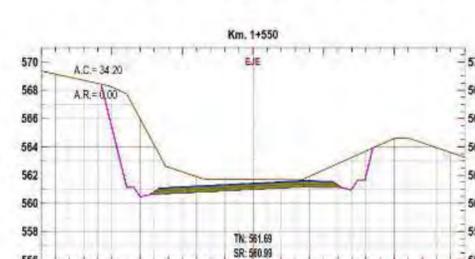
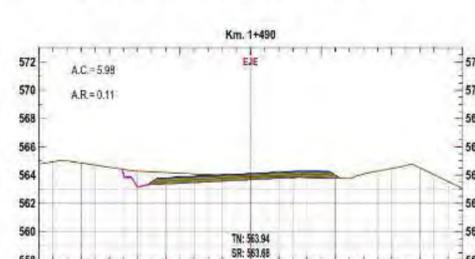
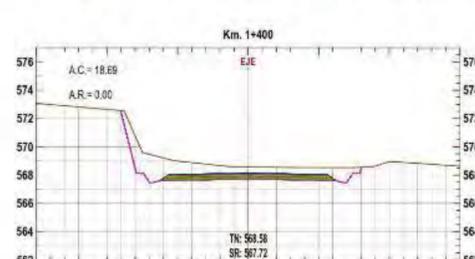
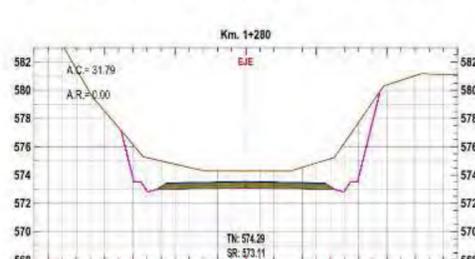
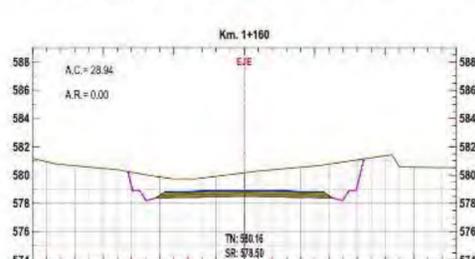
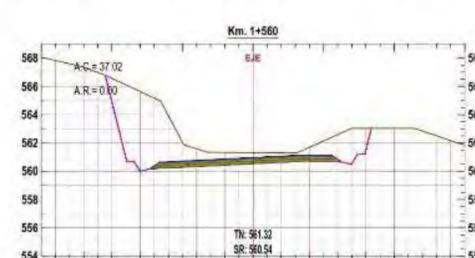
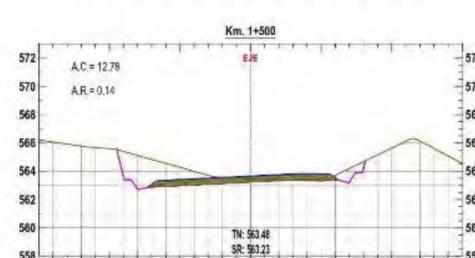
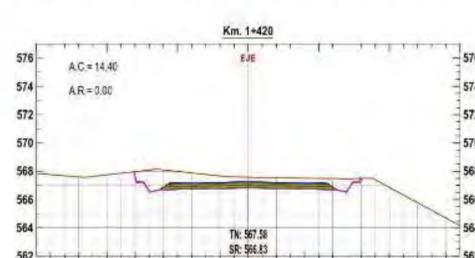
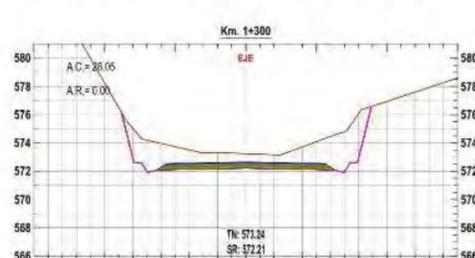
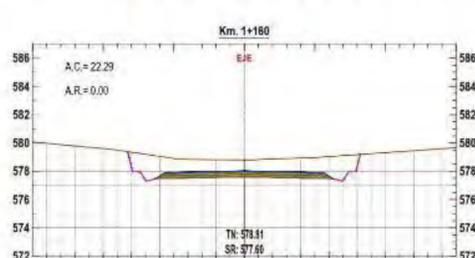
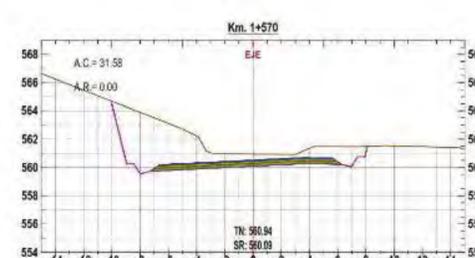
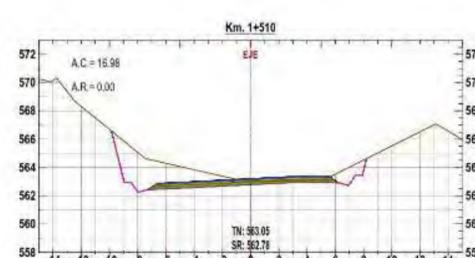
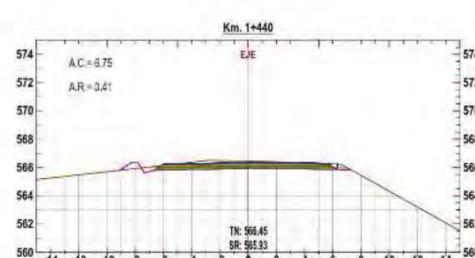
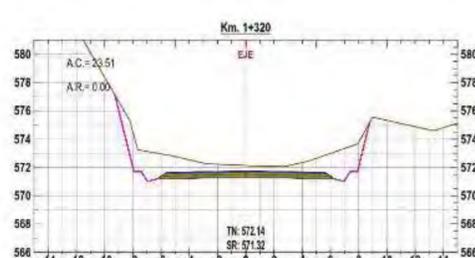
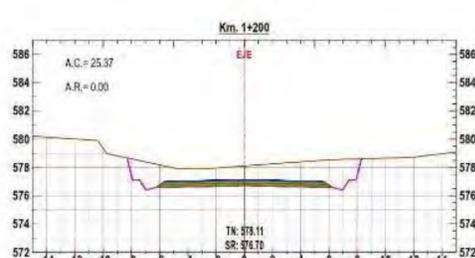
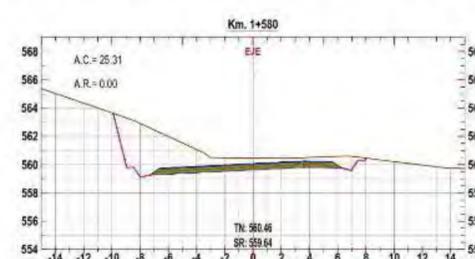
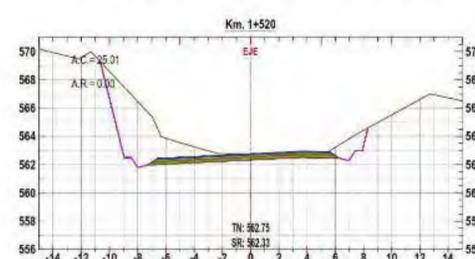
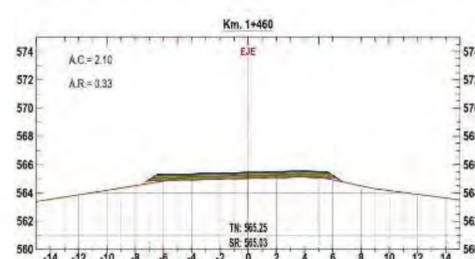
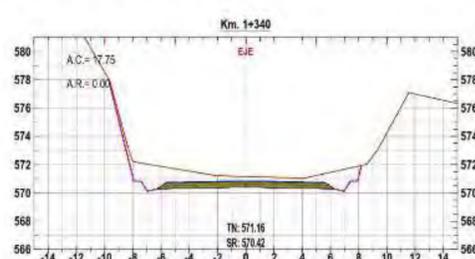
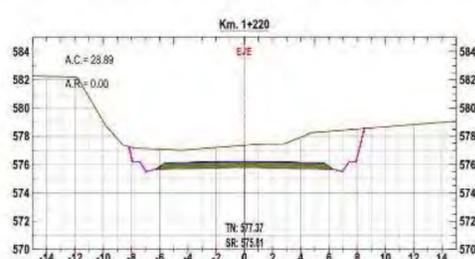
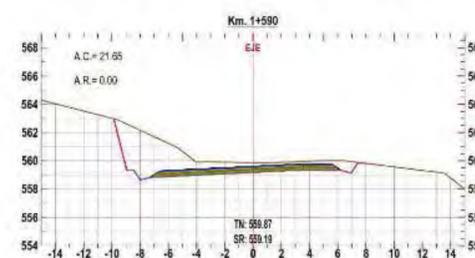
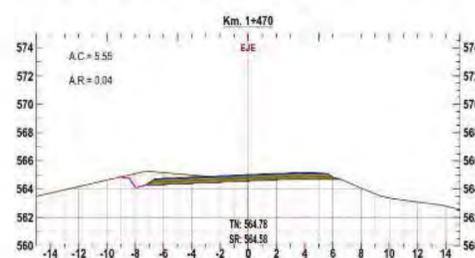
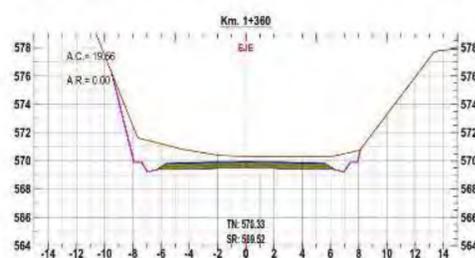
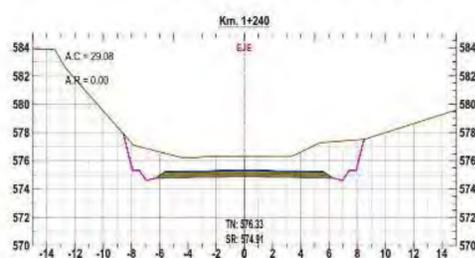
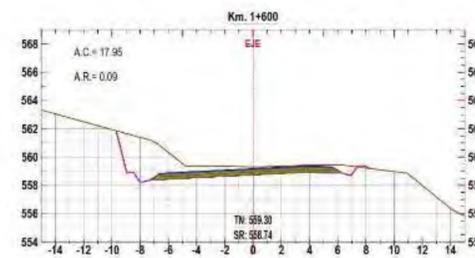
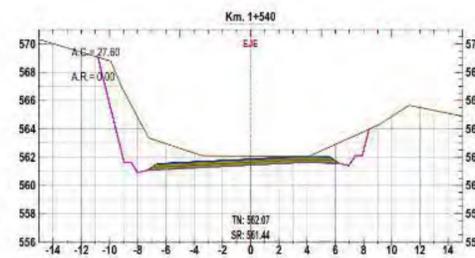
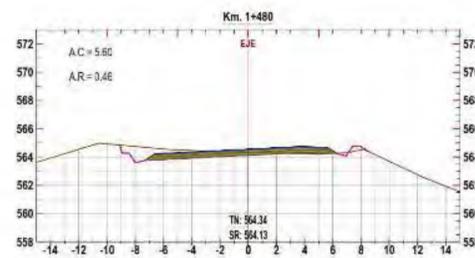
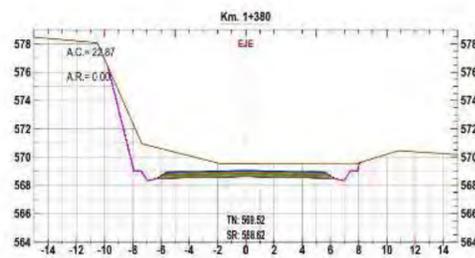
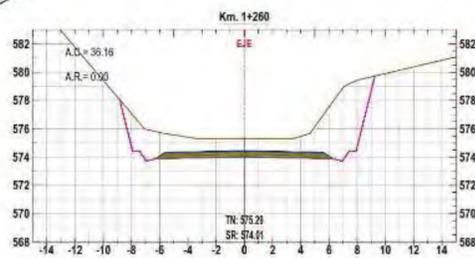
PLANO:
DISEÑO: SECCIONES TRANSVERSALES
 Km. 0+000.00 - Km. 0+520.00

