

**UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE UNA TROCHA  
CARROZABLE**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**Para obtener el grado profesional de Bachiller en Ingeniería Civil**

**Presentado por**

**EMERSON RAMIRO HERRERA ORELLANA**

**ASESOR**

**DR JOSE LUIS LEÓN UNTIVEROS**

**Huancayo, 2022**

## **Dedicatoria**

A mis padres por el apoyo emocional y económico para lograr el cimiento de mi carrera para un futuro mejor.

*Emerson R. H. O.*

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer a Dios por bendecir mi camino por la vida y lograr alcanzar mis metas.

Además, un especial agradecimiento a mi Alma Máter, UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO, por darme la oportunidad de seguir mis estudios superiores.

Agradezco a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y en especial a mi asesor por guiarme con sus consejos académicos.

Finalmente, agradecer a mi familia por brindarme el apoyo incondicional durante el trayecto de mi formación profesional.

## Índice general

Dictamen de declaración de expedito .....	ii
Acta de sustentación del jurado examinador .....	iii
Certificado de la comisión de ética .....	iv
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice general .....	vii
Lista de tablas .....	x
Lista de figuras .....	xi
Resumen .....	xii
Abstract .....	xiii
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
1.1. Situación problemática .....	14
1.2. Formulación del problema .....	15
<b>1.2.1.</b> Problema General .....	15
<b>1.2.2.</b> Problemas Específicos .....	15
1.3. Justificación Teórica .....	16
1.4. Justificación Práctica .....	16
1.5. Objetivos .....	16
<b>1.5.1.</b> Objetivo General .....	16
<b>1.5.2.</b> Objetivos Específicos .....	16
1.6. Hipótesis .....	16
<b>1.6.1.</b> Hipótesis General .....	16
<b>1.6.2.</b> Hipótesis Específicos .....	17
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación .....	18
2.2. Antecedentes de investigación .....	18

<b>2.2.1.</b>	Antecedentes Internacionales.....	18
<b>2.2.2.</b>	Antecedentes Nacionales .....	21
<b>2.2.3.</b>	Antecedentes regionales.....	23
2.3.	Bases teóricas .....	24
2.3.1.	Servicio de transitabilidad.....	24
2.3.2.	Mejoramiento del servicio de transitabilidad.....	27
2.3.3.	Marco técnico para carreteras .....	30
2.3.4.	Criterios preliminares del diseño geométrico de un proyecto .....	33
2.3.5.	Criterios principales del diseño geométrico.....	40
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA .....		43
3.1.	Tipo y diseño de investigación.....	43
3.2.	Población de estudio.....	44
3.3.	Tamaño de muestra .....	44
3.4.	Técnica de recolección de datos.....	44
CAPÍTULO 4: DESARROLLO DE TEMA.....		45
4.1.	Procedimiento.....	45
CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		46
5.1.	Análisis, interpretación y discusión de resultados .....	46
5.1.1.	Aspectos generales.....	46
5.1.2.	Población del lugar de estudio .....	52
5.1.3.	Criterios de servicio de transitabilidad .....	56
5.1.4.	Criterios preliminares para el diseño geométrico .....	57
5.1.5.	Criterios principales del diseño geométrico.....	65
5.1.6.	Planteamiento de la propuesta .....	70
5.2.	Pruebas de hipótesis .....	72
5.2.1.	Hipótesis específica 1 .....	72
5.2.2.	Hipótesis específica 2 .....	73

5.2.3. Hipótesis específica 3 .....	75
5.2.4. Hipótesis general.....	76
5.3. Discusión de resultados.....	76
CONCLUSIONES .....	81
RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXOS .....	88
Anexo 1 Matriz De Consistencia .....	89
Anexo 2 Operacionalización de las variables .....	91
Anexo 3 Consideraciones éticas.....	92
Anexo 4 Planos.....	93

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Coordenadas de Pachitea</i> .....	47
<b>Tabla 2</b> Red hidrográfica de la provincia Pachitea .....	52
<b>Tabla 3</b> Datos del departamento de Huánuco .....	53
<b>Tabla 4</b> Provincia de Pachitea; población económicamente activa ocupada de 14 años a más, según sectores económicos - 2007 .....	54
<b>Tabla 5</b> Provincia de Pachitea; población económicamente activa ocupada de 14 años a más, según sectores económicos – 2007 (%) .....	54
<b>Tabla 6</b> Información de ruta de ingreso .....	56
<b>Tabla 7</b> Precipitación media, máxima y mínima de la estación de Huánuco por meses .....	63
<b>Tabla 8</b> Cálculo de la precipitación máxima.....	63
<b>Tabla 9</b> Intensidad de lluvia por periodo de tiempo.....	64
<b>Tabla 10</b> Características para la superficie de rodadura .....	66
<b>Tabla 11</b> Conteo de tráfico para el mes de agosto .....	67
<b>Tabla 12</b> Factores de corrección e IMDA .....	67
<b>Tabla 13</b> Tráfico actual por tipo de vehículo .....	67
<b>Tabla 14</b> Espesor afirmado con diseño de 10 años carril.....	68
<b>Tabla 15</b> Espesor afirmado con diseño de 20 años carril.....	68
<b>Tabla 16</b> Pendientes máximas.....	68
<b>Tabla 17</b> Ancho mínimo de la calzada en tangente (m).....	69
<b>Tabla 18</b> Dimensiones de las cunetas .....	69
<b>Tabla 19</b> Periodos de análisis.....	70

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Componentes de la infraestructura del camino .....	30
<b>Figura 2</b> Competencia, naturaleza y localización del proyecto .....	35
<b>Figura 3</b> Rangos de velocidad de diseño .....	37
<b>Figura 4</b> Carretera para llegar al proyecto .....	48
<b>Figura 5</b> Carretera para llegar al proyecto .....	48
<b>Figura 6</b> Mapa de Ubicación geográfica del área de influencia .....	49
<b>Figura 7</b> Datos de Huánuco .....	53

## Resumen

La finalidad de la tesis fue plantear una propuesta de mejoramiento del servicio de transitabilidad de una trocha carrozable., consultando y analizando la normativa existente, manuales y recomendaciones técnicas correspondiente a la teoría general y el diseño de la geometría de la carretera. La tesis fue de nivel descriptivo entorno a la variable y sus dimensiones; además es una investigación aplicada que también respondió a un diseño no experimental de corte transversal. De acuerdo a esta metodología el estudio se establece en describir los procedimientos del proyecto de mejora por lo cual empleó la observación como herramienta principal. Entre los resultados se obtuvo que los criterios del servicio de transitabilidad para el mejoramiento de una trocha carrozable son, la capacidad de vía, nivel de servicio, estudio de la demanda, estudio de la oferta y el crecimiento del tránsito, también se demostró que los criterios preliminares de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable son, los aspectos ambientales, estudios topográficos, estudios hidrológicos, la velocidad de diseño, y la distancia de visibilidad, en el caso de los criterios principales de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable fueron, el afirmado, la pendiente, la calzada y las cunetas. Por ende, se concluye que el mejoramiento de servicio de transitabilidad de una trocha carrozable comprende el desarrollo de un diseño geométrico y criterios de transitabilidad.

**Palabras clave:** Mejoramiento, trocha carrozable, diseño geométrico.

## **Abstract**

The purpose of the thesis was to propose a proposal to improve the passability service of a carriageway, consulting and analyzing the existing regulations, manuals and technical recommendations corresponding to the general theory and design of the road geometry. The thesis was descriptive level around the variable and its dimensions; It is also an applied research that also responded to a non-experimental cross-sectional design. According to this methodology, the study is established to describe the procedures of the improvement project, which is why it used observation as the main tool. Among the results, it was obtained that the criteria of the passability service for the improvement of a carriageway are, the road capacity, level of service, study of demand, study of supply and traffic growth, it was also shown that the Preliminary geometric design criteria for the improvement of a carriageway are environmental aspects, topographic studies, hydrological studies, design speed, and visibility distance, in the case of the main geometric design criteria for the improvement of a carriageway were, the affirmed, the slope, the road and the ditches. Therefore, it is concluded that the improvement of the passability service of a carriageway includes the development of a geometric design and passability criteria.

**Keywords:** Improvement, carriageway, geometric design.

# **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Situación problemática**

En años recientes aumentó la demanda proyectos en mejora o creación de carreteras ha dado lugar al establecimiento de reglamentos más detallados en ejecución de la ingeniería civil. Bajo este contexto se definen mejor las nuevas metodologías de pavimentación incluyendo la estabilización de suelos y obras de drenaje necesarias (DGIP, 2015). Según el Banco Mundial (2014) la transpirabilidad es vital para el impulso del crecimiento económico, es decir tener servicios y desarrollo del mercado en cualquier momento y condición climática fomenta en mayor escala la reducción de pobreza en el mundo. Respecto a América Latina las redes viales significan la consecución de dos efectos; el primero es sobre la puesta en marcha, lo cual genera saciar la demanda y comodidades de transporte para las localidades; el segundo efecto tiene que ver con el desarrollo económico generando la creación de mercados y potencializando el comercio nacional incluso internacional (Urazan, 2017). De este modo tener buenos resultados técnicos y económicos depende mucho de la calidad del resultado del proyecto, por ejemplo, para realizar un proyecto de mejora de carreteras en el Perú, se plantean mejorar los factores que afectan la calidad de servicio directamente, a la vez cumpliendo estándares de calidad en el marco del MTC (DGIP, 2015).

En estos tiempos, la extensión que tiene la red vial del país tiende a ser de 168,359.2 Km.; donde 27,060.9 Km. Son de la carretera nacional con solo el 80 % pavimentadas. La cuestión es que estas carreteras de competencia del MTC solo representan el 16 % del total, por consiguiente, el restante 27,505.6 Km. (16.3%) son carreteras departamentales y 113,792.7 Km. (67.6%) son caminos de juntas vecinales. Justamente estas últimas en mención representan las vías descuidadas y las trochas carrozables, caminos que en la actualidad representan la necesidad de mejora de transitabilidad respecto a las trochas y caminos rurales (MTC, 2020). Una de las formas de impulsar el crecimiento económico del país es tener un servicio de transitabilidad eficiente y eficaz; se es el motivo por lo cual estos últimos años viene solicitando e impulsando aún más el desarrollo de carreteras lo cual se ve plasmado en el incremento de estudios de factibilidad técnica y proyectos de inversión vial. De este modo surge la

importancia de cuantificar la demanda de transporte terrestre, en este sentido se analiza el tráfico en un tramo, también como la carga y pasajeros (MTC, 2021).

La situación actual en Junín según el MTC (2020) no es muy distinta a la nacional, pues en la región de 1126.9 km de vías rurales, solo 67.7 km son asfaltadas, 824.6 km. es afirmada, 101.7 km. son sin afirmar y 132.9 km. aún siguen siendo trochas carrozables. Esto es consecuencia de la poca inversión en el ámbito rural; por esta razón es necesario conocer la existencia de nuevas alternativas, las misma enfocadas en mejorar el servicio superficial de la rodadura. Sin embargo, es necesario que también vayan acompañadas de correcciones geométricas del camino, incluyendo a los proyectos de drenaje, los factores de las vías. Es decir, cuando se habla de mejorar la superficie de rodadura, en cuanto a costos; no es necesario pavimentar o el asfalto, si no que el afirmado es una buena opción principal para la mejora de transitabilidad (DGIP, 2015). En este contexto se reitera la importancia de entender no solo la necesidad vial en función al desarrollo, sino también la ejecución eficaz para el desarrollo de esta mejora, siempre tomando en cuenta los diversos reglamentos y normativas respecto a la gestión de las estructuras viales.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema General

¿De qué manera se mejora el servicio de transitabilidad de una trocha carrozable?

### 1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los criterios del servicio de transitabilidad para el mejoramiento de una trocha carrozable?
- ¿Cuáles son los criterios preliminares de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable?
- ¿Cuáles son los criterios principales de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable?

### 1.3. Justificación Teórica

La tesis aportó resultados basados en un caso real de mejoramiento de trocha carrozable, lo cual servirá de antecedente o fuente para futuros estudio; de esta manera facilitar el desarrollo de la investigación de carreteras por los estudiantes.

### 1.4. Justificación Práctica

La tesis de mejoramiento de la trocha carrozable se basa en procesos técnicos los cuales servirán como aporte a la realización de proyectos futuros de mejoramiento de carreteras; los mismos que con su eficiente ejecución fomentan el desarrollo social y de la economía de los pobladores.

### 1.5. Objetivos

#### 1.5.1. Objetivo General

Plantear una propuesta de mejoramiento del servicio de transitabilidad de una trocha carrozable.

#### 1.5.2. Objetivos Específicos

- Identificar los criterios del servicio de transitabilidad para el mejoramiento de una trocha carrozable.
- Describir los criterios preliminares de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable.
- Identificar los criterios principales de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable.

### 1.6. Hipótesis

#### 1.6.1. Hipótesis General

- El mejoramiento de servicio de transitabilidad de una trocha carrozable comprende el desarrollo de un diseño geométrico y criterios de transitabilidad.

### **1.6.2. Hipótesis Específicos**

- Los criterios del servicio de transitabilidad para el mejoramiento de una trocha carrozable son, la capacidad de vía, nivel de servicio, estudio de la demanda, estudio de la oferta y el crecimiento del tránsito
- Los criterios preliminares de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable son, los aspectos ambientales, estudios topográficos, estudios hidrológicos, la velocidad de diseño, y la distancia de visibilidad
- Los criterios principales de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable son, el afirmado, la pendiente, la calzada y las cunetas.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

### 2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación

El marco epistemológico de la investigación se encuentra sometida a la propia filosofía de la ingeniería, especialmente de la ingeniería civil; la cual, emplea diversos métodos para considerar la ciencia en estudio; por ejemplo, el método deductivo, el método estadístico, el método matemático, entre otros. Cada paso en el proceso de análisis, desarrollo e innovación en el campo de la ingeniería se lleva a cabo en el contexto de la ciencia y la tecnología. Este es un campo dominado por la química, física, matemáticas, geología y otras ramas científicas, que se derivan para producir la base científica para este conocimiento. De esta manera, se deben considerar algunas de las características que se mencionan a continuación; comprender las actitudes y comportamientos humanos hacia su entorno, así como los logros alcanzados en diferentes formas, como la experiencia personal y los conocimientos académicos adquiridos, este es un bagaje científico, el conocimiento como el objetivo del saber con una adecuada particularidad siendo una solidez intrínseca de la persona permitiendo analizar su potencial, esta ciencia busca la producción de leyes que comprendan una serie de fenómenos y que tiene como medio a la fijación de los conocimientos para que así se puedan comprobar.

El conocimiento científico no es definido de acuerdo al origen de la ciencia a la que hace referencia, sino se restringe por la disciplina de conocimiento, de este modo, se requiere diferenciar la epistemología, y el posicionamiento filosófico de cada ciencia para poder definir sus métodos. Para desarrollar nuevos conocimientos aplicados o teóricos en el campo de la ingeniería, es necesario utilizar herramientas adecuadas pertenecientes a estos campos del conocimiento, casi siempre en el desarrollo de la física, la química y otras ciencias, de manera que se den nuevos avances y desarrollos basado en la ciencia que los produjo.

### 2.2. Antecedentes de investigación

#### **2.2.1. Antecedentes Internacionales**

Palma, Cervera, y Arenas (2017) elaboraron la tesis “Caracterización y mejoramiento del material de afirmado para terraplenes de la cantera Recebera la

esmeralda ubicada en el kilómetro 7 vía Totumo”, Universidad Cooperativa de Colombia, para optar con la especialización en Geotecnia Vial, Ibagué, Colombia.

El objetivo de la investigación fue caracterizar y mejorar el material establecido para los terraplenes en la cantera analizadas. El estudio respondió a características de un método analítico – descriptivo. Como población se estableció el material de afirmado. Para obtener datos se empleó la observación y recolección de material de afirmado para su estudio en laboratorios. Por otro lado, los resultados reflejaron una arena mal gradada, sin límites líquidos ni plásticos, con un porcentaje de humedad optima de 7,8% y un CBR del 20%. De este modo se concluyó que el porcentaje de triturado que mejor satisfacen la resistencia del recebo de la Cantera la Esmeralda aumentando el CBR del 20% en su estado natural a un 25%, tiene que ser de 50% de recebo y 50 % de material triturado.

Keller (2020) elaboró la tesis “Acondicionamiento de carretera de acceso para colegio de formación profesional”, Universidad Pontificia Comillas, para optar la certificación de grado en ingeniería en tecnologías industriales, Madrid, España.

El estudio se realizó a razón de aumentar la calidad de vida de los pobladores de Kazai, implementando una vía directa en merced de los estudiantes. El acceso al colegio con una mayor facilidad y seguridad, asegurándoles un futuro mejor. La investigación responde a un diseño experimental asociada a un enfoque cualitativo. La población se refleja en el área de trabajo en el tramo desde el poblado de Kazai y el colegio de formación profesional pertenecientes al país Zimbabwe. Por otra parte, la técnica de recopilación de datos fue el estudio de suelos y terrenos. Resultado de la investigación se detectó que la zona donde se planea realizar el proyecto se caracteriza por abundantes precipitaciones durante los meses de lluvias, además de por una escasa vegetación y suelo muy arcilloso. Por este motivo se concluye realizar una carretera en la que tenga especial importancia el sistema de drenaje.

Carreño y Chauza (2020) elaboraron la tesis “Propuesta de diseño geométrico tipo placa huella para vía terciaria en la vereda el hospicio del municipio de la mesa Cundinamarca”, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, para optar con el título de tecnólogo en topografía, Bogotá, Colombia.

El primordial objetivo del estudio fue dar una propuesta para la geometría de la vía terciaria, siendo de un tipo placa huella, este permite que se circule de forma cómoda. Según las características el estudio responde a ser de nivel descriptivo. Por su parte la población fue determinada en la vía terciaria que conecta la zona vereda. La principal técnica para recopilar información fue el levantamiento topográfico. Se encontró que el diseño geométrico de placa huella debe tener una velocidad de diseño de 20 kilómetros por hora según la disposición de diseño dictada por la guía de placa huella. En este sentido se concluyó que aparte de cumplir a cabalidad la normativa de vías es necesario avalar la totalidad de las obras hidráulicas con el fin de conducir las aguas subterráneas y superficiales, y de esta manera no afecte las estructuras a realizar y en lo posible de aprovecharlas.