REGION: TACNA
PROVINCIA: TACNA
DISTRITO: TACNA

ESCALA: 1 : 250
FECHA: NOVIEMBRE 2021

LAMINA:
ST-01





UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
"ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL
KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"

PROYECTISTA:
BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

DIBUJO Y DISEÑO:
A.P.C.H.

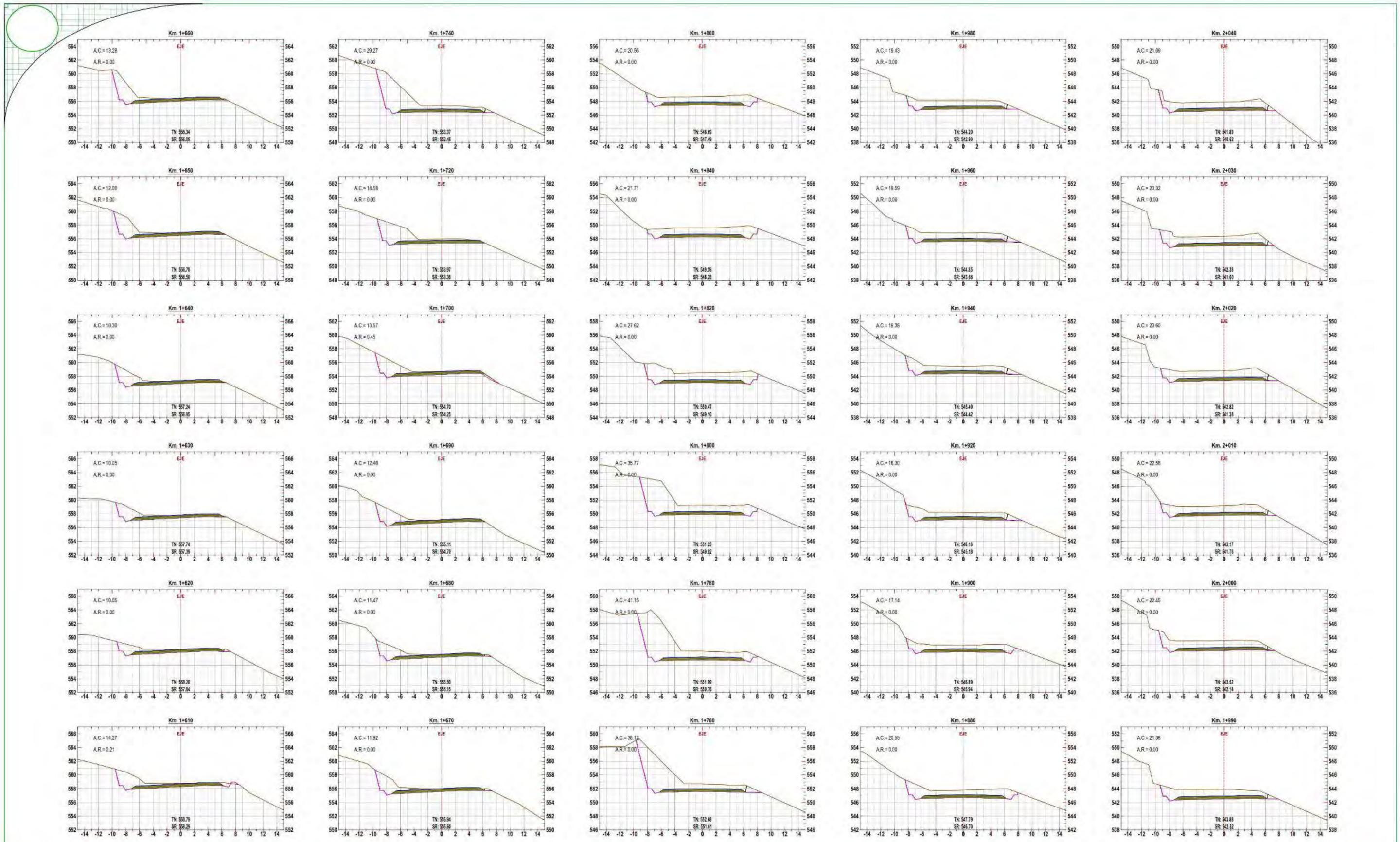
REVISIA: EPIC
APRUEBA: EPIC

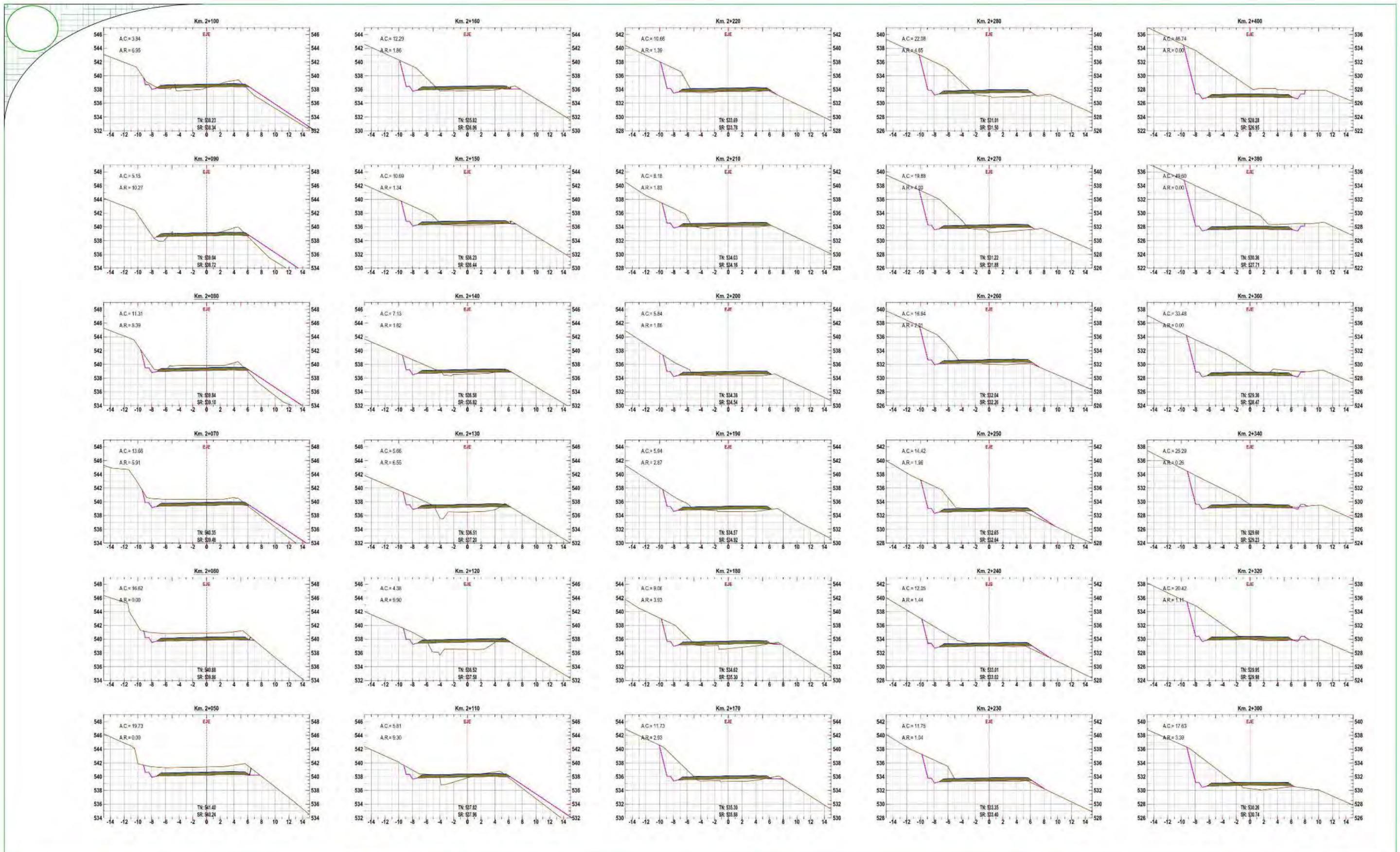
PLANO:
DISEÑO: SECCIONES TRANSVERSALES
Km. 1+160.00 - Km. 1+600.00

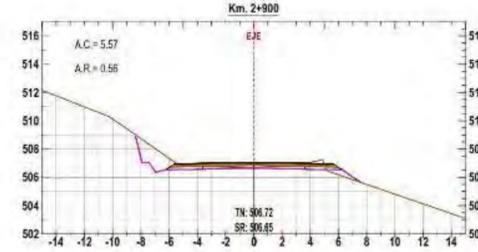
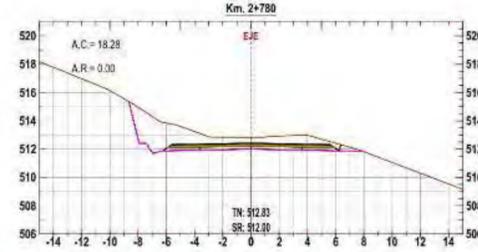
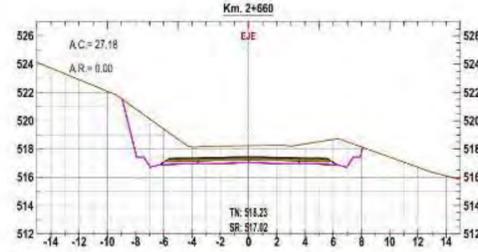
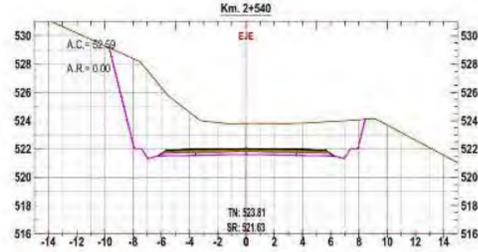
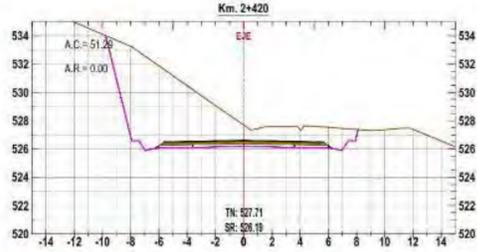
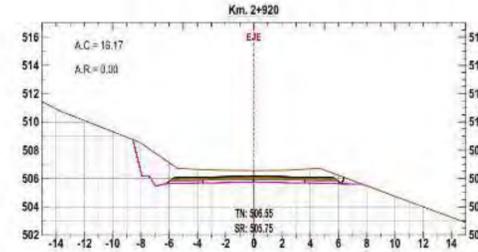
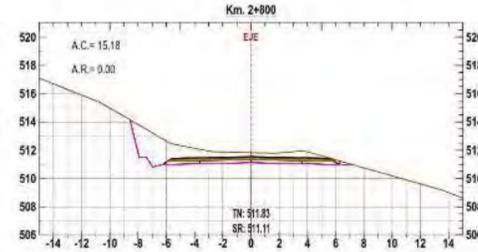
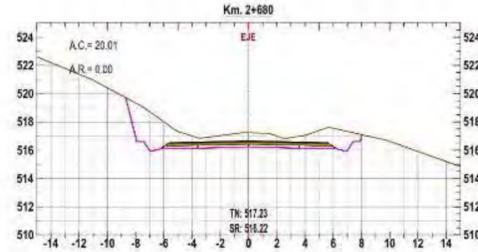
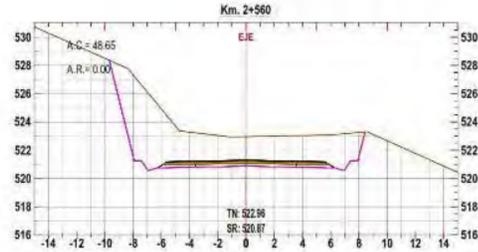
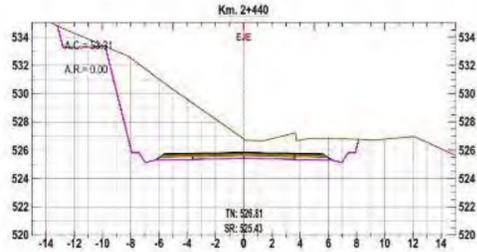
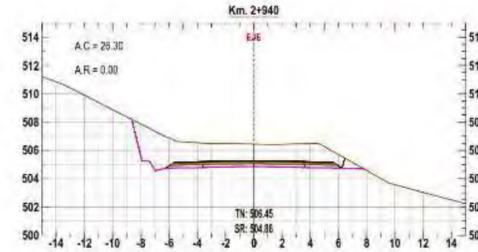
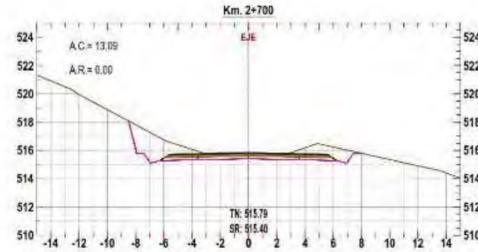
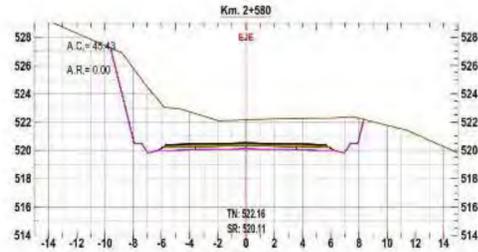
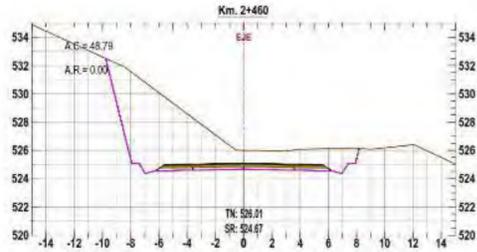
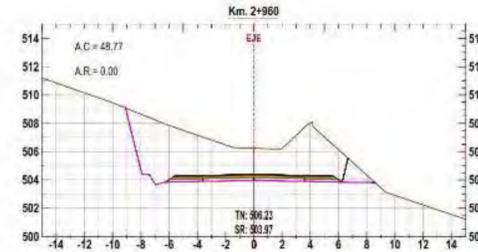
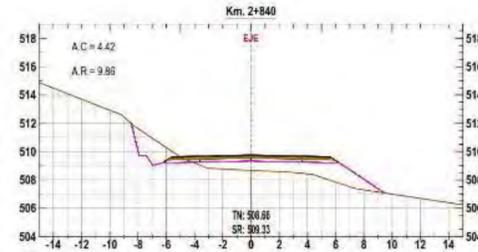
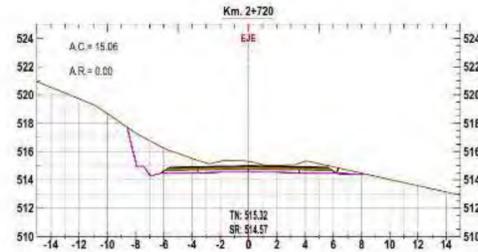
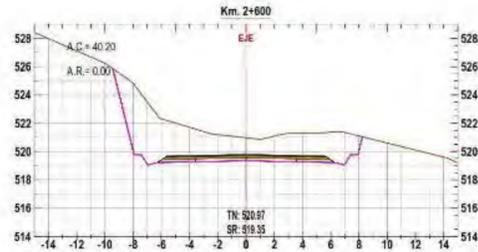
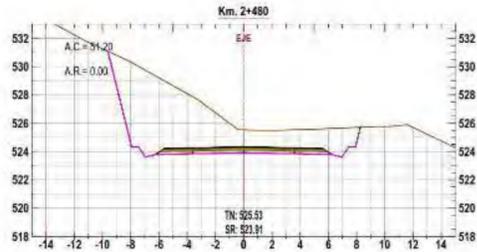
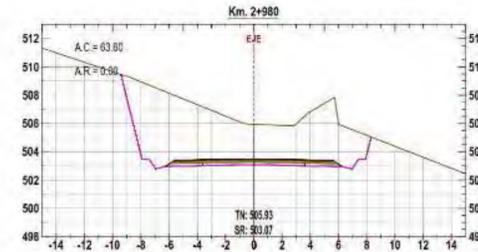
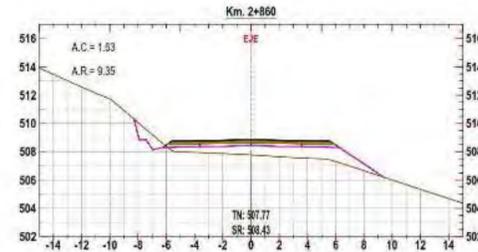
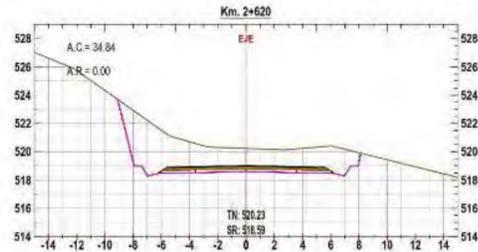
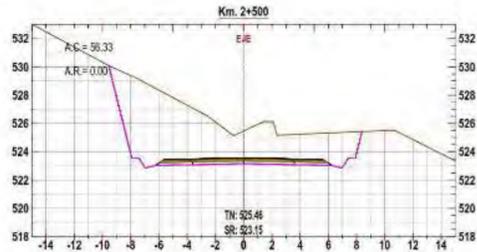
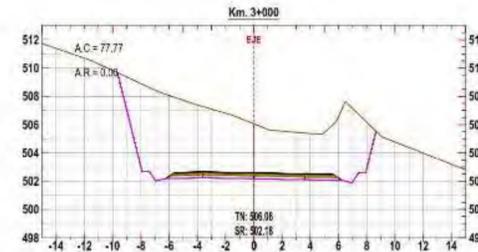
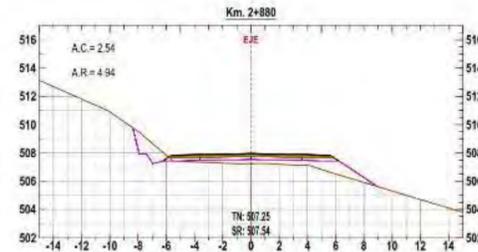
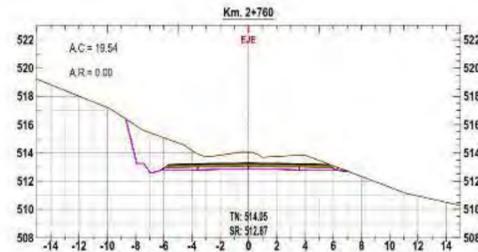
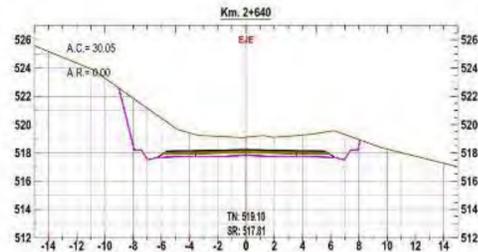
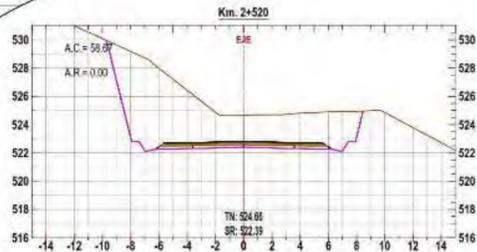
REGION: TACNA
PROVINCIA: TACNA
DISTRITO: TACNA