Gutiérrez (2017) elaboró la investigación “Gestión de carreteras no pavimentadas”, Universidad Politécnica de Madrid, para optar el grado de maestro en planificación y gestión de infraestructuras, Madrid, España.

El principal objetivo de investigación fue realizar un análisis sobre estilos preventivos del deterioro en vías no pavimentadas, y estudiar las características en función a la gestión de construcción. La metodología del trabajo responde a un método analítico – descriptivo. La población y muestra de estudio fueron conformados por la carretera Cruce Ruta 5 - Socompa, la carretera Barros Arana-Río Grande y Estación Uribe-Guanaquitos. Como resultado se obtuvo que en los modelos obtenidos de las tres carreteras la variación depende del tráfico y del propio modelo. A modo de conclusión el estudio refleja que, aunque el espesor de grava mayor encontrado sea de 100 mm, sería óptimo contar con un espesor de 150 mm, de esta forma se genere una capa de afirmado propiamente compactada.

Buitrago (2019) elaboró la investigación “Propuesta para el mejoramiento de las vías terciarias en el municipio de Sáchica- Boyacá”, Universidad Militar Nueva Granada, para optar el grado de especialización en alta gerencia, Bogotá, Colombia.

La finalidad de la investigación consistió en dar opciones para mejorar las vías terciarias del lugar determinado. La investigación responde a un tipo cualitativo. La población fue representada por las mismas vías terciarias. Se empleó la observación y trabajos de campo con fichas de datos. Como resultado principal se obtuvo que las vías

cuentan con los defectos de su trazado con una tipología estructural y superficial, entre sus daños estuvieron las corrugaciones, pérdida de los agregados, ahuellamiento. Se determinó que la propuesta de mejora se da en la realización del mantenimiento continuo con los adecuados recursos.

### **2.2.2. Antecedentes Nacionales**

Hallasi (2019) presentó la tesis “Mejoramiento de las trochas carrozables en la comunidad de retiro del Carmen distrito de Yanatile - Calca – Cusco, 2019”, Universidad Nacional de San Antonio Abad, optando por ser ingeniero civil, Cusco, Perú.

La tesis desarrolló una carrera de articulación entre las redes viales existentes. La tesis responde a un nivel experimental con un enfoque cualitativo pues necesita contar con el proyecto de mejoramiento. La población de estudio fue el proyecto de mejoramiento en mención para la comunidad de retiro del Carmen, así mismo se emplearon fichas de observación técnicas y propias de cada proceso del proyecto. Los resultados del proyecto indican que la vía tuvo que clasificarse como carretera de tercera clase; además el suelo de la subrasante resultó tener un CBR (Relación de Soporte California) de 30.15%. Como principal conclusión se tuvo que realizar un adecuado trazo de la rasante ayudará a obtener una adecuada compensación longitudinal y transversal respecto al volumen de tierras, de esta manera las explicaciones serán más económicas y eficientes.

Rodríguez (2018) elaboraron la tesis “Diseño para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago y Guzmango, distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca”, Universidad Cesar Vallejo, titulándose como ingeniero civil, Lima, Perú.

El objetivo principal del estudio constó en diseñar el mejoramiento de la trocha carrozable de los lugares seleccionados. Según el autor su estudio consistió en un diseño no experimental, transversal, descriptivo simple. La superficie que involucra la trocha vial entre las localidades de Santiago y Guzmango fue considerada como la población. Se empleó, la observación y el análisis como técnicas y como instrumentos a las fichas de información y libretas de campo. Gracias a los análisis y realización de pruebas se detectó un terreno accidentado, justificado por tener pendientes transversales incluso

superiores al 50%, además el CBR obtenido fue entre 3.26% y 4.52%, lo cual aseguro la necesidad de mejora. En conclusión, se determinó que para mover las tierras se debe a la altura de los taludes con corte según la conformación de banquetas, esto debido a que cuando hay terrenos accidentados que además poseen suelos arcillosos se podrían generar taludes inestables.

Román y Saldaña (2018) elaboraron la tesis “Propuesta de parámetros de diseño geométrico para trochas carrozables en la norma DG - 2018 a fin de optimizar costos”, Universidad Ricardo Palma, para ser ingeniero civil, Lima, Perú.

El objetivo de la investigación fue proponer parámetros innovadores en la geometría de las trochas, enfocado en costos reducidos. El autor describe una metodología la cual incluye para la investigación, un nivel descriptivo que se diseñó bajo el esquema no experimental, además el estudio presento un enfoque cualitativo. La población del universo de trochas carrozables pertenecientes a las áreas rurales peruanas, de esta manera la sección muestras estuvo descrita por la construcción de la trocha. Las fichas de información fueron los instrumentos. De la investigación resultó la propuesta de anchos de plataforma de los 6.50m, 5.50m y 4.50m dependientes del Índice Medio Diario Anual y la velocidad de diseño, de esta manera se gastaría aproximadamente S/. 895 314.82, S/. 782 841.24 y S/.638 850.64 respectivamente; a diferencia económica de la norma DG – 2018, la cual solo maneja como mínimo un ancho de siete metros, además de un costo aproximado de S/. 1 047 361.25. La conclusión del estudio enmarca que estos datos de descubrimiento son fundamentados por lo cual sería válido su aplicación.

Quispe y Poma (2019) elaboraron la tesis “Norma de estandarización de diseño geométrico de trochas carrozables para modificar la norma del MTC a través del análisis de estándares de otros países”, Universidad Ricardo Palma, optando por titularse de ingeniero civil, Lima, Perú.

La tesis fue plantear normativas de estándares en relación a la geometría de trochas carrozables considerando la norma de vecinos países. De acuerdo al autor el estudio fue de nivel correlacional, se presentó también como un diseño de investigación no experimental, mediante un enfoque mixto. En cuanto a la población y muestra de estudio se consideró a el camino vecinal EMP. AP-112. El instrumento de recolección

fue la ficha de información, la cual se desarrolló en base a las metodologías y normativa de otros países respecto al diseño geométrico de vías de tránsito limitado. Como resultado del estudio se determinó la existencia de las normativas de sección transversal, alineamiento vertical y horizontal en los manuales extranjeros revisados. De esta forma se concluye que después de un análisis es viable la aplicación de estos datos técnicos en relación al diseño geométrico de las trochas carrozables con un IMDA menor a 200 veh/día.

Merlo (2018) elaboraron la tesis “Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado cruce distrito Santa Cruz de Toledo – caserío Ayambla, provincia de Contumazá - Cajamarca”, Universidad Cesar Vallejo, para optando por ser ingeniero civil, Trujillo, Perú.

El propósito del estudio fue crear un diseño respecto al afirmado de la vía principal del caserío Santa Cruz de Toledo. El diseño de estudio es descriptivo. Las técnicas utilizadas en la investigación fueron la observación, el levantamiento topográfico, evaluación hidrológica y de impacto ambiental. Respecto a la población de estudio se involucró solo a el camino de cruce caserío. Los resultados técnicos de la investigación si cumplen la normativa existente al permitir la funcionalidad, seguridad y reducción de costos. En conclusión, se definió que ejecutar el diseño propuesto en la vía, no solo mejorará la transitabilidad, sino que también impulsará el comercio y turismo de los caseríos aledaños.

### **2.2.3. Antecedentes regionales**

Leiva (2016) elaboraron la tesis “Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el jr. Arequipa, progresivo km 0+000 - km 0+100, distrito de Orcotuna, concepción”, Universidad Nacional del Centro del Perú, optando ser ingeniero civil, Huancayo, Perú.

El objetivo primordial del estudio fue describir cómo influyen las bolsas incluidas de polietileno en la capa del suelo analizado. Fue de tipo aplicada, nivel descriptivo, diseño experimental. 75 ensayos fueron la población que tiene como eje la subrasante y su resistencia; como muestra no probabilística e intencional se seleccionaron 8 ensayos. Se empleó la observación para obtener datos e información. Resultado de la investigación se enfocaron proporciones siendo entre el 2% y el 10% incrementando el

CBR promedio de 7.98%, superior al permisible. En conclusión, se determinó que si ayudan en la resistencia.

Sancho (2017) elaboró la tesis “Implementación de resultados del ensayo a escala real acelerado en el diseño de pavimentos en el Perú – 2017”, Universidad Continental, optando por ser ingeniero civil, Huancayo, Perú.

La tesis fue identificar el requerimiento de la implementación de un sistema de ensayo con una escala real. El estudio fue de tipo aplicado, llegando a un nivel explicativo y utilizando un diseño experimental. Respecto a los pobladores estudiantiles, siendo caracterizada por los laboratorios de nivel real en el mundo; además, la muestra fue la Universidad LANAMME UCR de Costa Rica y su Laboratorio de Materiales. Se empleó el fichaje de la entrevista. En cuanto a los resultados obtenidos reflejaron que, el análisis estadístico demuestra que se logra una media poblacional para calibrar a 1 la metodología empírica en la T de Student de una sola muestra, resulta un IRI ( $p=0.930$ ), deformación permanente ( $p= 0.336$ ). Se obtuvo que a escala real el acelerado tiene influencias en la calibración obtenida de la Guía de pavimento empírico (MEPDG) sin esperar la data de campo en periodos normales.

## 2.3. Bases teóricas

### 2.3.1. Servicio de transitabilidad

#### 2.3.1.1. *Definición*

En base al Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC) el servicio de transitabilidad corresponde a entender la calidad de infraestructura de la carretera pavimentada o no pavimentada. Estas características son importantes pues darán seguridad y precaución para el transporte en la cantidad que se permite de acuerdo a sus materiales, durante un periodo prudente (MTC, 2018).

Según el Instituto Peruano de Economía transitabilidad es un concepto referido a las condiciones de tránsito de acuerdo a un camino en específico. En este aspecto se toma en cuenta el flujo de tránsito que acepta la vía, además del asfaltado, afirmado o trocha (Vasquez & Bendezú, 2008).

Representa el uso vial de un camino a lo largo del año o periodo, siendo mejor el indicador de este si permaneces transitable más días el año. De esta manera se genera reducción de costos logísticos para la localidad de la vía (MEF, 2016).

#### 2.3.1.2. *Tipos de carreteras*

Una carretera es una vía para el libre tránsito de los carros con dos ejes mínimos; una carretera debe cumplir con los estándares de geometrización establecidos por el MTC como: superficie de rodadura, pendiente longitudinal, pendiente transversal, etc. (MTC, 2018).

El MTC tiende a clasificar las carreteras de acuerdo a la demanda de vehículos motorizados que puede cubrir.

##### a. Autopistas de Primera Clase

Se consideran sofisticadas, pues competen un IMDA mayor a 6 000 veh/día, tienen separadores centrales min de 6.00 m., cada calzada debe tener 2 o tienen varios carriles el ancho debe de ser mínimamente de 3.60 m. Esta vía debe ser pavimentada de forma estricta (MTC, 2018).

##### b. Autopistas de Segunda Clase

Esta carretera compete un IMDA de entre 4001 a 6000 veh/día, tiene un separador de calzadas entre 1 y 6 metros. Cada calzada debe tener 2 o más carriles de 3.60 m como mínimo. Esta vía debe ser pavimentada de forma estricta (MTC, 2018).

##### c. Carreteras de Primera Clase

Este tipo de carreteras tiene un IMDA entre 2001 y 4000 veh/día, también deben tener 2 carriles con 3.60 de mínimo de ancho. Se recomienda que cuente con puentes peatonales. Esta vía debe ser pavimentada de forma estricta (MTC, 2018).

##### d. Carreteras de Segunda Clase

Esta carretera compete un IMDA de 400 a 2000 veh/día, los carriles de las dos calzadas ya reducen en tamaño pues deben tener 3.30 m de ancho como mínimo,

además es recomendable que tenga puentes. Esta vía debe ser pavimentada de forma estricta (MTC, 2018).

e. Carreteras de Tercera Clase

Son aquellas que respecto al flujo de vehículos tienen un IMDA menor a 400 veh/día, los carriles de calzadas deben tener 3.00 m como mínimo en el ancho, sin embargo, si se avala con sustento técnico podrían tener hasta 2.50 m. cada carril. Si se desea pavimentar esta vía, también debe cumplir las características en segunda clase (MTC, 2018).

f. Trochas Carrozables

Son aquellas que presentan superficies con o sin afirmación, a efecto, no poseen asfaltado. Además, tienen un IMDA menor a 200 veh/día, el ancho debe de ser de 4 metros; de este modo se deben adecuar plazoletas de cruce, además la distancia mínima de estos ensanches debe ser de 500 m. Una carretera que ha perdido la superficie de rodadura por cualquier motivo, también es considerada una trocha carrozable (MTC, 2018).

*2.3.1.3. Capacidad de vía*

Se refiere a la cantidad máxima de los carros que pasarían en el tramo en un tiempo determinado, y en condiciones de tránsito normal. regularmente se expresa como un volumen específico por hora, que sirve de referencia para no sobrepasarlo. Por ejemplo, si el tránsito es unidireccional y tiene dos carriles la capacidad máxima de vía será 2,200 VL/h/carril, en cambio si es bidireccional de dos carriles será la capacidad de 2,800 VL/h/ambos sentidos. De este modo se entiende que la unidireccional tiene más capital de uso debido a que no compartirá factores de adelantamiento a diferencia de la bidireccional (MTC, 2018).

*2.3.1.4. Niveles de servicio de transitabilidad*

Según la teoría es la capacidad que tiene la carretera, el volumen que se acepta a la carretera está copado, se presentan malas condiciones de operación; pues lo óptimo sería que la capacidad de la carretera no esté al límite, de esta manera brindar comodidades de velocidad y seguridad a los conductores. Los niveles de servicio se

miden en función a qué velocidad operan la densidad (VL/km/carril). De este modo si el volumen baja y la velocidad aumenta se tendrá un nivel superior; mientras si el volumen sube y la velocidad baja se tendrán niveles inferiores (MTC, 2018).

### 2.3.2. Mejoramiento del servicio de transitabilidad

Una manera de impulsar el aumento de la economía del país contando con un sistema para transportarse de manera eficiente y eficaz. Ese es el motivo por lo cual estos últimos años viene solicitando e impulsando aún más el desarrollo de carreteras lo cual se ve plasmado en el incremento de estudios de factibilidad técnica y proyectos de inversión vial. De este modo surge la importancia de cuantificar la demanda de transporte terrestre en un tramo, la carga y pasajeros (MTC, 2021).

#### 2.3.2.1. Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Es obtenido de la extracción en función al tráfico de vehículos respecto a un tramo, no solo es realizar cuenta de los vehículos, sino también tomar en cuenta su volumen y clasificación. Para el cálculo se multiplica el índice medio semanal (IMDS) y uh (FC) (MTC, 2021).

$$\text{IMDA} = \text{IMDS} \times \text{FC}$$

Para la obtención del IMDS se tiene que registrar el volumen que tiene el tráfico diario de acuerdo al tipo de carro en una semana.

$$\text{IMDS} = \sum V_i / 7$$

El ( $V_i$ ) se refiere a la cantidad vehicular diaria del volumen contado.

El (FC) tiene por objetivo regular el factor estacional de movimiento de cargas y pasajeros. Existen varias circunstancias que pueden incluirse en la estacionalidad como: las vacaciones, tiempos de cosecha, el clima o hasta las épocas navideñas. Este tipo de estudio requiere de lógica y criterio para considerar las circunstancias necesarias. Es viable para tener un mejor resultado, contrastar los datos con la información de las redes de análisis de las estaciones de peaje cercanas. Es importante señalar que el MTC realizaron encuestas y estudios en relación al IMDA desde el 2000 en adelante, lo cual pone indisposición de estudios que lo requieran (MTC, 2021).

#### 2.3.2.2. *Estudio de la Demanda*

Establecer la demanda actual y futura es preciso para el proyecto en modo de observar el desempeño actual de la trocha carrozable antes de la implementación del proyecto de mejora. De esta manera también se podrán describir las necesidades principales además de los beneficios del proyecto (DGIP, 2015).

El tráfico se delimita como la suma de vehículos que transitan en una carretera en una unidad de tiempo determinado. El Índice medio diario es utilizado frecuentemente, sobre todo cuando no se identifica algún fenómeno directo de congestión vehicular. Por otro aspecto el índice de tráfico horario es utilizado para medir el comportamiento del tráfico en diferentes horas, las horas punta, por ejemplo, en fin, de comprobar congestión (DGIP, 2015).

En alineación a la ejecución de mejorar una carretera, es óptimo que el mismo genere consecuencias respecto a la demanda. Es decir, un proyecto da lugar diferentes circunstancias de tráfico, las cuales son:

- Tráfico normal. Es aquel regular el cual se mantiene después del proyecto
- Tráfico generado. Es aquel resultado del proyecto, es propicio en función a la mejora del comercio o actividades económicas de desarrollo.
- Tráfico desviado. Es aquel que resulta de cambios de ruta por los vehículos que desean ahorrar costos de transporte (DGIP, 2015).

#### 2.3.2.3. *Estudio de la oferta*

El objetivo de analizar la oferta es describir los aspectos técnicos y físicos de la infraestructura tal sin implementación, la cual será intervenida con el mejoramiento. Es necesario servirse del inventario vial para el estudio de la oferta.