ESCALA: 1:250
FECHA: NOVIEMBRE 2021

LAMINA
ST-04







UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

"ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"

PROYECTISTA:

BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

DIBUJO Y DISEÑO:

A.P.C.CH.

REVISAR:

EPIC

APRUEBA: EPIC

PLANO:

DISEÑO: SECCIONES TRANSVERSALES
Km. 2+420.00 - Km. 3+000.00

REGION:

TACNA

PROVINCIA:

TACNA

DISTRITO:

TACNA

ESCALA:

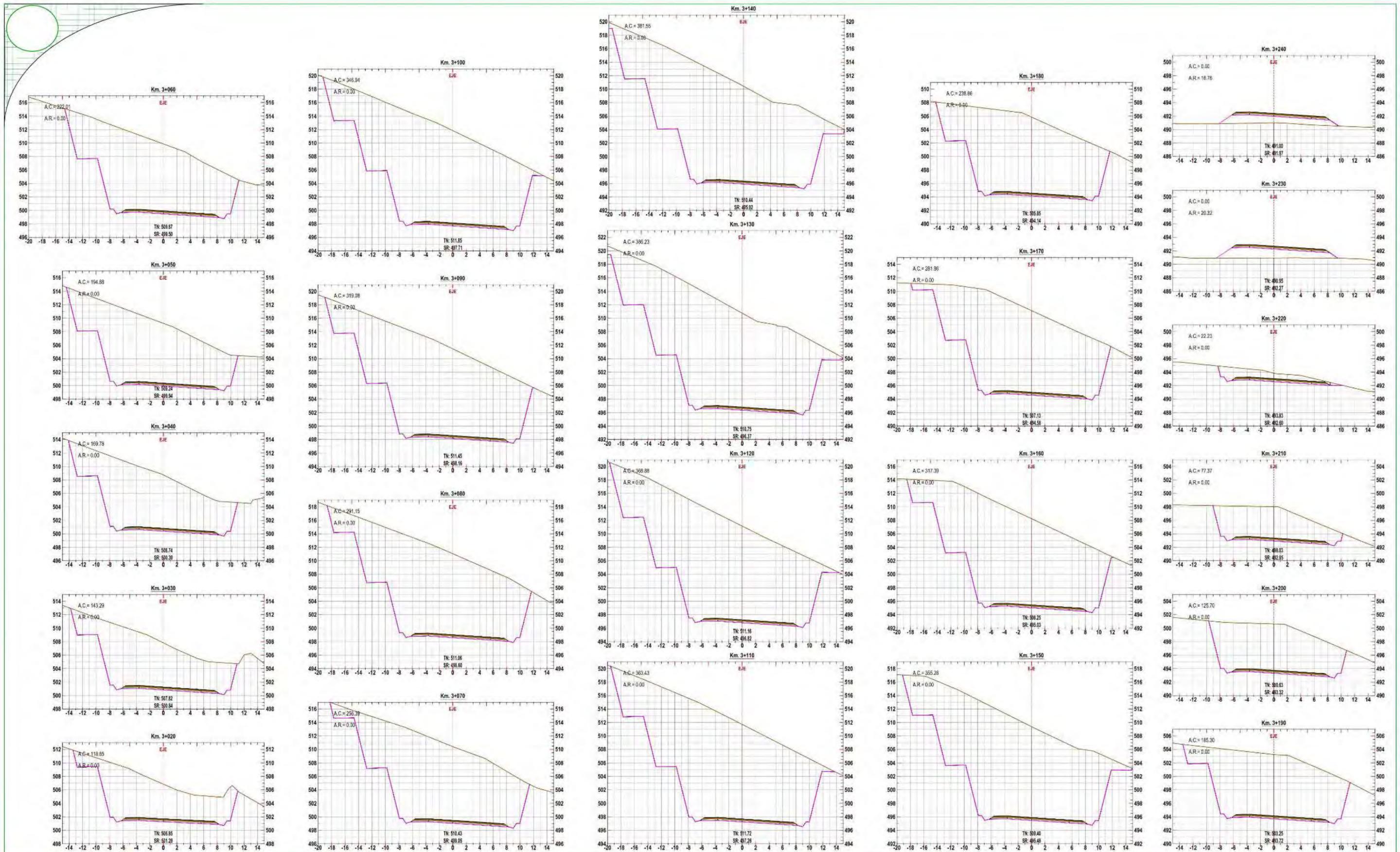
1 : 250

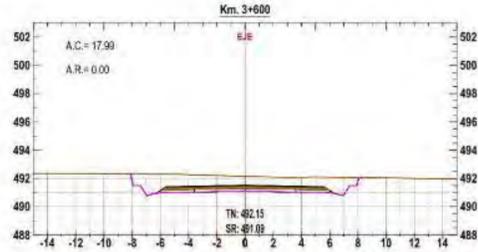
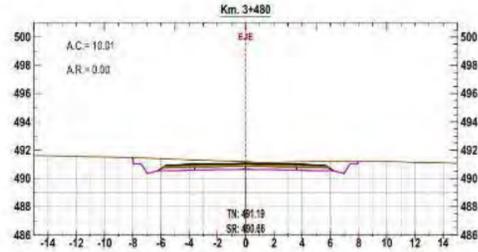
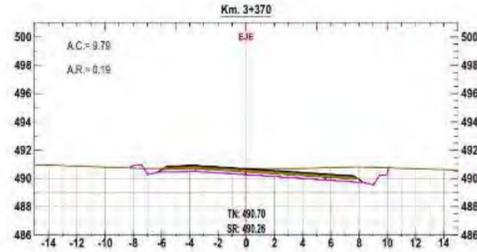
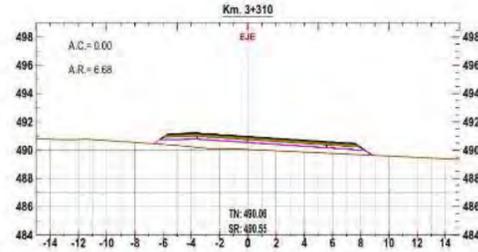
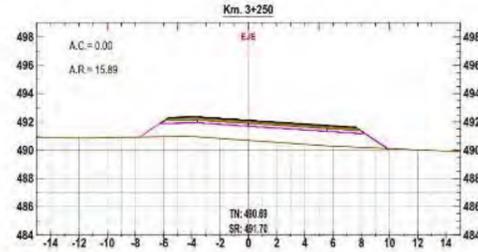
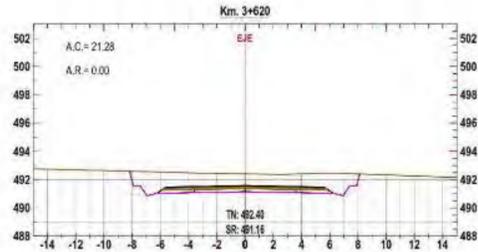
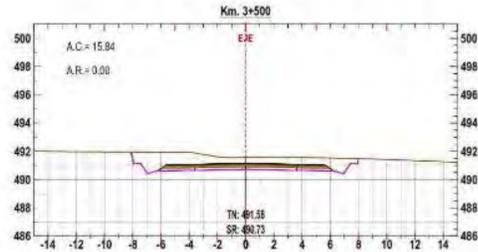
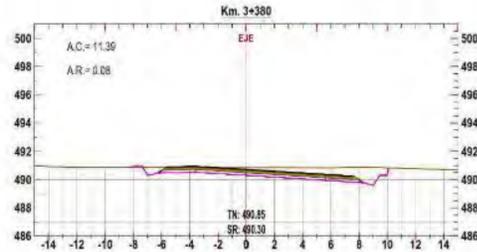
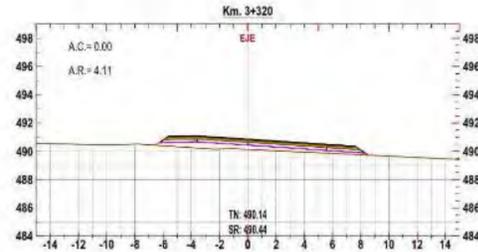
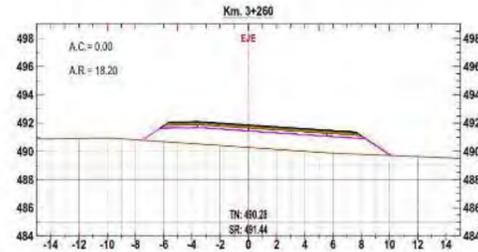
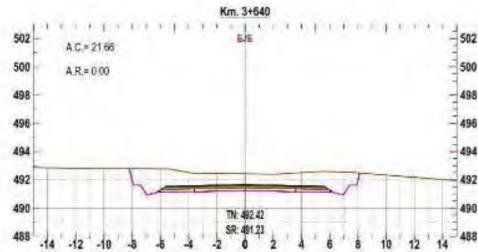
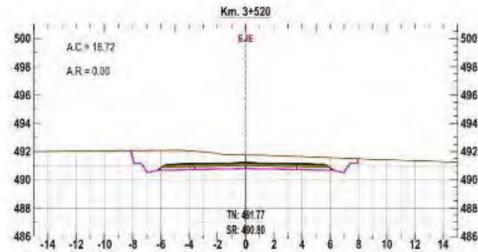
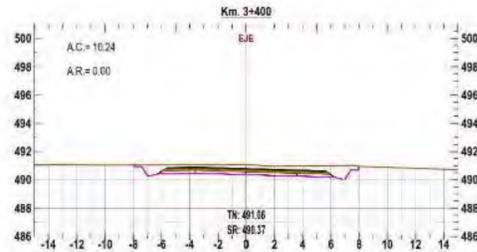
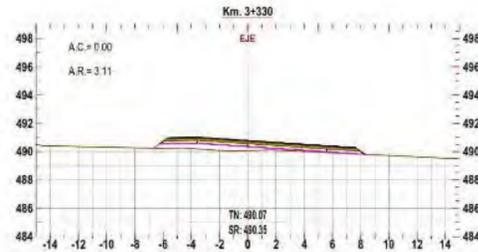
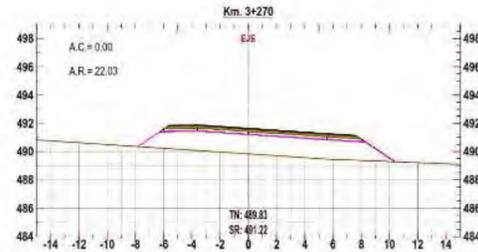
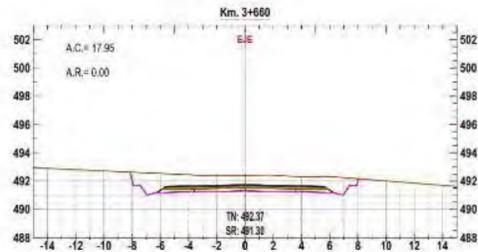
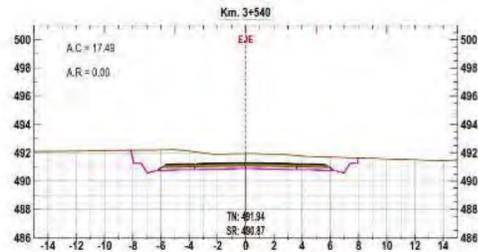
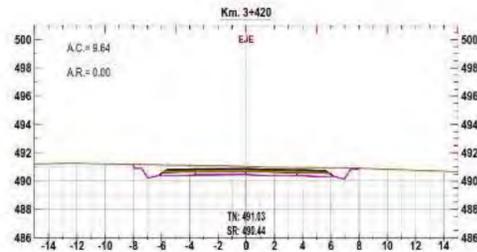
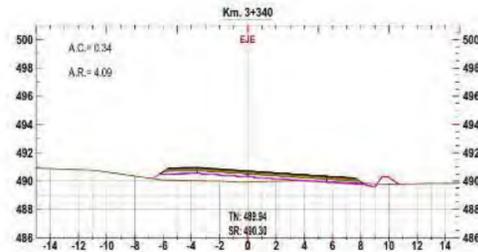
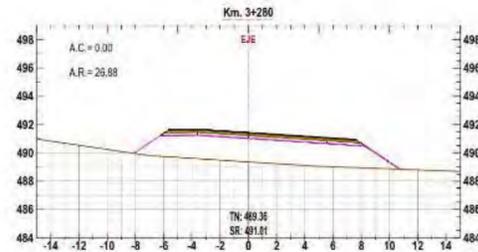
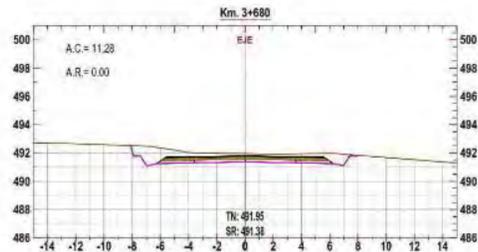
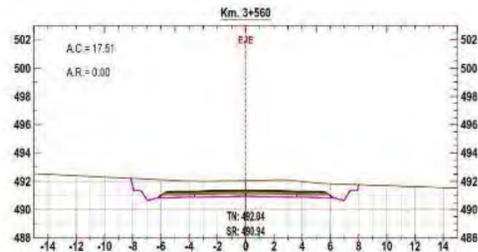
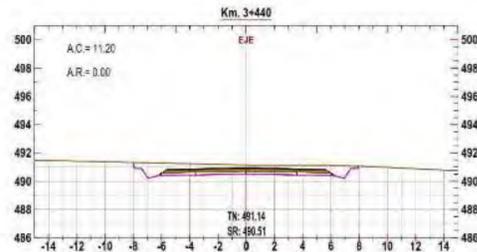
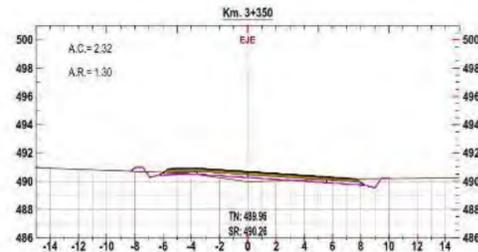
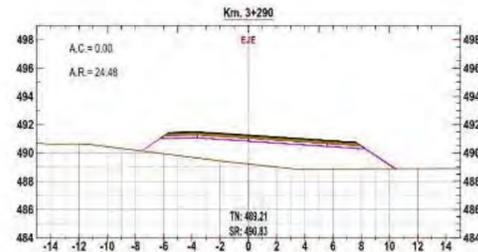
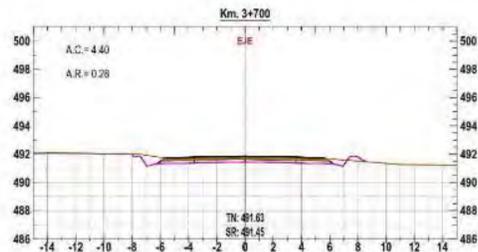
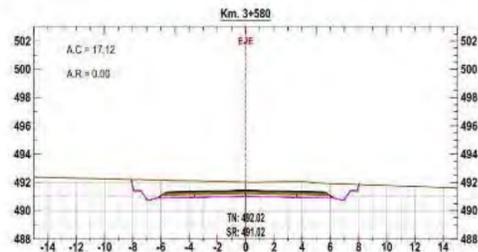
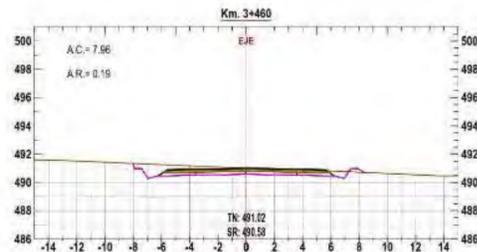
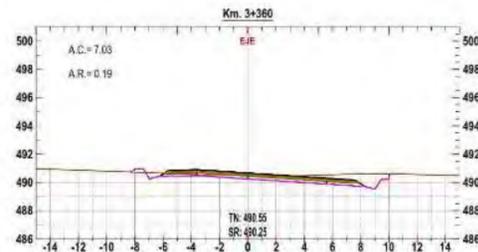
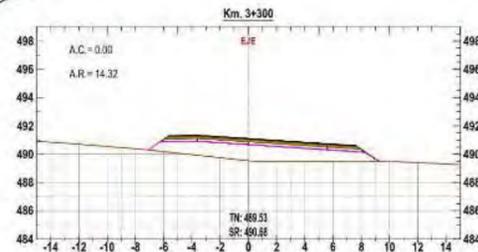
FECHA:

NOVIEMBRE 2021

LAMINA:

ST-07





UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

"ANALISIS DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA TROCHA Y SU RELACION CON EL TRANSPORTE PESADO COMPRENDIDO ENTRE EL DESVIO DEL KM 1292+000 DE LA PANAMERICANA SUR CON EMPALME A LA AV. ZARUMILLA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE TACNA-AÑO 2021"

PROYECTISTA:

BACH. ADOLFO PEDRO CLAVITEA CHIPANA

DIBUJO Y DISEÑO:

A.P.C.CH.