La información recopilada debe incluir algunos aspectos generales de la implementación del proyecto, como la cartografía, estudios anteriores, inventario de carreteras, mapas viales, etc. Según la recopilación del diagnóstico, que debe ser incluida en la oferta, se debe tomar en cuenta la situación de la infraestructura existente y la

ubicación del proyecto. En resumen, algunos ítems relacionados al diagnóstico que también deben incluirse son:

- Cartografía. Incluye los datos cartográficos, geológicos y de fotográficos
- Catastro. Incluye la información del estado actual de las vías, la cual se extrae del MTC o direcciones de transporte.
- Planos de vías o zonas críticas proporcionados por el MTC.
- Altitud. Se puede obtener de un altímetro al visitar la zona destinada, o planos cartográficos con información de cotas.
- Precipitaciones. Estos datos pluviométricos en mayoría de lluvias o similares, se obtienen del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

Es preciso referirse al inventario vial como herramienta necesaria para recopilar información respecto a la oferta de la infraestructura actual, cuya función es recoger datos técnicos y operacionales. A nivel semidetallado en un inventario vial se describen las características geométricas por tramos, características del pavimento, obras de arte y drenaje, puentes, características ambientales, puntos o tramos críticos, aspectos funcionales. El inventario vial detallado se realiza de acuerdo al manual de inventarios viales proporcionado por el MTC mediante la R.D. N° 09-2014-MTC/14. Además, esta información se presenta en la información de perfil adjuntando las fotografías correspondientes a modo de anexos (DGIP, 2015).

#### 2.3.2.4. *Crecimiento del tránsito*

Se entiende que una carretera se diseña para que soporte el tránsito permitido de acuerdo a su estructura; no siempre, pero sí cuando se requiera. De este modo es necesario entender que al realizarse un a carretera no solo se debe considerar el flujo actual, sino también el flujo que se puede generar. La siguiente fórmula determina los componentes para este estudio.

$$P_f = P_0(1+T_c)^n$$

Dónde:

$P_f$ : tránsito final.

$P_0$ : tránsito inicial (año base).

$T_c$ : tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.

$n$ : año a estimarse.

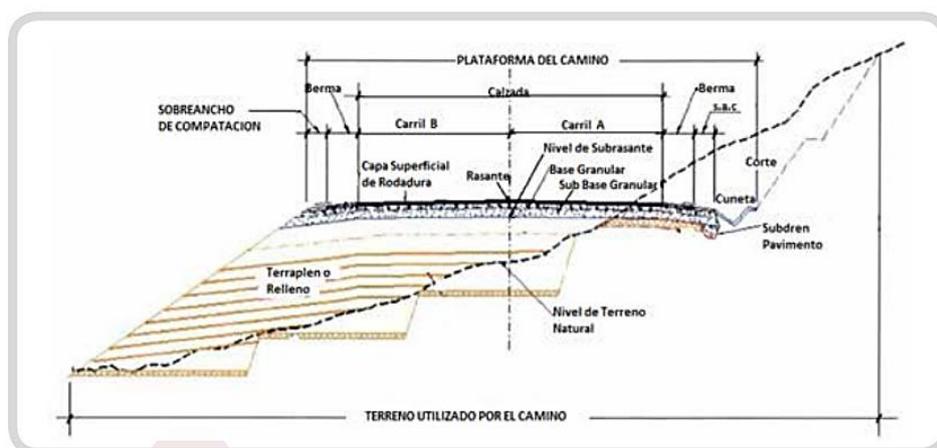
### 2.3.3. Marco técnico para carreteras

#### 2.3.3.1. Componentes de la infraestructura del camino

En una vía sea una autopista, o hasta una trocha carrozable existen distintos componentes necesarios para la identificación de necesidades de un proyecto de mejora.

### Figura 1

Componentes de la infraestructura del camino



Fuente: Tomado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018)

Algunas definiciones necesarias para comprender el mejoramiento de una trocha carrozable son:

- Explanación. Es el movimiento de la tierra, lo cual corresponde a los rellenos o cortes para obtener un nivel hasta la subrasante.
- Subrasante del camino. Se entiende como la capa compacta preparada a nivel del movimiento de tierras, en esta capa reposa la estructura de pavimento

- Berma. Sirve de confinamiento al estar adyacente a la capa de rodadura, de esta manera también sirve como referencia para estacionarse los carros en emergencia
- para el estacionamiento de vehículos en emergencia.
- Calzada. Es el tramo completo de una carretera que contiene 1 o más carriles.
- Superficie de rodadura. Es el lado alto de la infraestructura que no comprende la berma.
- Cuneta. Son canales que usualmente están al costado de la carretera, tiene la finalidad de proteger la estructura general de las lluvias o escurrimientos en la plataforma.
- Pavimento. Construcción ubicada en la subrasante que tiene la carretera, a función de distribuir y resistir los pesos que tiene cada carro, da comodidad y seguridad al tránsito.
- Afirmado. Es una capa que compone materiales granulares procesados o naturales, la calidad de material fino cohesivo es vital para el soporte de cargas pesadas en el tránsito y mantener así aglutinadas las partículas. Cuando no hay pavimento esta pasa a ser la superficie de rodadura.
- Subdrenaje. Es una obra de drenaje cuyo propósito es deprimir la napa freática por aspectos de capilaridad.
- Derecho de vía. Esta área se destina al trabajo de mejo en
- la carretera en función a los servicios y zonas de seguridad. Sobre la autorización del ancho, es solicitada a las autoridades correspondientes.

#### 2.3.3.2. *Clasificación de caminos por tipo de superficie de rodadura*

En base a lo mencionado por la Resolución Directoral N.º 10-2014- MTC/14, del 09 abril 2014, los caminos de acuerdo a su superficie de rodadura se clasifican en no pavimentado y pavimentado.

##### a. Caminos con superficie de rodadura no pavimentada

- Caminos afirmados. Estos se encuentran con una capa revestida de recursos generados en la cantera, estos pueden dosificarse de forma natural o por el zarandeo, tienen una toma que incluyen: piedra, arena o arcilla, 25 mm. es el tamaño máximo.
- Caminos afirmados de superficie equilibrada con recursos industriales. Se pueden afirmar con el uso de grava o suelos naturales estabilizados con elementos granulares, estos dos tipos pueden ser tratados con recursos de cal, cemento, asfalto, etc.
- Caminos de grava (lastrados). Revestida con elementos naturales como el pétreo, el cual se junta por zarandeo o manualmente, tiene una altura de aproximadamente 75 mm.
- Caminos de tierra. Se compone de tierra, es suelo natural con grava obtenida del zarandeo

#### b. Caminos pavimentados

El pavimento está diseñado encima de la capa subrasante del camino buscando distribuir y resistir la fuerza generada por el tránsito de vehículos liviano y pesados. Este compuesto regularmente por las 3 siguientes capas.

- Capa de rodadura. Es la capa superior en contacto directo con el tránsito, por lo cual de acuerdo a las circunstancias puede ser flexible o rígido.
- Base. Es contigua a la capa de rodadura, la cual si debe tener estándares de material granular drenante o tratamiento con asfalto, cal o cemento.
- Subbase. Al soportar a la base también se emplea como regulador de capilaridad de agua y drenaje, también se puede tratar con asfalto, cal o cemento. En determinadas situaciones esta capa se obvia.

Estos caminos cuentan con una estructura de pavimento, los cuales pueden ser:

- Pavimentos flexibles. Son aquellos que contienen base drenante y capas granulares de subbase, además tienen una superficie bituminosa en frío, donde

toma a la lechada asfáltica, a los micro pavimentos en frío, a las carpetas de mezclas en frío, etc. La superficie de rodadura también puede ser bituminosa de mezcla asfáltica caliente con variación de espesor.

- Pavimentos semirrígidos. Son aquellos que están compuestos con capas asfálticas (carpeta asfáltica en caliente y base asfáltica); también podrían ser colocaciones compuestas por carpeta asfáltica en caliente en la base tratada sea con cal o cemento. Los pavimentos adoquinados son incluidos en este grupo.
- Pavimentos rígidos. Son aquellos compuestos por losas de concreto de cemento hidráulico y cuentan con subbases granulares los cuales generan una homogenización del cemento.

#### 2.3.3.3. *Estabilización química de suelos*

Es un proceso de aplicación de químicos al suelo, cumpliendo con las especificaciones técnicas del producto. La finalidad es mejorar las cualidades del suelo sin condiciones óptimas a emplear para un proyecto. Es decir, estabilizar un suelo significa dar mejora a la mecánica y física de la compresión, la deformabilidad, la reacción volumétrica ante el agua. El termino estabilización también puede involucrar a la base, subbase, material granular, buscando el aumento de la calidad. La estabilización también va en función al incremento de tiempo y la durabilidad de las estructuras, por lo cual a este proceso se complementa la compactación. Es preciso mencionar que la estabilización no solo se usa en ocasiones de un tráfico demasiado pesado, si no también ante limitaciones de escasez de materiales de subbase o costos altos de transporte o chancado. Debido a todo este contexto es preciso señalar que existen diversas metodologías de estabilización y diversos grupos de aditivos estabilizadores.

#### 2.3.4. Criterios preliminares del diseño geométrico de un proyecto

En cuanto a la inversión pública existen tres tipos de inversiones, los proyectos de mejora, de recuperación y creación. Partiendo del caso de proyecto de mejoramiento, a diferencia de los anteriores se plantea que para este aspecto es mejorar los factores que afectan la calidad de servicio. Para el mejoramiento es necesario cumplir estándares de calidad en el marco del diseño geométrico del MTC (DGIP, 2015). Algunos componentes del diseño geométrico son:

#### 2.3.4.1. *Identificación del nombre del proyecto*

Es importante resaltar la terminología del nombre del proyecto para ejecutar el modelo planteado, pues desde un ámbito general ya se puede identificar la viabilidad y la competencia del proyecto. Por este motivo existe una tipología de los nombres del proyecto para comprender el grado de intervención (DGIP, 2015).

- Mejoramiento de una carretera existente.
- Generación de puentes en la carretera ya presente.
- Recuperación de una carretera existente.
- Mejora de las carreteras
- Creación y recuperación de una carretera.
- Creación de carreteras en lugares nuevos.

En lo que respecta al caso de estudio el proyecto se basa en lograr la mejora del tránsito de la tocha carrozable, es decir cumplir estándares relacionados a la geometría horizontal y vertical, superficies de rodadura, pendiente longitudinal, alineamiento, obras de arte, etc. Estas consideraciones no tienen de finalidad la estética, más bien la mejora de calidad de servicio de transitabilidad de la carretera, e aspectos como incremento de la capacidad y la circulación (DGIP, 2015).

Adicionalmente es ineludible tomar en cuenta para la aptitud del proyecto, la naturaleza, el objeto y la localización del mismo.

- La naturaleza es directamente el tipo de intervención, como ya se mencionó pueden ser creación, recuperación o mejoramiento.
- El estudio de la estructura u objeto siendo la denominación si es un puente, un camino o como en el caso una carretera. Aquí se puede identificar la ruta, la cual servirá de base para el análisis y estudio de viabilidad de la mejora.

- La localización del proyecto manifiesta las localidades principales que conecta la vía, distritos provincias. Es importante también para concluir quienes son los más beneficiados con el proyecto.

**Figura 2**

*Competencia, naturaleza y localización del proyecto*

Naturaleza de intervención	Objeto de la intervención	Localización de la intervención
Mejoramiento	de la carretera departamental AM – 103	Tramo: El Parco – La Peca, distrito de X, provincia Y departamento Z
Creación	del puente	Concordia, distrito de X, provincia Y, departamento Z
Recuperación	de la carretera departamental SM – 106	Empalme PE – 5N (Pte. Colombia) Shapaja – Chazuta distrito de X, provincia Y, departamento Z

Fuente: Tomado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018)

#### 2.3.4.2. Aspectos ambientales

Este aspecto se refiere en esencia al impacto que se generara en el ambiente a efecto del proyecto a instalar. Esto se ve reflejado por el mismo desarrollo y la globalización lo cual incentiva a la sofisticación de capacidad en los terrenos a emplear. De este modo se pueden usar instrumentos como el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) u otros similares. De acuerdo a estos estudios se debe comenzar por examinar el nivel de las exigencias geométricas, pues esto generara que menores serán las posibilidades de adecuarse al terreno. De otra parte, conviene analizar las características naturales del camino; por ejemplo, que un terreno sea más accidentado compromete el deterioro general ambiental. La existencia de materiales, la inestabilidad conjunta de los mismos, los posibles procesos erosivos o deslizamientos también pertenecen a las consideraciones ambientales generadas. Es de considerar también la vegetación en área del camino, que al ser alterada puede alterar el ecosistema de la sociedad. Las actividades socioeconómicas también forman parte de los aspectos ambientales pues repercuten en las actividades económicas. A todo este factor es necesario mencionar que la inclusión de la dimensión ambiental no solo está destinada a reducir y neutralizar los impactos negativos, sino que también mediante infraestructura puede mejorar el ambiente y el empleo que se le da a los recursos de la naturaleza.

#### 2.3.4.3. *Estudios de Geodesia y topografía*

Según la normativa en el Perú para todos los estudios topográficos se tomará de referencia las medidas establecidas por el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP), este se basa en el Sistema Internacional de Unidades o Sistema Métrico Modernizado. Para la incorporación práctica se incluye el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y los conceptos de Sistema de Referencia geocéntrico global (WGS-84), de esta forma tener de guía las coordenadas cartesianas X, Y, Z con los equivalentes que tiene: latitud ( $\phi$ ), longitud ( $\lambda$ ) y altura elipsoidal (h).

En cuanto a los sistemas de proyección es preciso mencionar que su importancia radica en representar la superficie terrestre en una superficie plana cuadrículada. Respecto al modo de la proyección transversal de Mercator (TM), es una de las más empleadas cuando se desea representar grandes extensiones en sentido norte sur, presentando mínimos errores de escala. Sin embargo también se utilizan otras proyecciones como el sistema universal transversal de Mercator (UTM) y la proyección TM local (LTM).

#### 2.3.4.4. *Estudio de Hidrología, hidráulica y drenaje*

Su objetivo es facilitar la seguridad y acceso a los proyectos totales de encabezado por el proyectista, alguno de estos fines es:

- Poder cruzar cauces naturales, determinante para la construcción de puentes y alcantarillas extensas o incluso la altura de terraplén.
- Rehabilitar el sistema de drenaje natural de la superficie, el cual de alguna manera puede ser afectado por el proyecto principal. Por lo cual no se deben represar las aguas causando perjuicios en este aspecto.
- Dar disposición a las aguas de lluvias las cuales son reposadas en la plataforma que tiene el camino o a ella, son condiciones de seguridad al tráfico.
- Minimizar o acabar con los filtrados de agua en los terraplenes o cortes, de este modo no afectar a las bases de la infraestructura.

- Evaluar la seguridad del drenado subterráneo que tiene la base y plataforma, así no tener inconvenientes con la estructura del camino.
- Evaluar el impacto general al ambiente como consecuencia del proyecto culminado.

La importancia de la hidráulica para un proyecto de carreteras se fundamenta en predecir la velocidad y alturas escurridas en las causas que se generaron o naturales. Puede facilitar también conocer las dimensiones de proyecto de tipo transversal, la extensión de las subredes y determinar secciones y pendientes entre cunetas y canales del entorno. En este contexto debido a las extensas áreas que abarcan las obras modernas, la hidrología cubre muchos aspectos preventivos como cuestiones sobre la sedimentación, erosión y arrastre, los cuales conllevaran al buen diseño y planificar los proyectos de la vía.

#### 2.3.4.5. Velocidad de diseño.

Se entiende como la velocidad máxima en el tramo de carretera que se podrá usar a fin de mantener la seguridad y comodidad en general. Esta velocidad también responde al principio de no generar cambios bruscos de velocidad para los conductores durante el recorrido de los caminos.

**Figura 3**

*Rangos de velocidad de diseño*

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)												
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130		
<b>Autopista de primera clase</b>	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
<b>Autopista de segunda clase</b>	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
<b>Carretera de primera clase</b>	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
<b>Carretera de segunda clase</b>	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													
<b>Carretera de tercera clase</b>	Plano													
	Ondulado													
	Accidentado													
	Escarpado													

Fuente: Tomado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2018)

Es importante detectar tramos homogéneos los cuales tengan similares condiciones topográficas de este modo asignarles las mismas velocidades. Para la velocidad de Diseño del tramo homogéneo debe ser tomado en cuenta que la longitud mínima debe ser de tres (3.0) kilómetros. Además, entre tramos aledaños no debe tenerse una diferencia límite a 20 km/h.

#### 2.3.4.6. *Distancia de Visibilidad*

Es entendido como una extensión continua de modo visible conduciendo un vehículo en ruta, de esta forma se pueda manejar con seguridad y con maniobras seguras. Las distancias de visibilidad para los proyectos son:

- La distancia de visibilidad de parada

El carro que pasa la velocidad diseñada, requiere una distancia mínima para detenerse justo antes de que pueda alcanzar a otro móvil. La fórmula se presenta de la siguiente forma.

$$D_p = 0.278 * V * t_p + 0.039(V^2/a)$$

Dónde:

V : Velocidad de diseño (km/h)

D<sub>p</sub> : Distancia de parada (m)

t<sub>p</sub> : Tiempo de percepción + reacción (s)

a: deceleración en m/s<sup>2</sup>

- Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Pertenece a una extensión de un carro a otro con una velocidad inferior. Toda esta acción debe darse con seguridad, sin causar imprevistos en los vehículos en sentido contrario el cual se hace visto durante la maniobra de sobrepasar. Las mencionadas condiciones seguras están establecidas en 15 km/h para los vehículos en mismo sentido, mientras el vehículo en sentido opuesto utiliza la velocidad de diseño. Esta distancia se calcula sumando 4 distancias.

$$D_1 = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

Dónde:

Da: Distancia del adelantamiento.

D4: Distancia que un carro recorrió de forma contraria

D3: Distancia de seguridad.

D2: Distancia recorrida por el vehículo que adelante desde que invade el carril de sentido contrario hasta el suyo

D1: Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción.

– Distancia de visibilidad de cruce

La existencia de intersecciones en las carreteras da la posibilidad de generar conflictos o accidentes entre vehículos, los cuales se pueden prevenir teniendo en cuenta la visibilidad de cruce en los caminos. Esta visibilidad debe ser de ambos conductores a una distancia prudente de la intersección libre de obstrucciones para la vista del conductor. Por su parte la velocidad permitida en la carretera también se relaciona con la capacidad de respuesta y maniobra por parte de los conductores en estas situaciones.

La distancia de visibilidad para una maniobra de cruce, se describe en el tiempo que emplea el vehículo en transponer la intersección, y la distancia recorrida del vehículo sobre la vía principal, esto en un mismo lapso. La distancia mínima de visibilidad de cruce necesaria se calcula de la siguiente manera:

$$d = 0.278 V e (t_1 + t_2)$$

Dónde:

t1: Tiempo de percepción – reacción del conductor que cruza, adoptado en dos y medio segundos (2.5 s).

t2: Tiempo requerido para acelerar y recorrer la distancia S, cruzando la vía principal, en segundos.

d: Distancia mínima de visibilidad lateral requerida a lo largo de la vía principal, medida desde la intersección, en metros.

Ve: Velocidad Específica de la vía principal, en km/h.

### 2.3.5. Criterios principales del diseño geométrico

#### 2.3.5.1. *Afirmado*

Forma parte de la metodología del diseño de pavimentos, pues des alguna forma también se considera como superficie de rodadura. Para la capa de afirmado es muy importante tomar en cuenta la resistencia de la subrasante y la frecuencia de tránsito por periodos. Al ser una capa que compone materiales granulares procesados o naturales, la calidad de material fino cohesivo es vital para el soporte de cargas pesadas en el tránsito y mantener así aglutinadas las partículas (DGIP, 2015).

Para el espesor de la capa del afirmado se toma en cuenta el método de NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities), también fijada como AUSTROADS. Este mismo método es referencia de los manuales de carreteras y suelos que proporciona el MTC, este tipo de método relaciona el soporte del suelo CBR (California Bearing Ratio) y la carga interviniente sobre el afirmado representada por los EE (Ejes equivalentes) las cuales son el factor destructivo de las cargas de acuerdo al eje (DGIP, 2015).

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

CBR = valor del CBR de la subrasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

#### 2.3.5.2. *La pendiente*

En cuanto a la pendiente mínima se considera una mínima de 0.5%, con el fin de tener un drenaje de filtraciones en toda la carretera. Se pueden presentar los siguientes casos particulares:

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no hay bermas y/o cunetas, solo en este caso se podrá insertar pendientes de hasta 0.2%.
- Por otro lado, si el bombeo es de 2.5% como excepción la pendiente sería igual a cero.
- En zonas de transición de peralte, donde la transversal se extingue la mínima debe ser de 0.5%.
- Dada la existencia de bermas, la pendiente mínima deseable será de 0.5% y como excepción podría darse en 0.35%.

#### 2.3.5.3. *La calzada*

Es la superficie de rodadura la cual incluye uno o más carriles donde transitan vehículos en un mismo sentido, no se incluye la berma. El IMDA determina los anchos del carril, los cuales varían entre 3, 3.3 y 3.6 metros. Con respecto al ancho de la calzada en tangente se toma en cuenta el nivel de servicio deseado al terminar el diseño, de esta manera la capacidad y nivel de servicio detalla el ancho mencionado (MTC, 2018).

Es importante mencionar a las bermas, las cuales son franjas longitudinales adyacentes a las superficies de rodaduras, las cuales también sirven para el estacionamiento de emergencia de los vehículos. El material de la berma tiene que ser similar al material de la superficie de rodadura, además tiene que guardar el mismo nivel e inclinación de la superficie de rodadura y calzada. La berma es importante también por brindar seguridad en caso de accidentes, pues delimita bien la calzada de la carretera y además sirve de referencia para maniobras ocasionales que eviten improperios (MTC, 2018).

#### 2.3.5.4. *Las cunetas*

Son canales desarrollados al costado de las carreteras con la finalidad de conducir o filtrar los escurrimientos propiciados por lluvias o algún otro imprevisto en las superficies de la carretera. La finalidad de las cunetas es proteger el material y vida útil de la vía, por lo cual en cuanto a la forma puede ser rectangular, triangular; incluso puede juntarse en diseño a la berma, todo esto la finalidad es acoplarse bien al proyecto y brindar seguridad vial. Para el diseño de las cunetas se toman en cuenta los cálculos

hidráulicos, los cuales están en función a la intensidad de precipitaciones, pendiente longitudinal, naturaleza del área, desfogue, etc. Una cuneta revestida como mínimo tendrá una pendiente de 0.2%, mientras que una cuneta sin revestir de 0.5%. Para todo esto también es tomar consideraciones del desfogue como estado de los ríos o desagües colindantes a la obra.

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA**

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La línea de investigación fue gerencia e ingeniería de la construcción, enfocándose principalmente en la aplicación de la ingeniería de la construcción asociada a una trocha carrozable para mejorar su servicio de transitabilidad.

El tipo de investigación fue aplicada. Según Sánchez, Reyes, y Mejía (2018) la investigación aplicada es aquella por la cual se emplean los conocimientos y saberes ganados, con la finalidad de resolver un problema o ejecutar algún proceso, donde también se puede aplicar la tecnología. De este modo, en esta investigación se emplearon los conocimientos de ingeniería civil en competencia al diseño geométrico de carreteras, específicamente con el uso de tecnología de medición.

La investigación se basó en un diseño no experimental – transversal. Un diseño no experimental es aquel que se realiza sin manipular la esencia de las variables, ser transversal hace alusión a que será sobre un momento específico (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014). De esta manera en el presente estudio la variable principal denominada transitabilidad en trochas carrozables, no fue manipulada. El estudio solo se limitará a describir las características del proceso realizado según la normativa vigente del MTC. Además, el estudio tomó solo un periodo para realizar la investigación.

Según Espinoza (2010) el diseño de estudio representa los pasos a seguir para resolver un problema de investigación. Respecto a un diseño no experimental – descriptivo se representa el siguiente esquema:

Diagrama:

M ➡ O

Donde:

M: Muestra u objeto en que se realizará el estudio

O: Observación de la muestra.

### 3.2. Población de estudio

Según Carrasco (2005) la población puede ser considerada un universo, así como también un ámbito territorial para estudios físicos.

En este último contexto la población de estudio estuvo compuesta por el universo de trochas carrozables de la red vial rural del Perú. Respecto al conjunto de c.; que sumados a las trochas poco transitables se aproximan al 74 % del total de red vial rural del país (MTC, 2020).

### 3.3. Tamaño de muestra

La muestra fue de diseño no probabilístico - intencional, el cual según Arias (2012) es la selección en base a criterios del investigador.

Por este motivo la muestra del presente estudio fue la misma trocha carrozable, la cual se identifica desde el punto Tipsa punta Huarpoj hasta el cruce Huengomayo, pertenecientes al distrito de Panao, provincia de Pachitea, departamento de Huánuco. El total de la trocha carrozable a mejorar mide aproximadamente 7.480 km.

### 3.4. Técnica de recolección de datos

La observación es una técnica que emplea la vista para captar cualquier hecho, fenómeno que se presente en el campo de estudio (Arias, 2012).

De esta manera, al emplear la observación, por medio de los diversos instrumentos de acuerdo a las operaciones técnicas relacionados a la ingeniería en carreteras. La principal opción es la ficha de información en relación al registro de demanda de flujo, levantamiento topográfico y otros afines.

## **CAPÍTULO 4: DESARROLLO DE TEMA**

### 4.1. Procedimiento

La tesis siguió una secuencia basada en la metodología y en el proyecto de referencia. Así es como teniendo claro la variable de transitabilidad en una trocha carrozable, se procederá con la búsqueda de información con conceptos genéricos nacionales e internacionales. Por consecuencia se podrá tener ideas precisas de cómo analizar el proyecto de referencia sobre la mejora de la trocha carrozable. Seguidamente de buscar información conceptual, se procederá con la información técnica la cual se obtiene de guías, haciendo hincapié en la leyes y normativas que brinda el MTC sobre la construcción de carreteras. Se entiende entonces que al tener de tema general el mejoramiento de trochas carrozables, se tendrá que alinear en un proyecto. Adicionalmente es preciso resaltar que el termino mejoramiento no solo es una denominación de mejora, sino que también es un término técnico que hace alusión a un proyecto en específico de construcción vial.

El proceso de llevar a cabo o hacer seguimiento al proyecto se determinará por sus subetapas las cuales son netamente técnicas y de competencia del proyectista a cargo. En resumen, para el seguimiento se pueden mencionar las obras preliminares, las explanaciones, análisis de suelos, estudios hidrológicos, el pavimento, las cunetas, el drenaje, el baden, la señalización, el control ambiental y el plan de prevención en control COVID 19. Respecto a todos estos procedimientos no necesariamente se dan en este orden, pues muchos de ellos se realizan simultáneamente pero no son secuenciales en su totalidad. Partiendo de la finalización del proyecto es evidente tener suficiente información no solo de los estudios preliminares, sino también de los procesos en práctica, de lo cual se podrán describir cuales fueron las fortalezas, deficiencia y consideraciones técnicas e imprevistos durante la mejora. En la discusión de resultados se podrá hacer uso de los fundamentos teóricos para medir la transitabilidad, la cual forma parte de la misión del proyecto en función a su incremento.

## **CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 5.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados

#### 5.1.1. Aspectos generales

- Nombre del proyecto:

“Mejoramiento del servicio de transitabilidad del tramo: Tipsa Punta-Huarpoj-Cruce Huengomayo, distrito de Panao-provincia de Pachitea-departamento de Huánuco”

- Ubicación geográfica:

- Departamento : Huánuco
- Provincia : Pachitea
- Distrito : Panao
- Lugar : Tipsa Punta – Huarpoj - Huengomayo

- Ubicación política:

Pachitea es una provincia ubicada en el sur – este de Huánuco, entre los límites se encuentran:

- Al lado norte está Leoncio Prado y Padre Abad, ambos son dos provincias, Padre de Abad se encuentra en Ucayali.
- Al lado este, se presenta el Puerto Inca y Oxapampa, ambos son provincias.
- Al lado oeste, se encuentra con los distritos de Santa María del Valle, Amarilis, Chinchao y Churubama y la provincia de Ambo.

- Localización:

Hablando de la geografía, Pachitea se encuentra en las siguientes coordenadas.

**Tabla 1**

*Coordenadas de Pachitea*

Zona	Oeste	Sur	Este	Norte
18 S	8895895	8840315	8891528	8976568
	375456	390405	434730	412786

*Nota.* PCM/IGN: Carta Nacional, WGS 84, Escala 1:100 000, Hojas 19 – L, 20 – K, 20 – L, 21 – k y 21 – L.

- Linderos de Panao:

Panao es un distrito que limita al Norte, con Chaglla y Umari; encontrándose al sur Tíclacayán, Pasco no tiene un límite definido; Pozuzo se encuentra al este, perteneciente a Oxapampa del departamento de Pasco de acuerdo a Ley de creación, la Ley N° 29541 se define al 30%; Ambo y San Rafael están al oeste y Molino, perteneciente a Pachitea, la cual no tiene un límite definido. Al lado sureste se encuentra a los pueblos Bajo Santa Rosa y Santa Virginia, relacionándose con la economía de Pozuzo perteneciente a Oxapampa.

- Caserío de Tipsa cruce Huengomayo:

La carretera para llegar al Proyecto desde Panao – Zona de Proyecto linderos que pertenecen al área de Huengomayo y Tipsa Alto y Huarpoj, describiéndose así: de Huánuco a Panao Carretera Asfaltado, perteneciente a Panao y el Cruce de Huengomayo, Trocha Afirmada de acuerdo a la condición regular, con una totalidad de 83.82 Km como el recorrido totalitario, en dos horas y 52 minutos de Huánuco se llega a la obra.

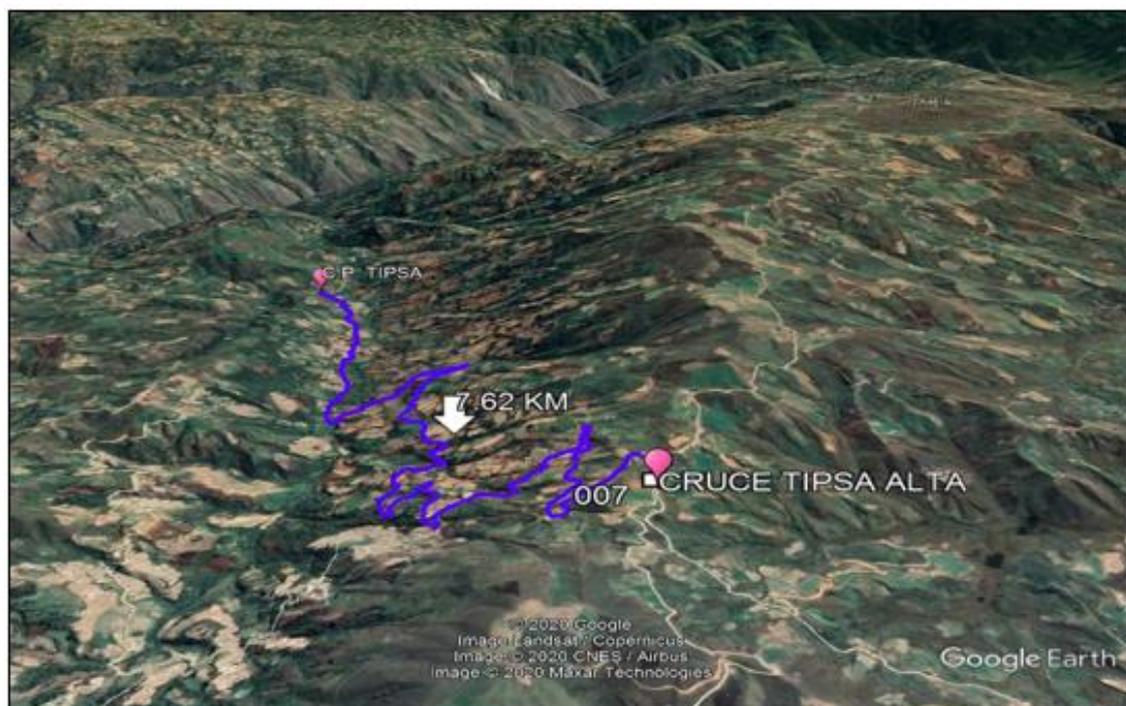
**Figura 4**

*Carretera para llegar al proyecto*



**Figura 5**

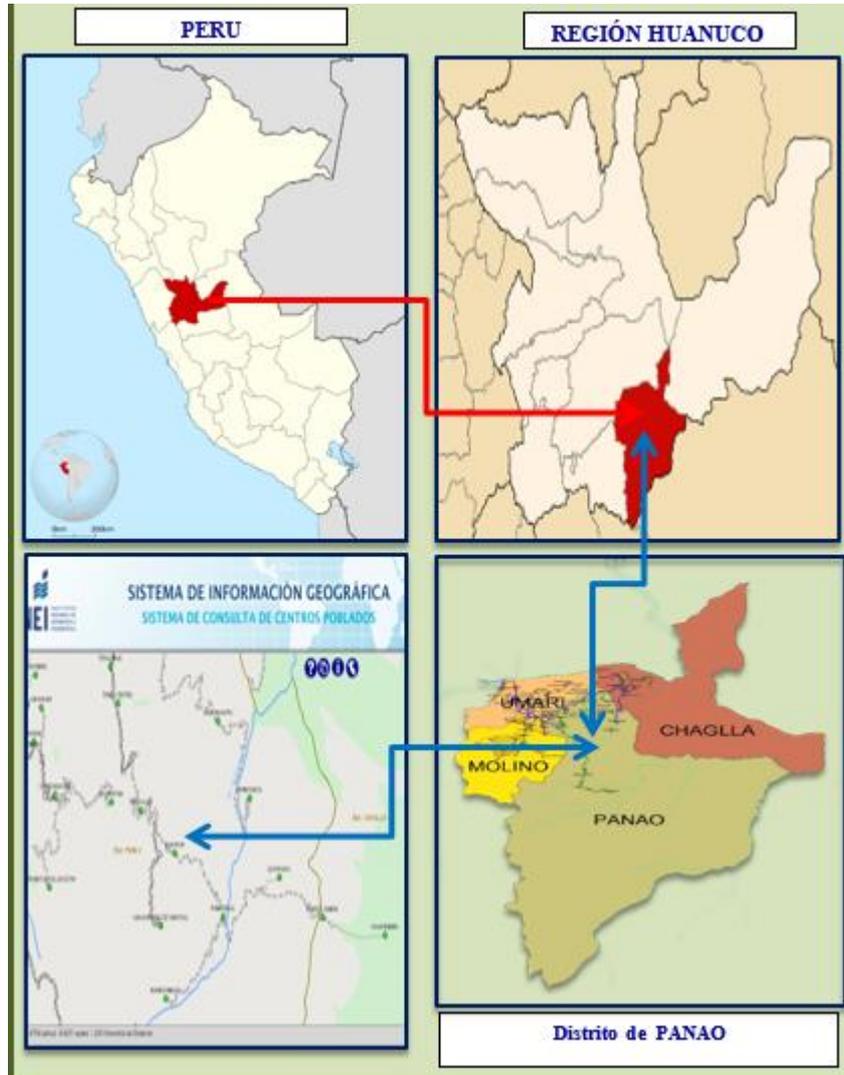
*Carretera para llegar al proyecto*



Para viajar se hace uso los vehículos motorizados, el periodo de viaje varían en aproximadamente 2 horas y 30 minutos, la distancia es de 83.82 km. Los límites son mostrados a continuación.

**Figura 6**

*Mapa de Ubicación geográfica del área de influencia*



- Tipo de suelo y topografía:

La topografía es accidentada, y las áreas donde están los pobladores, tiene una leve inclinación, siendo una pendiente de 8.5% de sur a norte.

- Hidrografía

Este distrito, está flanqueada por dos ríos que conforman a las vertientes del Atlántico, pero su extensión está en la cuenca del río Huallaga y su extensión mínima están en la afluencia de la cuenca alta que tiene el río Pachitea. Los ríos relevantes que pasan por esta provincia son el Molino, Yanamayo, Panao, Santo Domingo, Chunatahua, Santa Virginia. También se encuentran las lagunas de Chucho Pozo, El Bado, Pacha Muña, Queroposo, Mantacocha.

- Cuenca del Huallaga

Casi todo Pachitea engloba a la cuenca de río Huallaga, la cual se estructura por varios ríos y quebradas de la afluencia, en un principio por su caudal permanente por año, hallándose al río de Panao y su afluencia del río Tulumayo, Cochato, Chinchaycocha.