REVISIA: EPIC

APRUEBA: EPIC

PLANO:

DISEÑO: SECCIONES TRANSVERSALES
Km. 3+050.00 - Km. 3+700.00

REGION: TACNA
PROVINCIA: TACNA
DISTRITO: TACNA

ESCALA:

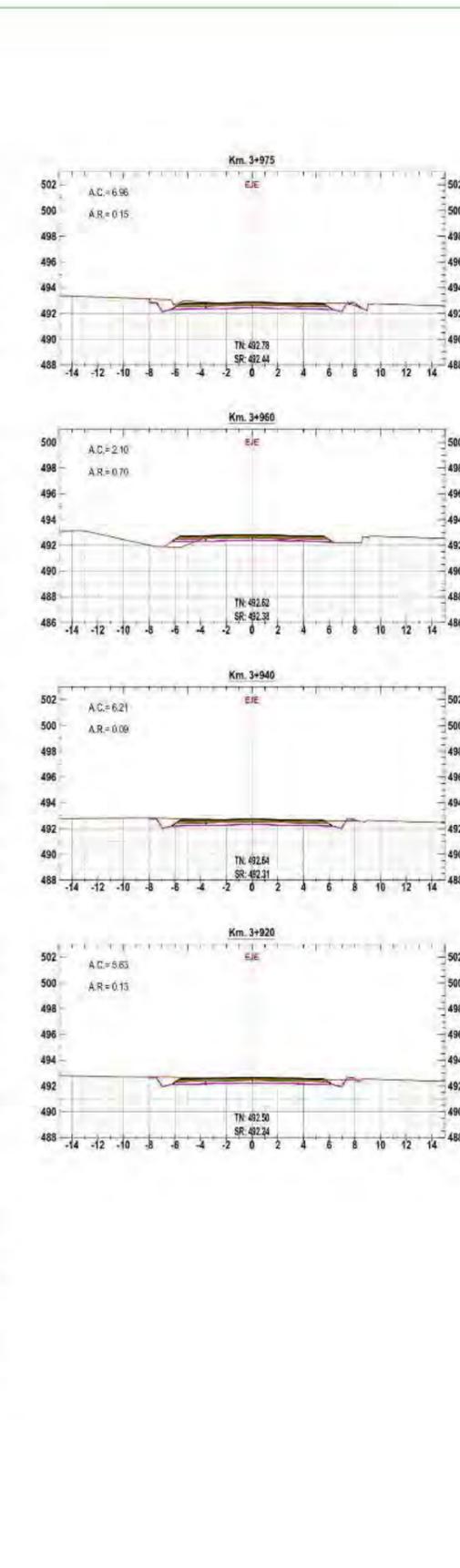
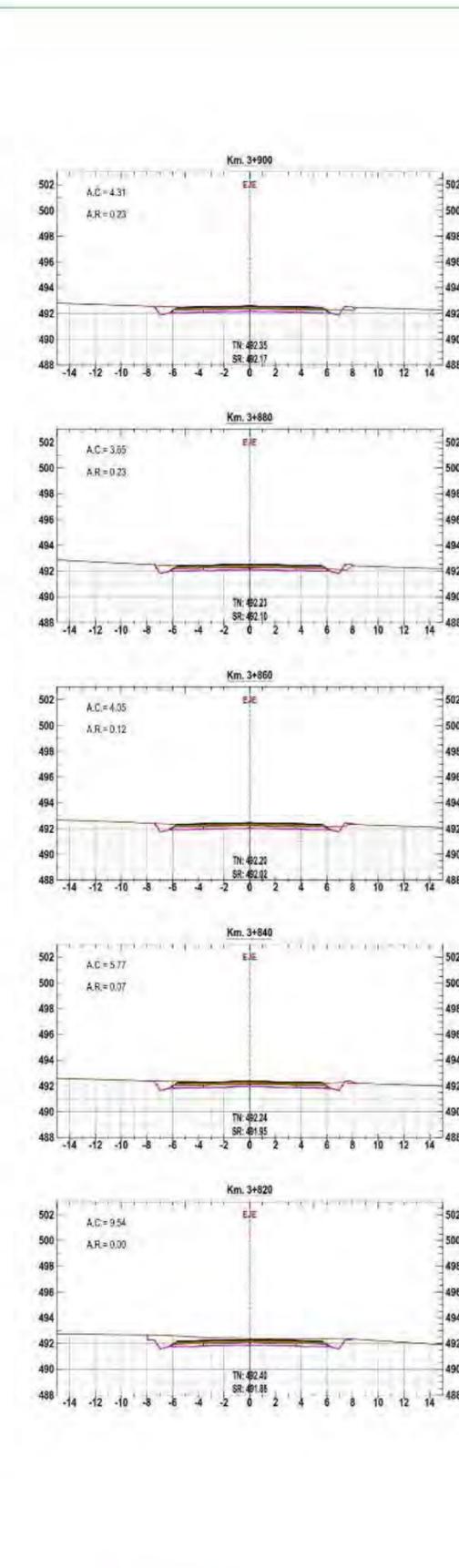
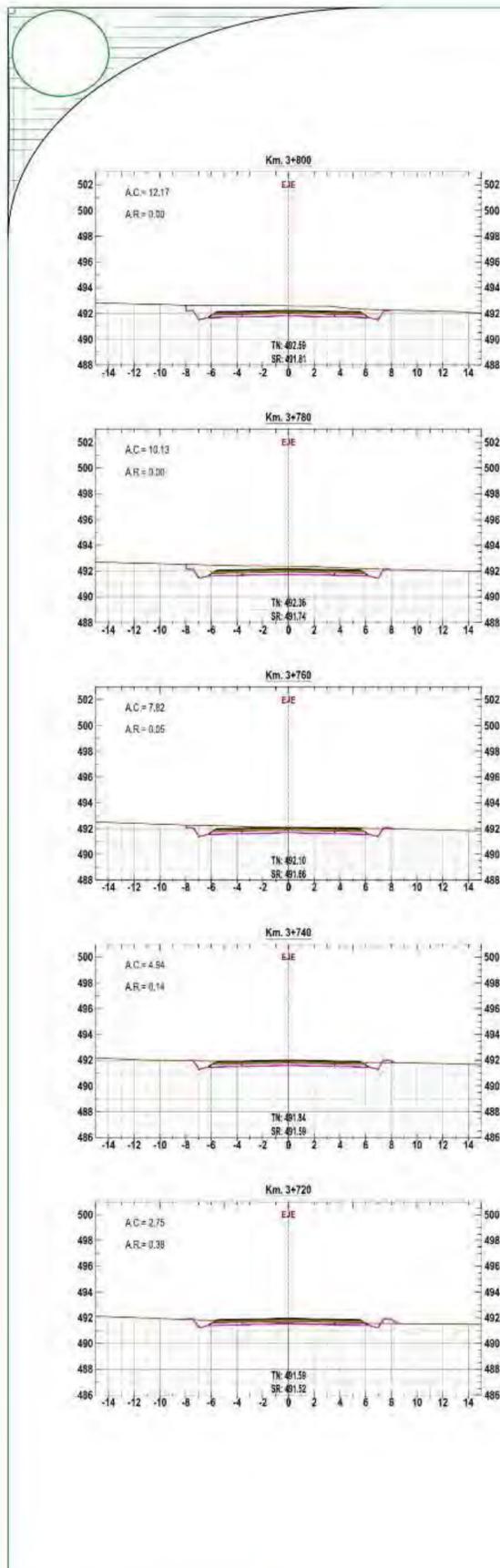
1 : 250

FECHA:

NOVIEMBRE 2021

LAMINA:

ST-09



Título de subprograma: Tablas

P.K.	Área Corte	Área Retorno	Vol. Corte	Vol. Retorno	Vol. Corte acum.	Vol. Retorno acum.
24+000.00	7.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24+005.00	3.13	0.38	106.90	1.64	108.49	3.24
24+010.00	0.00	1.13	33.36	15.14	130.15	18.56
24+015.00	0.00	2.00	2.25	31.82	141.30	50.80
24+020.00	0.00	3.00	0.00	59.84	141.30	110.44
24+025.00	0.00	6.19	0.00	100.98	141.30	211.43
24+030.00	0.00	8.58	0.00	147.83	141.30	360.26
24+035.00	0.00	9.25	0.00	178.88	141.30	537.75
24+040.00	0.00	9.00	0.00	186.26	141.30	694.13
24+045.00	1.19	0.71	11.84	60.58	152.13	744.71
24+050.00	5.90	0.08	89.02	7.94	221.30	792.85
24+055.00	8.60	0.00	144.01	0.00	365.36	793.47
24+060.00	8.18	0.06	167.83	0.00	533.19	793.47
24+065.00	6.33	0.04	147.15	0.64	680.34	794.11
24+070.00	5.49	0.00	130.37	2.59	810.61	794.71
24+075.00	6.74	0.15	122.38	3.43	932.98	795.14
24+080.00	10.01	0.03	172.52	1.80	1095.49	795.94
24+085.00	14.28	0.00	247.72	0.32	1343.21	795.28
24+090.00	13.22	0.00	274.80	0.00	1618.02	792.38
24+095.00	9.81	0.00	230.24	0.00	1848.26	792.38
24+100.00	5.88	0.08	156.82	0.86	2005.18	793.12
24+105.00	1.91	0.61	37.98	6.80	2043.14	770.94
24+110.00	0.00	1.88	16.11	25.83	2102.25	795.92
24+115.00	1.67	0.68	14.73	28.68	2118.98	827.61
24+120.00	4.19	0.78	29.30	3.80	2148.28	828.61
24+125.00	7.10	0.44	55.60	2.71	2203.89	828.22
24+130.00	9.68	0.33	83.67	3.43	2287.56	832.85
24+135.00	12.76	0.08	112.04	1.62	2399.61	834.27
24+140.00	15.76	0.00	141.32	0.42	2541.13	834.89
24+145.00	18.67	0.00	172.38	0.00	2713.41	834.89
24+150.00	21.69	0.00	211.83	0.00	2925.13	834.89
24+155.00	23.19	0.00	242.32	0.00	3167.45	834.89
24+160.00	23.84	0.00	251.03	0.00	3428.48	834.89
24+165.00	26.46	0.00	280.48	0.00	3698.96	834.89
24+170.00	27.36	0.00	287.73	0.00	3986.69	834.89
24+175.00	28.30	0.00	276.88	0.00	4273.33	834.89
24+180.00	28.71	0.00	280.20	0.00	4571.86	834.89
24+185.00	30.76	0.00	300.83	0.00	4874.79	834.89
24+190.00	32.07	0.00	312.76	0.00	5194.54	834.89
24+195.00	33.49	0.00	331.68	0.00	5534.22	834.89
24+200.00	31.06	0.00	323.82	0.00	5898.03	834.89
24+205.00	27.83	0.00	265.69	0.00	6463.14	834.89
24+210.00	24.03	0.00	208.62	0.00	6865.15	834.89
24+215.00	18.16	0.00	136.58	0.00	7098.56	834.89
24+220.00	13.25	0.00	146.67	0.00	7217.43	834.89
24+225.00	10.01	0.15	115.18	0.79	7322.81	835.48
24+230.00	7.23	0.30	64.28	2.80	7418.88	838.08
24+235.00	4.39	0.17	16.29	2.87	7473.93	840.50
24+240.00	3.03	0.75	36.44	4.85	7509.62	845.40
24+245.00	2.27	0.79	28.47	7.76	7538.09	853.17
24+250.00	4.46	0.33	35.68	3.62	7569.77	858.78
24+255.00	8.67	0.20	85.19	2.89	7624.96	861.47
24+260.00	14.75	0.11	118.24	1.80	7751.19	863.07
24+265.00	21.85	0.00	180.13	0.56	7831.32	863.63
24+270.00	28.70	0.00	240.47	0.00	8171.30	863.63
24+275.00	31.81	0.08	280.75	0.84	8463.12	864.07
24+280.00	31.27	0.24	312.79	1.70	8775.91	865.77
24+285.00	31.74	0.43	312.16	3.48	9088.07	868.25
24+290.00	32.29	0.37	307.24	4.13	9395.51	873.38
24+295.00	24.38	0.21	249.89	2.23	10072.39	881.38
24+300.00	21.00	0.42	228.20	3.94	10679.74	885.32
24+305.00	16.64	0.07	166.88	2.52	10878.52	888.84
24+310.00	16.64	0.80	174.74	4.42	11053.36	893.38
24+315.00	13.24	2.12	147.80	14.84	11201.16	908.11
24+320.00	8.34	3.85	111.68	28.28	11312.82	927.47
24+325.00	5.90	4.88	75.38	43.38	11398.16	940.85
24+330.00	4.50	5.34	51.43	51.88	11439.61	952.82
24+335.00	3.80	5.51	36.68	55.17	11476.86	967.89
24+340.00	4.37	7.45	25.43	65.47	11511.11	1153.46
24+345.00	6.45	6.14	55.86	68.69	11569.57	1222.14
24+350.00	8.58	3.79	79.05	50.51	11643.62	1277.65
24+355.00	11.50	1.62	104.14	22.27	11747.77	1330.22
24+360.00	13.27	12.40	123.40	68.08	11871.17	1385.29
24+365.00	14.88	5.96	140.46	86.43	12011.63	1438.69
24+370.00	17.46	0.00	160.18	38.81	12172.41	1485.30
24+375.00	19.09	0.38	181.00	1.33	12353.51	1486.63
24+380.00	20.47	0.00	195.95	4.12	12549.86	1490.78
24+385.00	18.98	1.53	185.04	10.57	12744.61	1501.32
24+390.00	18.37	0.79	184.42	11.81	12938.53	1513.14
24+395.00	17.78	0.08	178.83	4.50	13130.16	1517.64
24+400.00	16.00	0.00	167.20	0.48	13325.51	1518.12
24+405.00	17.14	0.21	184.54	1.10	13490.10	1518.22
24+410.00	18.28	0.02	175.98	1.29	13648.04	1520.42
24+415.00	20.45	0.00	207.33	0.25	13803.36	1520.67
24+420.00	22.29	0.00	212.26	0.00	13953.08	1520.67
24+425.00	25.37	0.00	276.53	0.00	14211.61	1520.67
24+430.00	28.89	0.00	342.51	0.00	14554.13	1520.67
24+435.00	29.08	0.00	379.49	0.00	14933.62	1520.67

Título de subprograma: Tablas

P.K.	Área Corte	Área Retorno	Vol. Corte	Vol. Retorno	Vol. Corte acum.	Vol. Retorno acum.
24+440.00	36.16	0.00	626.45	0.00	15560.07	1520.67
24+445.00	31.78	0.00	619.54	0.00	16179.50	1520.67
24+450.00	38.06	0.00	586.42	0.00	16842.22	1520.67
24+455.00	18.26	0.00	515.57	0.00	17359.78	1520.67
24+460.00	17.25	0.00	412.58	0.00	17992.37	1520.67
24+465.00	18.26	0.00	372.11	0.00	18625.47	1520.67
24+470.00	22.87	0.00	424.28	0.00	19289.74	1520.67
24+475.00	16.89	0.00	415.54	0.00	19705.19	1520.67
24+480.00	14.40	0.00	330.84	0.00	20036.12	1520.67
24+485.00	6.75	0.41	211.44	6.13	22247.56	1524.80
24+490.00	2.10	0.31	88.49	7.41	22336.05	1532.22
24+495.00	5.50	0.04	38.28	1.83	22374.33	1534.07
24+500.00	5.90	0.48	54.89	2.38	22429.31	1536.45
24+505.00	5.98	0.11	37.87	2.94	22487.28	1539.39
24+510.00	12.78	0.14	92.58	1.83	22579.86	1540.97
24+515.00	16.88	0.00	147.02	0.00	22726.88	1541.98
24+520.00	23.01	0.00	207.26	0.00	22934.14	1541.98
24+525.00	23.57	0.00	223.81	0.00	23157.95	1541.98
24+530.00	22.00	0.00	250.24	0.00	23408.19	1541.98
24+535.00	34.20	0.00	360.40	0.00	23768.59	1541.98
24+540.00	37.00	0.00	382.40	0.00	24150.99	1541.98
24+545.00	31.58	0.00	330.57	0.00	24481.56	1541.98
24+550.00	25.31	0.00	281.47	0.00	24763.02	1541.98
24+555.00	21.85	0.00	230.19	0.00	24993.19	1541.98
24+560.00	17.25	0.00	158.48	0.47	25151.66	1542.05
24+565.00	14.27	0.21	128.25	1.22	25279.91	1543.57
24+570.00	10.00	0.00	100.29	1.03	25412.40	1544.82
24+575.00	10.28	0.00	99.28	0.00	25511.68	1544.82
24+580.00	10.30	0.00	109.19	0.00	25620.87	1544.82
24+585.00	12.00	0.00	139.61	0.00	25760.48	1544.82
24+590.00	13.28	0.00	124.18	0.00	25904.64	1544.82
24+595.00	11.92	0.00	123.94	0.00	26048.58	1544.82
24+600.00	11.47	0.00	115.28	0.00	26184.84	1544.82
24+605.00	12.48	0.00	118.03	0.00	26323.87	1544.82
24+610.00	13.57	0.43	120.33	2.27	26464.20	1546.30
24+615.00	16.38	0.00	160.07	4.49	26624.27	1547.38
24+620.00	20.27	0.00	476.46	0.00	27100.73	1547.38
24+625.00	36.12	0.00	653.92	0.00	27754.65	1547.38
24+630.00	41.15	0.00	772.75	0.00	28527.40	1547.38
24+635.00	35.77	0.00	789.21	0.00	29316.61	1547.38
24+640.00	27.69	0.00	633.90	0.00	29950.51	1547.38
24+645.00	21.71	0.00	463.34	0.00	30413.84	1547.38
24+650.00	20.56	0.00	422.70	0.00	30836.54	1547.38
24+655.00	20.50	0.00	411.24	0.00	31247.78	1547.38
24+660.00	17.14	0.00	376.89	0.00	31624.67	1547.38
24+665.00	18.30	0.00	264.40	0.00	32017.87	1547.38
24+670.00	18.38	0.00	378.71	0.00	32396.58	1547.38
24+675.00	19.58	0.00	386.84	0.00	32783.42	1547.38
24+680.00	18.43	0.00	380.05	0.00	33174.43	1547.38
24+685.00	21.38	0.00	204.08	0.00	33378.50	1547.38
24+690.00	22.45	0.00	219.18	0.00	33597.68	1547.38
24+695.00	22.58	0.00	225.14	0.00	33822.82	1547.38
24+700.00	23.60	0.00	230.96	0.00	34053.77	1547.38
24+705.00	23.30	0.00	234.61	0.00	34288.38	1547.38
24+710.00	21.88	0.00	207.00	0.00	34515.38	1547.38
24+715.00	18.71	0.00	207.08	0.00	34726.44	1547.38
24+720.00	16.82					

VOLUMEN DE PAVIMENTO			
P.K.	Área	Volumen	Vol. Acum.
0+000	0.00	0.00	0.00
0+020	0.00	0.00	0.00
0+040	0.00	0.00	0.00
0+060	0.00	0.00	0.00
0+080	0.00	0.00	0.00
0+100	0.00	0.00	0.00
0+120	0.00	0.00	0.00
0+140	0.00	0.00	0.00
0+160	0.00	0.00	0.00
0+180	0.00	0.00	0.00
0+200	0.00	0.00	0.00
0+220	0.00	0.00	0.00
0+240	0.00	0.00	0.00
0+260	0.00	0.00	0.00
0+280	0.00	0.00	0.00
0+300	0.00	0.00	0.00
0+320	0.00	0.00	0.00
0+340	0.00	0.00	0.00
0+360	0.00	0.00	0.00
0+380	0.00	0.00	0.00
0+400	0.00	0.00	0.00
0+420	0.00	0.00	0.00
0+440	0.00	0.00	0.00
0+460	0.00	0.00	0.00
0+480	0.00	0.00	0.00
0+500	0.00	0.00	0.00
0+520	0.00	0.00	0.00
0+540	0.00	0.00	0.00
0+560	0.00	0.00	0.00
0+580	0.00	0.00	0.00
0+600	0.00	0.00	0.00
0+620	0.00	0.00	0.00
0+640	0.00	0.00	0.00
0+660	0.00	0.00	0.00
0+680	0.00	0.00	0.00
0+700	0.00	0.00	0.00
0+720	0.00	0.00	0.00
0+740	0.00	0.00	0.00
0+760	0.00	0.00	0.00
0+780	0.00	0.00	0.00
0+800	0.00	0.00	0.00
0+820	0.00	0.00	0.00
0+840	0.00	0.00	0.00
0+860	0.00	0.00	0.00
0+880	0.00	0.00	0.00
0+900	0.00	0.00	0.00
0+920	0.00	0.00	0.00