Este río nace en Pasco, con la confluencia del río Pariamarca y Pacayaco a la quebrada, de este punto se toma el nombre de Huallaga. En Huánuco existe el valle interandino de Santa María, Ambo y Huánuco después de cruzar los relieves de Carpish siendo en la Selva Alta, formando al Valle de Tingo María, este es un afluente del río Marañón, en este punto, vierte sus aguas al lado derecho y en Loreto, este recorre 1300 kilómetros.

- Subcuenca del Panao:

El origen del Río Panao tiene origen en los negados de Yanuna, Guantuna, Chaquispozo, Quilacocha, Huanuni, SSacsahuanca, el cual se estructura por la afluencia de los ríos Chinchinca y Charamayo, Huarapatay, Santa Virginia, Charumayo, Tirishuanca, Huatuna, Huayopampa, Huengomayo, Quero y Ranbrashpata. La quebrada Tirishuaco y Putin desembocan en el río. Se halla a las lagunas como es Yanacocha, Llama Corral, Quero pozo, Huascacocha, Huatuna, Kerupñawin, Huascapampa, Chuchu pozo, Manca pozo, Chuta pozo, Pata pozo, Kiullaposo, Azualejo, Coles pozo. El río Pachitea, del río Ucayali, se denomina desde que Pichis y Palcazú se unen. Siendo un

afluente relevante del río Ucayali, esta unión tiende a recibir sus aguas al lado izquierdo.

– Subcuenca de Tulumayo:

Este río nace de la vertiente occidental conocido como Cordillera Azul y este tiende a desembocarse por el lado derecho del río Huallaga, ubicado al lado Norte de la provincia de Tingo María. En el valle medio y superior hay una agricultura intensiva donde se predomina al cultivo de café, coca, té y otros frutos. Por el lado derecho este río recibe las aguas de los ríos Azul, Pendencia, Topa y varias quebradas tributarias como es la Del Águila, Tigre, Huamancoto. “La divisoria” tiende a constituir al divortium aquarum de las cuencas presentes en Ucayali y Huánuco. La división está en la Cordillera Azul la cual estructura a la Cordillera Oriental de los Andes. La vegetación es húmeda y es conocida como bosque de neblina.

○ Cuenca de Pachitea

Tiende a nacer en Huánuco, confluente de los ríos Pichis y Parcas, a unos 260 msnm, cerca del Puerto Victoria, entre el Puerto de Bemouds y la Ciudad Constitución. El agua proviene del Cerro Lautrac, Pasco. En Huánuco, considera una longitud de 300 kilómetros llegando a desembocar en el río Ucayali. El recorrido es tortuoso, este se orienta al noreste, entre la llanura aluvial y la sierra de El SIRA. En su nacimiento, el río estaba rodeado y torrencial.

– Subcuenca de Pozuzo:

Este río es originado en la confluencia de los ríos de Santa Cruz y Huancabamba en Tilingo al lado noroeste de Pasco a 220 metros sobre el nivel del mar. Pasa a Huánuco y recorre 70.2 kilómetros en áreas montañosas, planos ondulados y colinas, entre la Subandina y Cordillera Oriental, en Codo, siendo este un distrito de Pozuzo, luego regresa a Pasco tendiendo a desembocar al lado izquierdo del río Palcazú en la altura del Puerto Mairo. El río Pozuzo es un tributario

principal del río Palcazú y también del río de Pachitea. Principalmente su dirección va al Noreste y luego cambia de rumbo tendiendo a formar un codo. Los tributarios en Huánuco son Santa Rosa, Seso, Cocinero, Paujil y Paco.

– Microcuenca del río Caracol

Este río es perteneciente a la subcuenca del río Pozuzo, tiene su nacimiento en el río Quiullapozo y Chotabamba, este es encontrado al lado este de Pachitea. El río Layahuasi, Mesapata lo alimenta por el lado derecho, por el lado izquierdo recibe las aguas de los ríos; Chotabamba, Quiullapozo, Santa Virginia, Queroc y las quebradas de Tambillo, La Linda, Macchi, Cochapampa, etc.

**Tabla 2**

*Red hidrográfica de la provincia Pachitea*

Vertiente	Distrito	Tributario	Subcuenca	Cuenca
Vertiente del atlántico	Panao	Qda. Magraloma	Río Pozuzo	Río Pachitea
	Panao	Qda. La Linda		
	Panao	Qda. Pacasiniega		
	Panao	Qda. Rumichaca		
	Panao	Qda. Tambillo		
	Panao	Qda. Uccumachay		
	Panao	Río Rambrospata		
	Panao	Río Quiullapozo		
	Panao	Río Caracol		
	Chaglla	Río Puente		
	Chaglla	Río Chunatahua		
	Chaglla	Río Topa		
	Molino	Río Chinchaycocha	Río Panao	Río Huallaga
	Molino	Río Escalón		
	Molino	Río Cuchimachay		
	Panao	Río Tirishuanca		
	Umari	Río Cochato		

5.1.2. Población del lugar de estudio

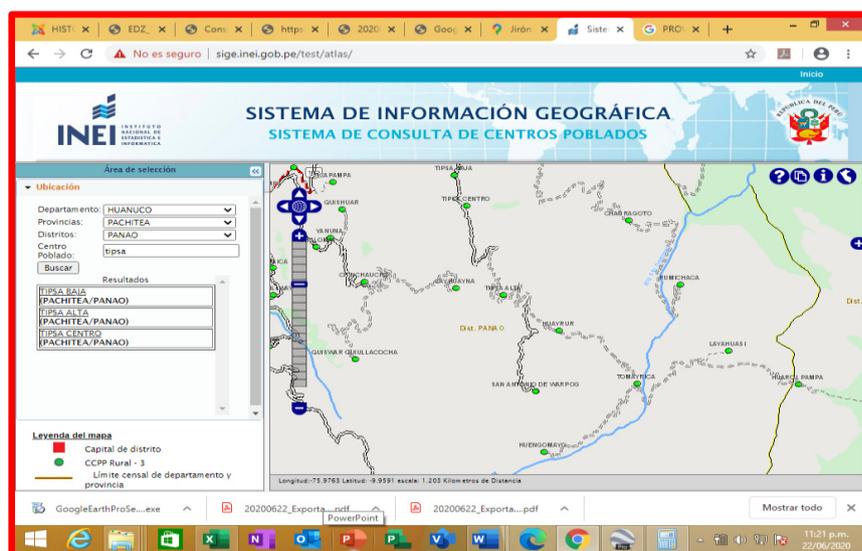
- Caserío de Tipsa Alta y Huarpoj:

293 personas conforman la población de acuerdo con el Directorio Nacional de Centros Poblados (Censos Nacionales 2017). El 51.88% son mujeres y 48.12% son varones.

**Tabla 3**  
*Datos del departamento de Huánuco*

Departamento de Huánuco									
Cód	Centros poblados	Región Natural (según piso altitudinal)	Altitud (m.s.n.m.)	Población censada			Viviendas particulares		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas	Desocupadas
77	Tipsa Alta	Quechua	3 351	290	140	150	93	92	1
78	Huarojpampa	Suni	3 605	3	1	2	11	10	1

**Figura 7**  
*Datos de Huánuco*



*Nota.* Obtenido del Instituto Nacional de Estadística e Informática.

- PEA de la provincia de Pachitea:

En las actividades económicas que realiza esta provincia, predomina la ganadería y agricultura y otras actividades como la prestación de servicios y el comercio, los cuales generan valores agregados mínimos sin repercusión en la economía de la provincia, la cual se refleja en el PBI, estas se atienden por una Población Económicamente Activa donde 16,423 de 14 años, como se debe al Censo del 2007. Los distritos de Pano, Chaglla, Molino, Umari y

Pachitea son los distritos implicados en este proyecto, por ello se mencionan los ingresos obtenidos a continuación.

**Tabla 4**

*Provincia de Pachitea; población económicamente activa ocupada de 14 años a más, según sectores económicos - 2007*

Provincia /distrito	Población Económicamente Activa - PEA			
	Total	Sector Económico		
		Primario	Secundario	Terciario
Pachitea	16423	13784	421	2218
Umari	4744	4222	107	415
Molino	3200	2587	144	469
Chaglla	3266	2754	77	435
Panao	5213	4221	93	899

La actividad productiva de la provincia es sustentada en el área primaria, fundamentalmente las actividades agropecuarias, ya que constituye a una población mayormente rural (85.69%), este sector se ocupa por 13 784 de los pobladores, el cual tiende a representar 83.93% del PEA; de acuerdo con la prioridad presente. Los distritos mencionados a continuación, presentan una PEA, la cual se ocupa de 14 años a más, la economía primaria con % que superan al 80%, a Umari se le considera el lugar con una mayor concentración 89%, Chaglla sigue con un 84.32%, Panco, 80.97% y finalmente Molino con un 80.84%.

**Tabla 5**

*Provincia de Pachitea; población económicamente activa ocupada de 14 años a más, según sectores económicos – 2007 (%)*

Provincia /distrito	Población Económicamente Activa - PEA			
	Total	Sector Económico		
		Primario	Secundario	Terciario
Pachitea	100.00	83.93	2.56	13.51
Umari	100.00	89.00	2.26	8.74
Molino	100.00	80.84	4.5	14.66
Chaglla	100.00	84.32	2.36	13.32
Panao	100.00	80.97	1.78	17.25

- PEEA del distrito de Panao:

En Panao, se cuenta con una actividad activa de 14 años a más, siendo 5 213 personas, este corresponde al área primaria el 80.97%, el cual tiende a dedicarse a la agricultura en el cultivo de papa y otros que se siguen de terciario siendo del 17.25%, en el distrito hay un conglomerado con detalles urbanos, en estos hay presencia de lugares comerciales de poca envergadura, estas pueden ser bodegas, la venta de los agroquímicos, estos se difunde en bazares, zona, hoteles, restaurantes, cabinas de internet, mercado de abastos el cual opera al 60% de la capacidad que tienen. Las otras actividades abarcan a un 1.78% viéndose que estas actividades son dirigidas a la evolución de materia prima siendo la madera, las panificadoras, el textil, algodón, en los demás distritos se tienen bodegas que cubren las urgencias donde hay productos de diferentes variedades.

- Beneficiarios:

Los beneficiarios son los pobladores de la localidad de Huarpoj y Tipsa Alta, considerando a alrededor de los 293 pobladores, todo ello basado en el Censo del 2017 realizado por el INEI.

- Población de Pachitea:

El estudio realizado por la Municipalidad de Pachitea, en el año 2020, se determinó que el número de familias llegan a las 102 familias. En este caso, se emplearán varios datos recientes, para que se realice un trabajo acorde a la realidad. Entonces, serían 293 habitantes.

- Vías de comunicación:

El acceso principal para llegar al proyecto es descrito a continuación.

**Tabla 6***Información de ruta de ingreso*

Vía		Tipo de vía	Distancia en kilómetros	Tiempo de viaje
Desde	Hasta			
El Caserío de Huarpoj				
Huánuco	Ciudad de Panao	Asfaltado	76.2	2.0 h 10 min
Ciudad de Panao	Entrada Caserío de Huarpoj	Afirmado	7.62	21 min
Total			83.82	2Hora 31 Min

- Carencia de servicios:

Los pobladores de Huarpoj, Tipsa Alta y Huengomayo:

- Falta de estructuras educativas.
- Falta de posta médica implementada
- Falta de canales de riego
- Falta de créditos
- Falta de veredas y carreteras
- Falta de riego tecnificado
- Falta de electricidad al 100%
- Falta de las vías de acceso adecuadas
- Falta del Saneamiento Básico en el 80% del Desagüe y Agua Potable.

### 5.1.3. Criterios de servicio de transitabilidad

- Capacidad de vía

La infraestructura vial actual del lugar de estudio está compuesta por una trocha carrozable. Esta trocha puede ser asfaltada a fin de agilizar la transitabilidad de la vía

- Demanda

Como fue mencionado, los beneficiarios directos de la mejora de la transitabilidad es el Caserío Tipsa Punta-Huarpoj; los pobladores de esta localidad son agricultores dedicados a la cosecha de granadilla, maíz, papa, zapallo, olluco, etc. estos productos están orientados para consumo propio y para comercio. Asimismo, son productos ganaderos; es decir, están dedicados al ganado vacuno, porcino y vacuno. Estos pobladores son los principales demandantes de la mejora de la vía en estudio.

- Oferta

La vía actual inicia en el km 0+000, ubicada en el cruce con la comunidad campesina de Tomayrica, y tiene su recorrido hasta el Caserío de Huarpoj, para luego llegar al cruce de Huengomayo, donde finaliza el tramo, siendo este el 7+480 km. La vía se caracteriza por tener un acceso deficiente y solo cuenta con un ancho de calzada de entre 3.00 y 3.50 m. Estas dos deficiencias perjudican que los vehículos transiten con normalidad, complicándose en épocas de lluvia por ser una vía insegura para circulación vehicular. Esto se debe por el deslizamiento de tierras, crecimiento de riachuelos, aparición de barrizales, entre otros; ocasionando que el camino se deteriore, originando altos costos de operación vehicular. Asimismo, las complicaciones del camino vecinal generan riesgos de accidentes que afectan la integridad física de las personas; además, influyen negativamente en el desarrollo social y económico de la población.

#### 5.1.4. Criterios preliminares para el diseño geométrico

##### A. Factores de diseño

Diseñar un camino responde directamente hacia una necesidad económica y de desarrollo social. Estos dos conceptos se asocian para determinar las características físicas y técnicas que un camino debe de tener; ello con la finalidad de lograr resultados óptimos y que beneficien a la comunidad que requiere del servicio. En este sentido, se deben de establecer parámetros básicos que guíen el diseño geométrico del camino, entre los cuales están:

- Estudio de la demanda de tránsito.
- Velocidad del diseño.
- Sección transversal del diseño.
- La superficie de la rodadura.
- Los aspectos ambientales.
- Estudio topográfico.
- Estudio hidrológico.
- Distancia de visibilidad.
- Elementos del diseño geométrico.

*B. Estudio de la demanda de tránsito*

La metodología para establecer la demanda de tránsito, es por medio del:

- Índice Medio Diario Anual de Tránsito (IMDA):

Representa el promedio de los vehículos que utilizarán la vía a diario, este índice se incrementa según una tasa anual de crecimiento que lo determina el MTC, ello según la zona del país.

- El cálculo de las tasas de crecimiento y la proyección:

Para el cálculo del crecimiento de tránsito se emplea la fórmula:

$$T_n = T_0(1 + i)^{n-1}$$

Donde:

- n=años considerados para el periodo de diseño
- T<sub>n</sub>=Proyección del tránsito para el año “n”
- T<sub>0</sub>=Tránsito actual

- $i$ =tasa de crecimiento de tránsito, usualmente va entre 6% y 2%.
- Composición y volumen de vehículos:
  - Se define los tramos del proyecto, se determina una demanda homogénea para tramo.
  - Se establece un punto de conteo central que sea seguro.
  - Se registra la cantidad y tipo de vehículos que circulan, además de la hora de circulación.
  - Con esta información, se contabiliza la clase de vehículos, el volumen total y por sentidos.
- Variaciones horarias, diarias y estacionales de la demanda:

Para las variaciones diarias, se determina la hora máxima de demanda por sentidos, y en total. De similar manera, se hace con el conteo por días, se establece que día de la semana, hay mayor circulación de vehículos. Para las variaciones estacionales, se debe de establecer las fechas (meses) de mayor demanda de tránsito; en el caso de estudio, serían las temporadas de cosecha y de siembra. Toda esta información es de primera mano; sin embargo, se pueden comparar y hacer estimaciones mediante experiencias previas.

Estas variaciones son muy importantes ya que determinará la demanda para el periodo del diseño y el ancho (sección transversal) del camino a mejorar; así como los elementos complementarios: bermas del camino y ancho de calzada.

### C. *Velocidad de diseño*

Este factor es sumamente relevante para establecer el trazado en planta, la sección transversal y elevaciones del camino. Una vez que se defina la velocidad, se procede con el diseño del eje del camino, seguido de tramos en tangente (rectos), trazado vertical, curvas espirales y circulares, tramos de pendientes curvilíneas y rectas, que normalmente son parabólicas. De igual

manera, la velocidad, se encuentra asociado con el ancho de los carriles; asimismo, determinará las exigencias de la distancia de visibilidad y la seguridad de los usuarios en todo el trazado.

- La velocidad del diseño es producto de una evaluación técnica y económica de varias alternativas de trazado, que dependerán de la orografía del espacio. En una geografía plana el trazado puede darse en altas velocidades y de bajo costo; por otro lado, en geografías accidentadas, la velocidad será menor e incurrirá en mayores costos.
- En el caso de estudio, al ser clasificado como diseño de bajo volumen de tránsito, se opta por una baja velocidad, debido a las inflexiones del territorio y los tramos de orografía accidentados.
- Finalmente, la velocidad de circulación de los vehículos estará supeditada a la normativa correspondiente, la cual, también dependerá de la señalización del camino.

#### *D. Sección transversal del diseño*

Se refiere a las dimensiones de las secciones rectas, también llamadas tangentes, en los tramos del camino. Considerando que la vía en estudio es de bajo volumen de tránsito se tomará en cuenta:

- La calzada será de solo dos carriles, para ambos sentidos.
- Para aquellos tramos de menor volumen, solo habrá un carril.
- El ancho del camino, además de la calzada, considerará un espacio para bermas, muretes de seguridad, cunetas de drenaje, guardavías y señalamientos.
- La sección transversal tendrá un territorio más amplio. En territorios muy accidentados se restringirá al máximo posible, a fin de evitar altos costos de construcción.

#### *E. Superficie de rodadura*

La superficie de rodadura considera dos tipos de pavimentos:

- Caminos de grava y de tierra.
- Caminos estabilizados con material granular.

Para una buena elección de la superficie de rodadura, se tendrá en cuenta que, a mayor tránsito pesado, se empelarán afirmados de mayor rendimiento.

#### *F. Elementos del diseño geométrico*

A modo de suma, los elementos que definen la geometría del camino son:

- La velocidad de diseño: baja
- La distancia necesaria de visibilidad
- La estabilidad de la calzada
- El medio ambiente: se debe de preservar

Con estos 4 factores principales considerados, se obtiene el diseño final de un camino. Sin embargo, también se deben de considerar estudios hidrológicos, topográficos, entre otros que sustenten el diseño del proyecto. Además, para tener un buen diseño de un camino con bajo volumen de tránsito, se toma en consideración lo siguiente:

- Considerar el mínimo del ancho, para no alterar en demasía el área local.
- Evitar alterar estructuras de drenaje natural.
- Adicionar solo el drenaje artificial necesario.
- Evitar taludes de más de 60%.
- Evitar zonas de inestabilidad o de inundación.
- Mantener una distancia considerable de separación con los riachuelos.
- Minimizar el contacto entre las corrientes de agua y el camino.
- El diseño de cruces de ríos y quebradas, debe considerar márgenes de protección contra la erosión.

- Minimizar la erosión, colocando cubiertas físicas o vegetales, en especial las zonas expuestas a corrientes de agua. Además, y de ser necesario, brindar el paso de animales acuáticos en toda su etapa de vida.
- Diseñar una superficie estable y con materiales sanos.
- Emplear ángulos de talud estables; además de medidas de estabilización de taludes.

#### *G. Estudio topográfico*

El estudio topográfico tuvo por objetivo:

- Realizar los trabajos de campo. Este trabajo empezó con la ubicación de las coordenadas relativas UTM con Datum Horizontal de WGS-84. Con estos puntos se procedió a detallar el borde de la carretera existente, los niveles de pisos, servicios existentes, cabales de tierra y las prospecciones para estudio de suelo.
- Brindar información de impacto ambiental.
- Brindar datos para el estudio de geotecnia.
- Precisar las dimensiones y ubicación de las obras de artes, entre otros.
- Determinar los puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.
- Con los datos recabados se elaboraron planos topográficos a escala 1:2000 y 1:5000 con curvas equidistantes a 1 m.

#### *H. Estudio hidrológico*

El objetivo del estudio hidrológico es evaluar e identificar los medios de drenaje en el área de estudio, la escorrentía, la humedad de suelo, la evo transpiración y otras características hidrológicas que pueden intervenir en el drenaje de los pavimentos.

- Clima:

En la zona de estudio, los inviernos son largos y los veranos cortos, nublados, mojados y frescos. La temperatura varía de 19° a 7°, pocas veces sube hasta 21° o baja a menos de 5°C.

○ Pluviometría:

La información pluviométrica tomó en consideración los datos proporcionados por SENAMHI de un periodo de 20 años, los datos se detallan en la **Tabla 7**.

**Tabla 7**

*Precipitación media, máxima y mínima de la estación de Huánuco por meses*

Periodo 1999 - 2019	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>Media(mm)</b>	75.8	82.4	58.7	17.5	1.8	1.6	0.6	3.0	3.0	7.3	13.5	34.5
<b>Max</b>	178	209.4	126.0	53.6	11.0	20.1	10.0	16.3	30.6	55.1	57.0	101.4
<b>Min</b>	14.4	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
<b>D.E.</b>	47.10	60.1	32.5	18.2	3.4	4.8	2.2	5.1	7.2	12.8	17.9	22.8

*Nota.* Tomado de SENAMHI, estación Huánuco.

De acuerdo con la metodología estadística empleada, en la **Tabla 8** se presenta la precipitación máxima en 24 horas (mm).

**Tabla 8**

*Cálculo de la precipitación máxima*

Tr (años)	Probabilidad	Log Normal	Gumbel	Log Pearson	Diseño
<b>200</b>	1	190.51	197.89	206.37	190.51
<b>100</b>	0.99	179.31	184.14	193.5	179.31
<b>50</b>	0.98	167.79	170.35	177.21	167.79
<b>25</b>	0.96	155.86	156.45	161.24	155.86
<b>10</b>	0.9	139.04	137.71	140.31	139.04
<b>2</b>	0.5	101.78	100.48	100.01	101.76

○ Intensidad de la lluvia:

Para el cálculo de la intensidad de la lluvia, se recurrió al modelo de Dick y Peschke, cuya fórmula es:

$$Pd = P_{24h} \left( \frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

P 24h=precipitación máxima al día

Pd= precipitación total

d= duración, medida en minutos

De acuerdo con la fórmula establecida, se procedió a hallar la intensidad de las lluvias por periodo de tiempo, esto se muestra en la

**Tabla 9**

*Intensidad de lluvia por periodo de tiempo*

<b>Duración</b>	<b>Tr</b>					
	<b>2 años</b>	<b>10 años</b>	<b>25 años</b>	<b>50 años</b>	<b>100 años</b>	<b>200 años</b>
<b>5 min</b>	24.71	33.75	37.83	40.73	43.53	46.25
<b>10 min</b>	29.38	40.14	44.99	48.44	51.76	55
<b>15 min</b>	32.51	44.42	49.79	53.6	57.28	60.86
<b>30 min</b>	38.67	52.82	59.21	63.75	68.12	72.38
<b>45 min</b>	42.79	58.46	65.53	70.55	75.39	80.1
<b>1 hr</b>	45.98	62.82	70.42	75.81	81.01	86.07
<b>2 hr</b>	54.68	74.7	83.74	90.15	96.34	102.36
<b>4 hr</b>	65.03	88.84	99.58	107.21	114.57	121.73
<b>6 hr</b>	71.97	98.31	110.21	118.65	126.79	134.71
<b>12 hr</b>	85.58	116.91	131.06	141.09	150.78	160.2
<b>24 hr</b>	101.78	139.04	155.86	167.79	179.31	190.51

- Caudales:

En este proceso se determinaron dos tareas: los caudales máximos para establecer la capacidad hidráulica y para estimar los niveles de erosión del recurso hídrico. Para la estimación del tiempo de concentración se emplea la siguiente fórmula:

$$T_c = 0.3(L^{0.76}/S^{0.19})$$

Donde:

Tc = tiempo de concentración

L = longitud de cauce mayor

S = pendiente media del cauce

I = intensidad (mm/h)

P = máxima precipitación

$$I = (0.451733P/Tc^{0.4998})$$

○ Obras de drenaje para los cruces con cursos de agua:

– Alcantarillas:

Los caudales de control y de diseño de las tuberías TMC ascienden a:

- 3.00 y 0.85 m<sup>2</sup>/s, para alcantarillas con 36” de diámetro (0.90m).
- 6.00 y 3.00 m<sup>2</sup>/s, con diámetro de 48” (120 cm).
- 10.00 y 6.00 m<sup>2</sup>/s, con diámetro de 60” (150 cm)

– Cunetas:

El drenaje longitudinal se requiere para los tramos del camino, en solo un flanco. De acuerdo al estudio, se ha considerado una precipitación de 95% de persistencia que asciende a 30.00 mm. Además, teniendo en cuenta el ancho del área (1.00 km) el dimensionamiento de las cuentas, viene a ser 0.95 m<sup>3</sup>/s/km.

#### 5.1.5. Criterios principales del diseño geométrico

##### A. *Afirmado*

En la **Tabla 10** se muestra las características para la superficie de soldadura.

**Tabla 10***Características para la superficie de rodadura*

Camino de BVT	IMD Proyectado	Ancho Calzada (m)	Estructura y superficie de rodadura – alternativa (**)
T4	201*400	2 carriles 6.00-7.00	El afirmado (grava, material granular, chancado máximo con 5 centímetros) la superficie con rodadura (mínimo 15 centímetros), se determina con ligas finas; se encuentra compactado y perfilado
T3	101*200	2 carriles 5.50-6.60	Afirmado (grava por 5 centímetros, materiales granulares, todo ello con zarandeado y chancado.
T2	51*100	2 carriles 5.50-6.00	Afirmado (elementos granulares naturales, grava, que se seleccionada por chancado o zarandeado); se perfila y compacta mínimamente 15 centímetros.
T1	16*50	1 carril (*) 3.50-6.00	Afirmado con un tamaño máximo de 5 centímetros, el material puede ser natural, granular o el zarandeo.
T0	<15	1 carril (*) 3.50-4.50	Afirmado (tierra). Posiblemente se mejora con grava la cual se selecciona por el zarandeado.
Trocha carrozable	IMD Indefinido	1 sendero (*)	Suelo natural (tierra) posiblemente mejora con grava natural, un compactado y perfilado.

*Nota.* \*con plazoleta de cruce. \*\*con técnicas de estabilización suelo-cemento y otros productos químicos.

- Cálculo del IMDA:
  - Conteo del tráfico:

**Tabla 11**

*Conteo de tráfico para el mes de agosto*

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automóvil	7	3	3	2	4	3	10
Camioneta	4	3	4	3	3	4	8
C.R.	0	0	0	0	0	0	0
Micro	0	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	2	3	1	1	2	2	1
Camión 3E	1	1	0	0	1	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>19</b>

*Nota.* El conteo se realizó las 24 horas de los 7 días.

- Factor de corrección:

**Tabla 12**

*Factores de corrección e IMDA*

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMDS	FC	IMDa
	L	M	M	J	V	S	D				
Automóvil	14	6	6	4	8	6	20	64	9	0.95845235	9
Camioneta	8	6	8	6	6	8	16	58	8	0.95845235	8
C.R.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.95845235	0
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.95845235	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.95845235	0
Camión 2E	4	6	2	2	4	4	2	24	3	1.01002247	3
Camión 3E	2	2	0	0	2	2	0	8	1	1.01002247	1
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>38</b>	<b>154</b>	<b>22</b>		<b>21</b>

- Análisis de la demanda

**Tabla 13**

*Tráfico actual por tipo de vehículo*

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	9	42.86
Camioneta	8	38.10
C.R.	0	0.00
Micro	0	0.00
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	3	14.29
Camión 3E	1	4.76
<b>IMD</b>	<b>21</b>	<b>100.00</b>

- Espesor afirmado:

La **Tabla 14** y **Tabla 15** indican los 4 tramos del camino y el espesor afirmado, para un diseño con 10 y 20 años de carril.

**Tabla 14**

*Espesor afirmado con diseño de 10 años carril*

TRAMO	KM 0+00	KM 3+00	KM 5+00	KM 7+00
CBR	33	35	33	16
Nrep	49789	49789	49789	49789
E (mm)	84.7	82.4	84.7	128.3
Adoptado (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0

**Tabla 15**

*Espesor afirmado con diseño de 20 años carril*

TRAMO	KM 0+00	KM 3+00	KM 5+00	KM 7+00
CBR	33	35	33	16
Nrep	56440	56440	56440	56440
E (mm)	86.4	84.1	86.4	131.0
Adoptado (mm)	150.0	150.0	150.0	150.0

*B. Pendiente*

Los límites máximos se toman en cuenta según los valores de la **Tabla 16**.

**Tabla 16**

*Pendientes máximas*

Velocidad de diseño	Tipo de orografía			
	Terreno escarpado	Terreno plano	Terreno montañoso	Terreno ondulado
<b>20</b>	12	8	10	9
<b>30</b>	12	8	10	9
<b>40</b>	10	8	10	9
<b>50</b>	8	8	8	8
<b>60</b>	8	8	8	8
<b>70</b>	7	7	7	7
<b>80</b>	7	7	7	7

*C. Calzada*

Aquellos caminos con un IMDA menor a 15, podrá tener una calzada de un solo carril, en la **Tabla 17** se indican los valores del ancho de calzada.

**Tabla 17***Ancho mínimo de la calzada en tangente (m)*

<b>IMDA</b>	<b>&lt;15</b>	<b>15 a 50</b>	<b>50 a 100</b>	<b>100 a 200</b>	<b>200 a 400</b>
<b>Velocidad km/h</b>	*	*	**	*	**
<b>25</b>	3.50	3.50	5.00	5.50	5.50
<b>30</b>	3.50	4.00	5.50	5.50	5.50
<b>40</b>	3.50	5.50	5.50	6.00	6.00
<b>50</b>	3.50	5.50	6.00	5.50	6.00
<b>60</b>		5.50	6.00	5.50	6.00
<b>70</b>		5.50	6.00	6.00	6.00
<b>80</b>		5.50	6.00	6.00	6.00

*Nota.* \*calzada de un solo carril. \*\*carreteras del sistema departamental nacional.

*D. Cunetas*

Las cunetas se diseñarán conforme a las condiciones pluviométricas, las dimensiones, se presentan en la **Tabla 18**:

**Tabla 18**

Dimensiones de las cunetas

<b>Región</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>
<b>Muy lluviosa</b>	1.00	0.50
<b>Seca</b>	0.50	0.20
<b>Lluviosa</b>	0.75	0.30

*E. Periodo de diseño*

Se toman a dos variables, tiempo de vida útil del pavimento. La vida útil hace referencia al periodo que transcurren entre su funcionamiento y cuando este se rehabilita; es decir, cuando llega a su nivel de serviciabilidad mínima. El tiempo de análisis hace referencia al tiempo de conducción del análisis; es decir, el periodo que puede cubrirse por cualquier estrategia de diseño. Si no se toman las rehabilitaciones, el tiempo de análisis es el tiempo de vida útil; pero si se toma a una planificación por fases; en otras palabras, una estructura de pavimento seguida por una o más operaciones de rehabilitación, el tiempo de análisis está estructurada por varios periodos de vida útil, de los refuerzos y pavimentos.

A efectos de diseño se toma en cuenta al tiempo de vida útil, mientras que el tiempo de análisis es usado para comparar las opciones de diseño; es decir, para analizar la economía del proyecto. El tiempo de análisis sugeridos se muestran a continuación.

**Tabla 19**

*Periodos de análisis*

<b>Clasificación de la vía</b>	<b>Periodo de análisis (años)</b>
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10-20
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15-25
Rural de alto volumen de tráfico	20-50
Urbana de alto volumen de tráfico	30-50

Para el diseño del camino, el periodo elegido fue de 20 año, ya que se trata de una zona con un volumen bajo de tráfico.

*F. Datos del diseño:*

- 293 pobladores son los que actualmente viven.
- Periodo del diseño: 20 años
- Es de tipo montañoso
- El Índice Medio Diario < 15 vehículos
- Drenaje superficial es de 0.30mts de alto x 0.75 mts de Ancho
- El porcentaje del pendiente máximo es del 12%
- La velocidad del diseño fue de 25 km/h
- Estructura y rodadura: suelo natural
- El ancho de la calzada es de 1 carril de 3.50 metros.

5.1.6. Planteamiento de la propuesta

*A. Componente 1: Mejoramiento de la trocha carrozable*

El camino vecinal Tipsa Punta – Huarpoj – Cruce Huengomayo cuenta con una extensión de 7 + 480 kilómetros de recorrido, el cual cuenta con las siguientes especificaciones:

- 4 metros de la anchura efectiva de la calzada uniformada con un nivel de relleno y corte de una variable.
- Plazoletas que se ubican a cada 0.5 kilómetros
- El espesor afirmado es de 0.15 metros.
- Los 0.30 x 0.75 metros de mejora de la cuneta lateral.
- Respecto a las características de los tramos son los siguientes:
  - Es distrital
  - Es de tercer orden
  - La velocidad directriz fue de 20 a 25 kilómetros por hora
  - Su radio mínimo es de 10 metros en curva de volteo
  - La longitud de parada es de 20 metros.
  - La pendiente mínima es de 2% y la máxima es de 8%.
  - La longitud curva vertical es variable.

*B. Componente 2: Obras de arte y drenaje*

El drenaje y las obras de arte considera los siguientes elementos:

- El desarrollo de 11 alcantarillas con elementos de salida como de entrada de un concreto armado y emboquillado de Piedra, 36" de TMC siendo de  $e = 2.5$  mm.
- El desarrollo de una alcantarilla en pendiente con elementos para su salida y entrada de emboquillado y el concreto armado, 2 cuerpos en paralelo de TMC siendo 72 pulgadas de 3 milímetros.
- El desarrollo de un 01 Baden con hormigón simple y emboquillado de las piedras.

### C. *Componente 3: Señalización*

Para la realización se ha proyectado los siguientes elementos

- Se colocan 3 unidades de la señalización preventiva donde se incluye la colocación y el transporte
- Se colocan 5 unidades de indicadores informativa, en estos se incluye a la colocación y el transporte.
- Se colocan 8 unidades de los hitos kilométricos

## 5.2. Pruebas de hipótesis

### 5.2.1. Hipótesis específica 1

- Hipótesis a probar:

Los criterios del servicio de transitabilidad para el mejoramiento de una trocha carrozable son, la capacidad de vía, nivel de servicio, estudio de la demanda, estudio de la oferta y el crecimiento del tránsito.

- Prueba de hipótesis:

En los resultados del estudio se encontró que el servicio de transitabilidad viene a ser la calidad infraestructural de una vía (carretera) que esté pavimentada o no pavimentada. Esta característica es de suma importancia, ya que brindará precaución y seguridad para el tránsito de vehículos y las personas que circulen por dicha vía. En este sentido, los criterios que se debe de tener en cuenta para brindar un buen servicio de transitabilidad son: la capacidad de vía, el nivel de servicio, el estudio de la demanda y oferta, y el crecimiento del tránsito.

Con respecto a la capacidad de la vía, se refiere a las condiciones actuales de la vía y el número máximo de vehículos probables que podrían atravesarla en un tiempo determinado, Para realizar la mejora de la vía, se encontró que la capacidad de la vía en estudio está compuesta de una trocha carrozable y su capacidad dependerá de la demanda y oferta de tránsito que requiera la vía. Estos dos últimos aspectos, se encontró que son indispensables para que la vía

sea óptima tanto a nivel social como nivel económico. Es decir, sería improductivo tener una carretera de 4 carriles y con un diseño de velocidad rápido, cuando en este tramo a lo máximo tiene una demanda de 10 vehículos por hora. Además, por la naturaleza del territorio, de ser muy complicado, disminuye la oferta de tener más de dos carriles.