VOLUMEN DE PAVIMENTO			
P.K.	Área	Volumen	Vol. Acum.
0+940	0.00	0.00	0.00
0+960	0.00	0.00	0.00
0+980	0.00	0.00	0.00
1+000	0.00	0.00	0.00
1+020	0.00	0.00	0.00
1+040	0.00	0.00	0.00
1+060	0.00	0.00	0.00
1+080	0.00	0.00	0.00
1+100	0.00	0.00	0.00
1+120	0.00	0.00	0.00
1+140	0.00	0.00	0.00
1+160	0.00	0.00	0.00
1+180	0.00	0.00	0.00
1+200	0.00	0.00	0.00
1+220	0.00	0.00	0.00
1+240	0.00	0.00	0.00
1+260	0.00	0.00	0.00
1+280	0.00	0.00	0.00
1+300	0.00	0.00	0.00
1+320	0.00	0.00	0.00
1+340	0.00	0.00	0.00
1+360	0.00	0.00	0.00
1+380	0.00	0.00	0.00
1+400	0.00	0.00	0.00
1+420	0.00	0.00	0.00
1+440	0.00	0.00	0.00
1+460	0.00	0.00	0.00
1+480	0.00	0.00	0.00
1+500	0.00	0.00	0.00
1+520	0.00	0.00	0.00
1+540	0.00	0.00	0.00
1+560	0.00	0.00	0.00
1+580	0.00	0.00	0.00
1+600	0.00	0.00	0.00
1+620	0.00	0.00	0.00
1+640	0.00	0.00	0.00
1+660	0.00	0.00	0.00
1+680	0.00	0.00	0.00
1+700	0.00	0.00	0.00
1+720	0.00	0.00	0.00
1+740	0.00	0.00	0.00
1+760	0.00	0.00	0.00
1+780	0.00	0.00	0.00
1+800	0.00	0.00	0.00
1+820	0.00	0.00	0.00
1+840	0.00	0.00	0.00
1+860	0.00	0.00	0.00
1+880	0.00	0.00	0.00
1+900	0.00	0.00	0.00

VOLUMEN DE PAVIMENTO			
P.K.	Área	Volumen	Vol. Acum.
1+940	0.00	0.00	0.00
1+960	0.00	0.00	0.00
1+980	0.00	0.00	0.00
2+000	0.00	0.00	0.00
2+020	0.00	0.00	0.00
2+040	0.00	0.00	0.00
2+060	0.00	0.00	0.00
2+080	0.00	0.00	0.00
2+100	0.00	0.00	0.00
2+120	0.00	0.00	0.00
2+140	0.00	0.00	0.00
2+160	0.00	0.00	0.00
2+180	0.00	0.00	0.00
2+200	0.00	0.00	0.00
2+220	0.00	0.00	0.00
2+240	0.00	0.00	0.00
2+260	0.00	0.00	0.00
2+280	0.00	0.00	0.00
2+300	0.00	0.00	0.00
2+320	0.00	0.00	0.00
2+340	0.00	0.00	0.00
2+360	0.00	0.00	0.00
2+380	0.00	0.00	0.00
2+400	0.00	0.00	0.00
2+420	0.00	0.00	0.00
2+440	0.00	0.00	0.00
2+460	0.00	0.00	0.00
2+480	0.00	0.00	0.00
2+500	0.00	0.00	0.00
2+520	0.00	0.00	0.00
2+540	0.00	0.00	0.00
2+560	0.00	0.00	0.00
2+580	0.00	0.00	0.00
2+600	0.00	0.00	0.00
2+620	0.00	0.00	0.00
2+640	0.00	0.00	0.00
2+660	0.00	0.00	0.00
2+680	0.00	0.00	0.00
2+700	0.00	0.00	0.00
2+720	0.00	0.00	0.00
2+740	0.00	0.00	0.00
2+760	0.00	0.00	0.00
2+780	0.00	0.00	0.00
2+800	0.00	0.00	0.00
2+820	0.00	0.00	0.00
2+840	0.00	0.00	0.00
2+860	0.00	0.00	0.00
2+880	0.00	0.00	0.00
2+900	0.00	0.00	0.00

VOLUMEN DE PAVIMENTO			
P.K.	Área	Volumen	Vol. Acum.
3+020	0.00	0.00	0.00
3+040	0.00	0.00	0.00
3+060	0.00	0.00	0.00
3+080	0.00	0.00	0.00
3+100	0.00	0.00	0.00
3+120	0.00	0.00	0.00
3+140	0.00	0.00	0.00
3+160	0.00	0.00	0.00
3+180	0.00	0.00	0.00
3+200	0.00	0.00	0.00
3+220	0.00	0.00	0.00
3+240	0.00	0.00	0.00
3+260	0.00	0.00	0.00
3+280	0.00	0.00	0.00
3+300	0.00	0.00	0.00
3+320	0.00	0.00	0.00
3+340	0.00	0.00	0.00
3+360	0.00	0.00	0.00
3+380	0.00	0.00	0.00
3+400	0.00	0.00	0.00
3+420	0.00	0.00	0.00
3+440	0.00	0.00	0.00
3+460	0.00	0.00	0.00
3+480	0.00	0.00	0.00
3+500	0.00	0.00	0.00
3+520	0.00	0.00	0.00
3+540	0.00	0.00	0.00
3+560	0.00	0.00	0.00
3+580	0.00	0.00	0.00
3+600	0.00	0.00	0.00
3+620	0.00	0.00	0.00
3+640	0.00	0.00	0.00
3+660	0.00	0.00	0.00
3+680	0.00	0.00	0.00
3+700	0.00	0.00	0.00
3+720	0.00	0.00	0.00
3+740	0.00	0.00	0.00
3+760	0.00	0.00	0.00
3+780	0.00	0.00	0.00
3+800	0.00	0.00	0.00
3+820	0.00	0.00	0.00
3+840	0.00	0.00	0.00
3+860	0.00	0.00	0.00
3+880	0.00	0.00	0.00
3+900	0.00	0.00	0.00

VOLUMEN DE BASE			
P.K.	Área	Volumen	Vol. Acum.
0+000	1.75	34.98	34.98
0+020	1.75	34.98	69.96
0+040	1.75	34.98	104.94
0+060	1.75	34.98	139.92
0+080	1.75	34.98	174.90
0+100	1.75	34.98	209.88
0+120	1.75	34.98	244.86
0+140	1.75	34.98	279.84
0+160	1.75	34.98	314.82
0+180	1.75	34.98	349.80
0+200	1.75	34.98	384.78
0+220	1.75	34.98	419.76
0+240	1.75	34.98	454.74
0+260	1.75	34.98	489.72
0+280	1.75	34.98	524.70
0+300	1.75	34.98	559.68
0+320	1.75	34.98	594.66
0+340	1.75	34.98	629.64
0+360	1.75	34.98	664.62
0+380	1.75	34.98	699.60
0+400	1.75	34.98	734.58
0+420	1.80	35.48	770.13
0+440	1.80	35.98	805.68
0+460	1.80	36.48	841.23
0+480	1.80	36.98	876.78
0+500	2.02	20.15	896.93
0+520	2.02	20.15	917.08
0+540	2.02	20.15	937.23
0+560	2.02	20.15	957.38
0+580	2.02	20.15	977.53
0+600	2.02	20.15	997.68
0+620	2.02	20.15	1017.83
0+640	2.02	20.15	1037.98
0+660	2.02	20.15	1058.13
0+680	2.02	20.15	1078.28
0+700	2.02	20.15	1098.43
0+720	2.02	20.15	1118.58
0+740	2.02	20.15	1138.73
0+760	2.02	20.15	1158.88
0+780	2.02	20.15	1179.03
0+800	2.02	20.15	1199.18
0+820	2.02	20.15	1219.33
0+840	2.02	20.15	1239.48
0+860	2.02	20.15	1259.63
0+880	2.02	20.15	1279.78
0+900	2.02	20.15	1299.93
0+920	2.02	20.15	1320.08

VOLUMEN DE BASE			
P.K.	Área	Volumen	Vol. Acum.
0+940	2.02	20.15	1340.23
0+960	2.02	20.15	1360.38
0+980	2.02	20.15	1380.53
1+000	2.02	20.15	1400.68
1+020	2.02	20.15	1420.83
1+040	2.02	20.15	1440.98
1+060	2.02	20.15	1461.13
1+080	2.02	20.15	1481.28
1+100	2.02	20.15	1501.43
1+120	2.02	20.15	1521.58
1+140	2.02	20.15	1541.73
1+160	2.02	20.15	1561.88
1+180	2.02	20.15	1582.03
1+200	2.02	20.15	1602.18
1+220	2.02	20.15	1622.33
1+240	2.02	20.15	1642.48
1+260	2.02	20.15	1662.63
1+280	2.02	20.15	1682.78
1+300	2.02	20.15	1702.93
1+320	2.02	20.15	1723.08
1+340	2.02	20.15	1743.23
1+360	2.02	20.15	1763.38
1+380	2.02	20.15	1783.53
1+400	2.02	20.15	1803.68
1+420	2.02	20.15	1823.83
1+440	2.02	20.15	1843.98
1+460	2.02	20.15	1864.13
1+480	2.02	20.15	1884.28
1+500	2.02	20.15	1904.43
1+520	2.02	20.15	1924.58
1+540	2.02	20.15	1944.73
1+560	2.02	20.15	1964.88
1+580	2.02	20.15	1985.03
1+600	2.02	20.15	2005.18
1+620	2.02		