Por otro lado, se encontró que la demanda directa, está compuesta por los pobladores del caserío Tipsa Punta-Huarpoj, quienes se dedican a actividades agrícolas y ganaderas, quienes demandan la mejora de la vía, especialmente, en épocas de cosecha en la cual se trasladan hacia los centros urbanos para comerciar sus productos. Asimismo, la oferta actual de la trocha empieza en el km 0+000 y se expande hasta el km 7+480; también se encontró que el ancho de la calzada varía entre 3 y 3.5 m, estas características son necesarias para determinar el índice medio de transitabilidad actual y con una proyección de 10 a 20 años. Es en esta proyección, que se toma en cuenta el crecimiento de tránsito, que, a su vez, considera, el crecimiento poblacional y los factores de corrección de tránsito. Este último criterio, es fundamental si se desea que el proyecto perdure en el tiempo sin tener futuras complicaciones de demanda u oferta de tránsito. Es decir, si en caso se construye una carretera de solo una vía, para una comunidad en pleno crecimiento poblacional tipo exponencial, al final de 5 o 10 años, dicha vía será inadecuada y no podrá cubrir la oferta requerida; por esta razón, es primordial que se considere el crecimiento de tránsito vehicular.

#### 5.2.2. Hipótesis específica 2

- Hipótesis a probar:

Los criterios preliminares de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable son, los aspectos ambientales, estudios topográficos, estudios hidrológicos, la velocidad de diseño, y la distancia de visibilidad.

- Prueba de hipótesis:

En todo proyecto vial, el diseño geométrico consiste en trazar el situado de una carretera sobre un determinado terreno; en el caso de estudio para el tramo

Tipsa Punta-Huarpoj-Cruce Huengomayo, en Huánuco. De manera previa para realizar el diseño geométrico, se deben de tomar ciertos criterios preliminares, entre los cuales se tiene: el estudio topográfico, el estudio hidrológico, la distancia de visibilidad y la velocidad del diseño.

El estudio topográfico, tiene por objetivo realizar el trabajo de campo para geometrizar y representar gráficamente la estructura del territorio, este estudio, principalmente brinda datos para la geotecnia, datos para determinar el impacto ambiental, precisar la ubicación de las obras de arte y establecer los puntos de referencia, cuando se desee replantear el proyecto de mejora. Sin este estudio, no se podría conocer exactamente las características de un determinado terreno, como las elevaciones, la superficie, las inflexiones, las coordenadas exactas, entre otro; siendo este aspecto, un criterio necesario para el diseño geométrico.

Por su parte, los estudios hidrológicos son sumamente necesarios, ya que, su finalidad es establecer cómo se comporta el agua de los cauces de una determinada zona de estudio; además, de identificar la cantidad de lluvias máximas que caen sobre el territorio. Como se sabe, el agua es enemigo número uno del pavimento, y en vías no asfaltadas, el agua genera erosión y destrucción de la vía; por esta razón, determinar el coeficiente de escorrentía, su pluviometría, identificar los cauces de riachuelos, los niveles de erosión, son necesarios para elaborar el sistema de drenaje artificial y natural (si la zona lo permite), las cuentas y las alcantarillas en la mejora de la trocha carrozable en estudio.

En cuanto a la distancia de visibilidad, es un factor vital para garantizar a eficiencia de la vía y la seguridad de los usuarios de una vía, en especial de carreteras que transiten autos ligeros y pesados. En sí, la seguridad depende de la distancia que provea el diseño para que el conductor sea capaz de controlar su vehículo en caso se encuentre con algún obstáculo, o desee sobrepasar a otro vehículo. Finalmente, la velocidad del diseño, se refiere a la rapidez en que se debe de realizar el proyecto de mejora; es así que, para vías con un alto índice de tránsito, se necesita que la mejora sea rápida a fin de no perjudicar a los usuarios de la vía. En el caso de estudio, debido a que se trata de un tramo con

bajo volumen de tránsito, la velocidad de diseño fue baja; aunado a ello, se toma en cuenta los tramos accidentados e inflexiones del territorio.

### 5.2.3. Hipótesis específica 3

- Hipótesis a probar:

Los criterios principales de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable son, el afirmado, la pendiente, la calzada y las cunetas.

- Prueba de hipótesis:

Conforme con el MTC, el diseño geométrico de un proyecto de carretera es la parte de mayor importancia, debido a que establece la configuración tridimensional geométrica definitiva que garantice la estética, armonía, elasticidad, funcionalidad, economía, comodidad, seguridad e integración de una vía con su entorno. Es por ello que, se deben de tomar 4 criterios principales para realizar el diseño geométrico, que son: el afirmado, la pendiente, las cunetas y la calzada.

El afirmado de una carretera se refiere a la superficie de la rodadura, que considera la capa de afirmado y que está sea la adecuada para soportar la frecuencia del tránsito. Asimismo, en el estudio se realizó el cálculo del IMDA y el espesor afirmado para el diseño de la mejora a 10 años y 20 años carril. Por el lado de la pendiente es un criterio que considera el desnivel entre la distancia horizontal y la que se debe de recorrer, el cual equivale a la tangente del ángulo que se forma en dicho desnivel; dicha pendiente se puede expresar en grados o en porcentaje. Si no se toma en cuenta este aspecto, se tendría un inadecuado diseño geométrico, no óptimo e inseguro para los usuarios.

Por el lado de las cunetas, son canales que se desarrollan al lado de las vías con el objeto de filtrar el agua proveniente de lluvias u otros imprevistos que se descarguen en la superficie de la vía. Estas cunetas toman en cuenta el estudio hidrológico, para que se optimice el tamaño y capacidad de las cunetas. En el estudio se determinó que las cunetas tienen tres valores para regiones lluviosas, secas y muy lluviosas con un ancho máximo de 1 m y una profundidad de 0.5 m. En referencia a la calzada, esta representa el tramo de una vía, destinada al

tránsito de vehículos, personas y otros; en circunstancias ordinarias. Esta calzada determina si la vía es de una o dos vías; además de separar a las bermas, la plataforma y las cunetas. En caso no se tenga un cálculo preciso del calzado, el diseño geométrico será inadecuado, y no cumplirá con su funcionalidad y seguridad.

#### 5.2.4. Hipótesis general

- Hipótesis a probar:

El mejoramiento de servicio de transitabilidad de una trocha carrozable comprende el desarrollo de un diseño geométrico y criterios de transitabilidad.

- Prueba de hipótesis:

Mejorar una vía, una carretera, un camino, no solo se trata de realizar, trabajos de nivelación, excavado, remodelación, etc. estos solo serían aceptables cuando se trate de “renovar” o “pulir” una carretera, ya que el mejoramiento de una vía, se refiere a un todo un proceso, con su propia metodología, que garantice la viabilidad de un proyecto, tomando en cuenta su transitabilidad, su seguridad, su estética, su economía, etc. En este sentido, el estudio encontró que, para mejorar una trocha carrozable, se requieren de dos componentes necesarios, los criterios de transitabilidad y el diseño geométrico.

Con respecto a los criterios de transitabilidad, en el estudio se ha considerado los factores de diseño, estudio de la demanda de tránsito, velocidad del diseño, el estudio topográfico, el estudio hidráulico, la superficie de rodadura y los elementos de diseño geométrico. Por este lado, se mencionó que es uno de los aspectos de mayor relevancia dentro de un proyecto vial, especialmente, cuando se planea construir una carretera sobre un determinado terreno.

#### 5.3. Discusión de resultados

En el trabajo, el resultado general, encontró que para mejorar el servicio de transitabilidad de una trocha carrozable, se tiene que realizar una evaluación adecuada y un desarrollo a detalle del diseño geométrico y los criterios de transitabilidad. El resultado presentó similitud con lo obtenido por Carreño y Chauza (2020), quienes señalaron la importancia del diseño geométrico en la construcción de las vías,

principalmente rurales, ya que en esas áreas se puede contar con una topografía más accidentada. La investigación de Buitrago (2019) se resaltó que la propuesta relacionada al diseño geométrico y los criterios de transitabilidad, señala a causa de las deficiencias en el diseño geométrico, estos defectos en el diseño generan varios tipos de daños a la carretera, perjudicando a las personas que hacen uso de ella. Otro resultado similar se obtuvo por Roman y Saldaña (2018), quienes mencionaron que para mejorar las carreteras tanto urbanas como rurales, es necesario contar con un buen diseño geométrico, todo esto basándose en las características de la transitabilidad, ya que se asegura una vida útil de la carretera.

En relación a la teoría empleada, cabe resaltar que es importante que las vías sean mejoradas, ya que este tipo de proyectos son fundamentales para asegurar el tránsito entre las comunidades, ya que promueve el crecimiento económico y social (Vasquez & Bendezú, 2008). Estas mejoras impulsan a la economía, no solo de la comunidad, sino del país, ya que las carreteras son un sistema de transporte eficaz para la población que la usa, debido a ello, en años recientes se solicita e impulsa el desarrollo de carreteras, ya que como se tiene entendido que en Junín alrededor del 132.9 km son trochas. Surgiendo así la demanda de cubrir diseñarlas geométricamente y en lo posible pavimentarlas principalmente en las áreas rurales (MTC, 2020). La normativa también menciona que debe de realizarse el diseño geométrico de la carretera, basándose en los parámetros establecidos, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, brindó las pautas para el diseño geométrico, entre estos se encuentran a la identificación del proyecto, el establecimiento de las futuras mejoras, etc. todas sus pautas resaltan la importancia de desarrollar mejoras en las trochas (DGIP, 2015).

Por el lado de los criterios del servicio de transitabilidad, estos criterios que intervienen en la mejora de una trocha carrozable son, la capacidad de vía, nivel de servicio, estudio de la demanda, estudio de la oferta y el crecimiento del tránsito. Respecto a este resultado, el cual fue similar al de Hallasi (2019), señala que debe de tomarse en cuenta el nivel de servicio que la vía tendrá que realizar, para ello debe de estudiarse la demanda y oferta que tiene todo el recorrido a construir, a fin de emplear materiales y cantidades que soporten una vida útil extensa. Además, Rodríguez (2018) también señaló que debe de considerarse al crecimiento del tránsito, ya que dependiendo de los tramos que cubra, estos pueden ir incrementando, dependiendo de la época en el

año. Román y Saldaña (2018) presentaron resultados similares a la investigación donde menciona que para el desarrollo de una buena carretera es necesario considerar los parámetros de diseño, donde se considera al estudio de la capacidad de vía, del nivel de servicio que se prestará, ayudará a desarrollar una buena carretera para la región determinada.

En relación a la teoría, según menciona el DGIP (2015) es importante estudiar la demanda actuales y futuras de una carretera a fin de establecer el desempeño que una trocha presenta previo a la implementación de las propuestas o proyectos. Lo mismo sucede con el estudio de la oferta, este menciona que considera a los aspectos físicos y técnicos de la infraestructura tal sin las mejoras, para luego ver la mejora en la intervención (DGIP, 2015). En todo tipo de carreteras, sean ubicadas en áreas urbanas o rurales, siempre tiende a existir un crecimiento o reducción del tránsito, por ello es importante determinar el soporte permitido por la estructura, siempre y cuando sea necesario, determinar un buen crecimiento del tránsito permite un determinar la carga aproximada soportada por la carretera, siendo uno de los puntos fundamentales dentro del diseño geométrico.

En cuanto al diseño geométrico, el estudio determinó que existen dos tipos de criterios: los criterios preliminares y los criterios principales de diseño geométrico, los cuales intervienen en el mejoramiento de una trocha carrozable. En primer lugar, los criterios preliminares se conforman de: los aspectos ambientales, estudios topográficos, estudios hidrológicos, la velocidad de diseño, y la distancia de visibilidad. Resultado similar se indicó en la investigación de Keller (2020), quien señaló que debe de considerarse realizarse estudios hidrológicos y considerarse los aspectos ambientales, ya que estos tienden a variar entre regiones y por ende afectan de diferente modo a las carreteras. Además, Carreño y Chauza (2020) también señalaron en su investigación que debe de hacerse un análisis de la velocidad de diseño, esto a fin de cumplir con la normativa distada para las vías; asimismo, resalta que para la construcción de las vías debe de tomarse en cuenta a los estudios hidrológicos realizados a fin de brindar una adecuada conducción de las aguas subterráneas y superficiales, evitando daños a la estructura. La investigación realizada en España por Gutiérrez (2017) mencionó que es relevante la realización del análisis de la distancia de visibilidad en la construcción de las carreteras basándose en los aspectos ambientales, ya que estos tienden a cambiar de

acuerdo a la zona donde son realizados. Rodríguez (2018) señaló la importancia que tienen los aspectos ambientales, ya que un adecuado estudio puede ayudar evitar complicaciones como deslizamientos de tierra u otros que dañen a la carretera. La topografía es otro de los puntos importantes

Respecto a estos criterios, teóricamente hablando, los aspectos ambientales son puntos fundamentales para el diseño geométrico de una mejora en las carreteras, ya que estos pueden causar deterioros o fallas si no es bien establecido (MTC, 2018). Asimismo, es importante tomar en cuenta a la vegetación que hay en la parte del camino a mejorar, lo que debe hacerse es evitarse sus alteraciones, evitando así afectar al ecosistema del lugar (MTC, 2018). También es importante realizar los estudios de la topografía del lugar, buscando que proyectar la superficie terrestre a una superficie plana, donde pueda existir un adecuado tránsito. En relación a la hidrología, este busca que se asegure el acceso a la carretera sin dañar los cauces naturales, a través de puentes o alcantarillas; asimismo, considera las aguas pluviales, los cuales si no son bien analizados pueden causar problemas (MTC, 2018).

En segundo lugar, los criterios principales de diseño geométrico necesarios para el mejoramiento una trocha carrozable corresponde: el afirmado, la pendiente, la calzada y las cunetas. Este resultado fue parecido a lo hallado por Palma, Cervera, y Arenas (2017), quienes señalaron que para caracterizar y mejorar un material es importante el afirmado y tener conocimiento de la pendiente y cunetas a realizar ya que ayudan a la mejora de la transitabilidad en las carreteras. Asimismo, en la investigación de Buitrago (2019), fue establecido que, en el caso de las vías terciarias, es importante contar con datos de la calzada y la pendiente, ya que así se evitan defectos futuros en las vías, llegando incluso a reducir el riesgo de desmoronamiento; por ello, deben de realizarse propuestas que consideren a estos componentes. La investigación de Rodríguez (2018) acotó que es necesario el estudio de la pendiente donde se está realizando el trabajo, ello a fin de evitar deslizamientos causados por el ambiente.

Ahora, teóricamente hablando, el diseño geométrico también cuenta con otros puntos a considerar como es el afirmado, el cual es importante ya que tiende a formar parte del diseño del pavimento, ya que este también es considerado como una superficie de rodadura. Para ello debe de considerarse la resistencia de la calzada y la frecuencia de paso periódico (DGIP, 2015). Respecto a la pendiente, este es otro punto a considerar, ya

que ayudará al drenaje de las filtraciones en toda la extensión de la carretera (DGIP, 2015). Sobre la calzada, este es importante porque se refiere a los carriles donde los carros pasan, por un mismo sentido, básico para la realización del diseño de la carretera. Sobre las cunetas, estos son importantes ser bien diseñados ya que conducen y filtran los escurrimientos de agua por lluvias u otros imprevistos que puedan darse en la carretera, buscando la manera de proteger así la vida útil de la carretera.

## CONCLUSIONES

- Se logrado alcanzar el objetivo general de investigación, toda vez que la investigación concluye que para mejorar el servicio de transitabilidad de una trocha carrozable, se tiene que realizar una evaluación adecuada y un desarrollo a detalle del diseño geométrico y los criterios de transitabilidad. Por ende, mejorar la transitabilidad, hace referencia a la calidad de la infraestructura vial pavimentada o sin pavimentar, la cual brinda seguridad a los que emplean este medio de transporte, continuando, para su mejora es importante considerar al diseño geométrico planteado, el cual es brindado por el MTC, donde señala todos los criterios a considerar para la realización de las mejoras; asimismo, es importante considerar a los criterios de la transitabilidad, los cuales presentan influencia en el desarrollo de la carretera.
- Se ha identificado los criterios preliminares de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable los cuales son: los aspectos ambientales, estudios topográficos, estudios hidrológicos, la velocidad de diseño, y la distancia de visibilidad. Lográndose el primer objetivo específico. Entonces si se quiere mejorar la transitabilidad, deben de considerarse a los criterios de servicio de esta carretera, previo a la aplicación de la mejora, ya que así se logrará un diseño geométrico más cercano a la realidad, para ello debe analizarse la demanda y oferta actual que tiene la vía, al igual que la capacidad y el crecimiento que presentará en un futuro, para que así se realice una mejora que pueda tener una capacidad de soporte de acuerdo al uso dado.
- Se ha descrito los criterios preliminares de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable. Es así que se concluye que, con respecto al diseño geométrico, el estudio determinó que existen dos tipos de criterios: los criterios preliminares y los criterios principales de diseño geométrico, los cuales intervienen en el mejoramiento de una trocha carrozable. Por lo tanto, para contar con un buen diseño geométrico deben de tomarse en cuenta a los criterios preliminares, los cuales se enfocan en los aspectos ambientales y topográficos de la zona, ya que si estos no son estudiados pueden generar deterioros a corto tiempo de la carretera, por ende, es necesario considerar al ecosistema del lugar.
- Finalmente, se ha identificado los criterios principales de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable, de manera que se cumplió con el tercer objetivo específico. Sobre los criterios principales de diseño geométrico, se concluye que, para el

mejoramiento de una trocha carrozable son, el afirmado, la pendiente, la calzada y las cunetas. Entonces, para contar con un buen diseño geométrico, se requiere la consideración de los criterios principales, los cuales abarcan a las pendientes, la calzada, el afirmado y las cunetas, estos aspectos tienden a influir en si es mejorado o no las vías, ya que, en el caso de la pendiente y las cunetas ayudará a la conservación de la carretera, lo mismo sucede con el afirmado y la calzada, los cuales tienden a ser aspectos relevantes para un adecuado diseño geométrico, ajustado a la realidad.

## RECOMENDACIONES

- A los ingenieros civiles se les recomienda usar el diseño geométrico en las diferentes carreteras del país, en búsqueda del mejoramiento de las trochas carrozables, esto ya que va a permitir un mejor recorrido y seguridad a los pobladores que hacen uso de estos sistemas, incrementando así es aspecto económico y social. Para un buen diseño geométrico debe de usarse la normativa brindada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, donde indica cómo es que debe de plantearse la mejora. Asimismo, deben de considerarse los diferentes criterios de la transitabilidad, es decir realizar los estudios respectivos para determinar las posibles mejoras a realizar en el lugar, entre estos estudios debe de estudiarse la topografía, el aspecto ambiental, esto a través de instrumentos actuales que permitan ver la realizada de la carretera o trocha a mejorar.
- Se recomienda a los especialistas, realizar un análisis exhaustivo de los criterios de servicios de transitabilidad; es decir, deben de enfocarse en analizar antes de aplicar la mejora, que capacidad tiene la vía, que nivel de servicio brinda, todo ello para lograr establecer parámetros en el diseño de mejora para la trocha carrozable; asimismo, debe de analizarse la demanda y oferta que se tiene sobre dicha carretera y determinar qué crecimiento presentará el tránsito, ya que como se sabe, en determinadas épocas del año estas tienden a incrementarse, para ello deben de aplicarse una serie de fórmulas básicas para establecer el soporte que debería tener la carretera a mejorar.
- Se sugiere a los ingenieros profundizar en los estudios a realizar respecto a los factores ambientales, los cuales son cruciales en la realización de mejoras, ya que un mal estudio puede generar el deterioro de la vida útil de estos lugares. Asimismo, se recomienda analizar la hidrología, topografía que tiene el lugar, con todo ello se busca que el desarrollo de las carreteras resulte eficiente y no cause daños al ecosistema del lugar. Además, se sugiere que trabajen con especialistas en estos campos ambientales, topográficos e hidrológicos, ya que es crucial que los datos obtenidos concuerden con la realidad que presenta el lugar donde se realizará la mejora. Adicionalmente, se sugiere que luego de la aplicación de las mejoras, se realicen estudios periódicos que puedan ir analizando la evolución de la carretera diseñada.
- Es recomendable que todos los ingenieros civiles al desarrollar el diseño de mejora de una carretera o trocha se tenga en consideración al afirmado que ya se tiene, a fin de determinar

si este fue eficaz o no y si es necesario cambiarla, también los ingenieros deben de medir la pendiente que tiene la trocha o carretera, esto buscando determinar si es apto para el filtrado de líquidos, principalmente para ver si se puede evitar ser vulnerado por las condiciones hidrológicas del lugar; asimismo, se recomienda considerar la calzada, esta debe tener una adecuada extensión, o en todo caso al aplicar la mejora esta debe de ser modificada, lo mismo con las cunetas, los ingenieros deben de analizar si está realizando su función como es debida ya que, esta puede generar deterioros a futuro en la carretera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigacion*. Caracas, Venezuela.
- Banco Mundial. (2014). *Transporte: resultados del sector*. BM.
- Buitrago, L. (2019). *Propuesta para el mejoramiento de las vías terciarias en el municipio de Sáchica- Boyacá*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigacion científica*. Lima: Editorial San Marcos.
- Carreño, O., & Chauza, E. (2020). *Propuesta de diseño geométrico tipo placa huella para vía terciaria en la vereda el hospicio del municipio de la mesa Cundinamarca*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- DGIP. (2015). *Guía metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de vialidad interurbana*. Lima: Dirección General de Inversión Pública.
- DGIP. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación*. Lima: Direccion General de Inversion Pública.
- Espinoza, C. (2010). *Metodología de investigación tecnológica*. Huancayo: Imagen Grafica SAC.
- Gutierrez, M. (2017). *Gestión de carreteras no pavimentadas*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Hallasi, A. (2019). *Mejoramiento de las trochas carrozables en la comunidad de retiro del Carmen distrito de Yanatile - Calca – Cusco, 2019*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigacion*. Mexico: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Keller, L. (2020). *Acondicionamiento de carretera de acceso para colegio de formación profesional*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- Leiva, R. (2016). *Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el jr. Arequipa, progresivo km 0+000 - km 0+100, distrito de Orcotuna, Concepción*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.

- MEF. (2016). *Análisis Funcional, Transporte Terrestre*. Lima.
- Merlo, L. (2018). *Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado cruce distrito Santa Cruz de Toledo – caserío Ayambra, provincia de Contumazá - Cajamarca*. Trujillo: Univeresidad Cesar Vallejo.
- MTC. (2018). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial* . Lima.
- MTC. (2018). *Manual de carreteras, diseño geométrico*. Lima: Ministerio de Transportes y comunicaciones.
- MTC. (2020). *Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC. (2021). *Índice Medio Diario Anual (IMDA)*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Palma, M., Cervera, M., & Arenas, E. (2017). *Caracterización y mejoramiento del material de afirmado para terraplenes de la cantera recebera la esmeralda ubicada en el kilómetro 7 vía totumo*. Bogota, Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Quispe, N., & Poma, D. (2019). *Norma de estandarización de diseño geométrico de trochas carrozables para modificar la norma del MTC a través del análisis de estándares de otros países*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Rodriguez, J. (2018). *Diseño para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago y Guzmango, distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca*. Lima: Univesridad Cesar Vallejo.
- Roman, W., & Saldaña, A. (2018). *Propuesta de parámetros de diseño geométrico para trochas carrozables en la norma DG - 2018 a fin de optimizar costos*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Sánchez, H., Reyes, C., & Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científíffica, tecnológica y humanística*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Sancho, C. (2017). *Implementación de resultados del ensayo a escala real acelerado en el diseño de pavimentos en el Perú – 2017*. Huancayo: Universidad Continental.

Urazan, C. (2017). Relación entre la red nacional de carreteras y el desarrollo económico nacional. Caso América Latina y el Caribe. *Espacios*, 2.

Vasquez, A., & Bendezú, L. (2008). *Ensayo sobre el rol de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú*. Lima: CIES.

## **ANEXOS**

**Anexo 1**  
**Matriz De Consistencia**

Título: Mejoramiento del servicio de transitabilidad de una trocha carrozable

Autor: Emerson Ramiro Herrera Orellana

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿De qué manera se mejora el servicio de transitabilidad de una trocha carrozable?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son los criterios del servicio de transitabilidad para el mejoramiento de una trocha carrozable?</li> <li>• ¿Cuáles son los criterios preliminares de diseño geométrico para el mejoramiento</li> </ul>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Plantear una propuesta de mejoramiento del servicio de transitabilidad de una trocha carrozable.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los criterios del servicio de transitabilidad para el mejoramiento de una trocha carrozable.</li> <li>• Describir los criterios preliminares de diseño geométrico para</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El mejoramiento de servicio de transitabilidad de una trocha carrozable comprende el desarrollo de un diseño geométrico y criterios de transitabilidad.</p> <p><b>Hipótesis Específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los criterios del servicio de transitabilidad para el mejoramiento de una trocha carrozable son, la capacidad de vía, nivel de servicio, estudio de la demanda, estudio de la oferta y el</li> </ul>	<p><b>Variable:</b></p> <p>Transitabilidad de una trocha carrozable</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterios del servicio de transitabilidad</li> <li>• Criterios preliminares de diseño geométrico</li> <li>• Criterios principales de diseño geométrico</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b></p> <p>Científico</p> <p><b>Diseño:</b></p> <p>No experimental - descriptivo</p>	<p><b>Población:</b></p> <p>Respecto al conjunto de c.; que sumados a las trochas poco transitables se aproximan al 74 % del total de red vial rural del país.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>El total de la trocha carrozable a mejorar mide aproximadamente 7.480 km.</p> <p><b>Muestreo:</b></p> <p>no probabilístico - intencional</p>	<p><b>Técnicas:</b></p> <p>La observación</p> <p><b>Instrumentos:</b></p> <p>Ficha de observación</p>

---

<p>de una trocha carrozable?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son los criterios principales de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable?</li> </ul>	<p>el mejoramiento de una trocha carrozable.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los criterios principales de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable.</li> </ul>	<p>crecimiento del tránsito</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los criterios preliminares de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable son, los aspectos ambientales, estudios topográficos, estudios hidrológicos, la velocidad de diseño, y la distancia de visibilidad</li> <li>• Los criterios principales de diseño geométrico para el mejoramiento de una trocha carrozable son, el afirmado, la pendiente, la calzada y las cunetas.</li> </ul>
--	--	--

---

**Anexo 2**  
**Operacionalización de las variables**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnicas
<b>Transitabilidad de una trocha carrozable</b>	<b>Variable única</b>			Capacidad de vía Nivel de servicio	
	Son las condiciones de tránsito de acuerdo a un camino, toma en cuenta el flujo de tránsito que acepta la vía, además de la calidad de asfaltado, afirmado o trocha (Vasquez & Bendezú, 2008).	Es la condición de servicio del tránsito lo cual se establece según el diseño geométrico de construcción.	Criterios del servicio de transitabilidad	Estudio de la demanda Estudio de la oferta Crecimiento del tránsito	La observación
			Criterios preliminares de diseño geométrico	Aspectos ambientales Estudios topográficos Estudios hidrológicos Velocidad de diseño Distancia de visibilidad	
		Criterios principales de diseño geométrico	El afirmado La pendiente La calzada Las cunetas		

### **Anexo 3**

#### **Consideraciones éticas**

Para el progreso del estudio se están tomando en cuenta todos procesos adecuados, haciendo uso de la ética en procedimiento de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana del Centro.

Los datos y registros que se emplearán en el trabajo de investigación serán confiables. De este modo desde el proyecto ya se toman en cuenta las consideraciones éticas, a fin de no cometer faltas, tales como el plagio, falsificación de datos, no citar fuentes bibliográficas, etc.; lo cual se reflejará hasta la sustentación de la Tesis.

En consecuencia, me someto a las pruebas respectivas de validación del contenido del presente proyecto.

# Anexo 4

## Planos

### Ubicación del lugar

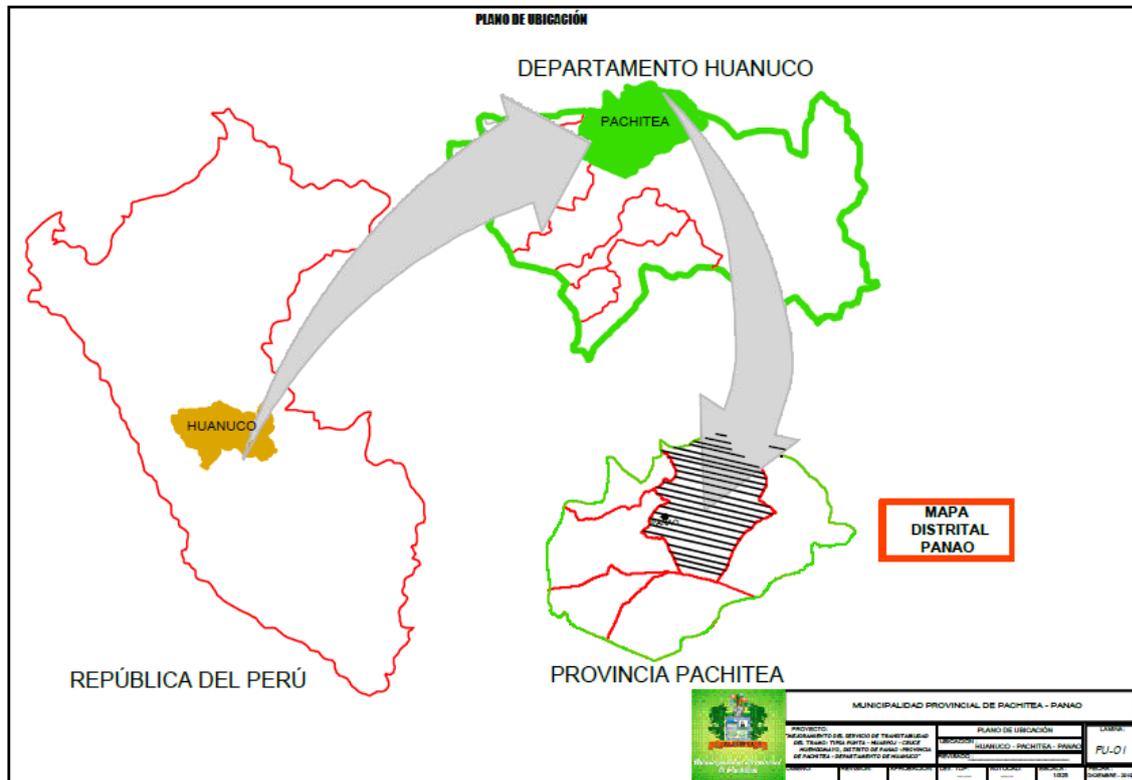


Tabla de Elementos de Curva Circulares												
Curva	PC-EC	PI	PT-CE	Delta	Radio	Tangente	L	LC	EXT.	MED.	PI Norte	PI Este
Pt:1	0+022.51	0+035.01	0+046.53	39°19'50"	35.00	12.51	24.03	23.56	2.17	2.17	8900076.000	399844.000
Pt:2	0+049.62	0+061.83	0+070.11	78°16'50"	37.00	12.21	20.49	18.94	4.34	4.34	8900098.000	399827.000
Pt:3	0+089.42	0+101.29	0+112.63	29°33'00"	45.00	11.87	23.21	22.95	1.54	1.54	8900079.000	399788.000
Pt:4	0+136.60	0+148.85	0+160.63	27°32'10"	50.00	12.25	24.03	23.80	1.48	1.48	8900082.000	399740.001
Pt:5	0+166.49	0+177.93	0+189.28	11°52'00"	110.00	11.43	22.78	22.74	0.59	0.59	8900070.000	399713.000
Pt:6	0+210.51	0+220.80	0+230.55	31°54'30"	36.00	10.29	20.05	19.79	1.44	1.44	8900061.000	399671.000
Pt:7	0+232.15	0+242.30	0+252.23	20°55'20"	55.00	10.16	20.08	19.97	0.93	0.93	8900068.470	399650.267
Pt:8	0+256.00	0+266.35	0+276.33	25°53'00"	45.00	10.34	20.33	20.16	1.17	1.17	8900088.000	399626.000
Pt:9	0+283.67	0+294.63	0+305.50	12°30'40"	100.00	10.96	21.84	21.79	0.60	0.60	8900080.000	399600.000
Pt:10	0+306.90	0+318.08	0+328.30	40°52'00"	30.00	11.18	21.40	20.95	2.01	2.01	8900085.000	399576.999
Pt:11	0+331.62	0+342.12	0+351.83	38°35'50"	30.00	10.51	20.21	19.83	1.79	1.79	8900105.001	399562.000
Pt:12	0+413.66	0+425.00	0+435.97	25°34'00"	50.00	11.34	22.31	22.13	1.27	1.27	8900126.000	399481.000
Pt:13	0+438.28	0+449.46	0+459.06	66°39'50"	45.00	11.16	19.78	18.68	3.35	3.35	8900142.000	399462.000
Pt:14	0+508.50	0+520.67	0+532.60	19°43'20"	70.00	12.17	24.10	23.98	1.05	1.05	8900109.000	399396.000
Pt:15	0+534.93	0+545.61	0+555.98	24°07'20"	50.00	10.68	21.05	20.90	1.13	1.13	8900106.000	399371.000
Pt:16	0+557.92	0+568.62	0+579.26	10°11'30"	120.00	10.70	21.35	21.32	0.48	0.48	8900094.000	399351.000
Pt:17	0+588.48	0+599.58	0+610.56	14°03'10"	90.00	11.09	22.07	22.02	0.68	0.68	8900083.000	399322.000
Pt:18	0+616.01	0+627.48	0+638.48	28°36'40"	45.00	11.48	22.47	22.24	1.44	1.44	8900087.000	399299.000
Pt:19	0+647.15	0+658.31	0+668.52	40°49'00"	30.00	11.16	21.37	20.92	2.01	2.01	8900038.999	399285.000
Pt:20	0+672.36	0+683.36	0+694.07	22°37'10"	55.00	11.00	21.71	21.57	1.09	1.09	8900029.000	399261.000
Pt:21	0+695.27	0+707.07	0+716.16	66°30'10"	40.00	11.80	20.89	19.74	3.52	3.52	8900029.000	399237.000
Pt:22	0+718.00	0+729.44	0+740.28	31°54'40"	40.00	11.44	22.28	21.99	1.60	1.60	8900005.999	399227.000
Pt:23	0+752.44	0+764.07	0+775.08	32°25'50"	40.00	11.63	22.64	22.34	1.66	1.66	8899986.000	399198.000
Pt:24	0+805.22	0+816.49	0+827.38	25°23'30"	50.00	11.26	22.16	21.98	1.25	1.25	8899984.000	399145.000
Pt:25	0+830.54	0+842.06	0+853.25	23°39'10"	55.00	11.52	22.71	22.54	1.19	1.19	8899972.000	399122.000
Pt:26	0+874.15	0+885.83	0+896.43	42°33'40"	30.00	11.68	22.28	21.78	2.20	2.20	8899969.000	399078.000
Pt:27	0+911.93	0+923.17	0+933.22	45°10'50"	36.00	11.23	21.29	20.74	2.24	2.24	8899993.000	399048.000
Pt:28	0+946.71	0+957.22	0+963.48	87°21'30"	30.00	10.50	16.77	15.19	4.21	4.21	8899989.000	399013.000
Pt:29	0+973.70	0+984.38	0+993.32	56°13'00"	45.00	10.68	19.62	18.85	2.67	2.67	8900020.001	399006.000
Pt:30	0+996.94	1+009.04	1+019.48	51°40'10"	45.00	12.10	22.55	21.79	2.78	2.78	8900031.000	398984.000
Pt:31	1+037.21	1+049.58	1+061.91	7°51'50"	180.00	12.37	24.71	24.69	0.42	0.42	8900072.000	398974.000
Pt:32	1+085.11	1+095.78	1+104.37	61°18'10"	50.00	10.67	19.26	18.35	2.92	2.92	8900115.000	398957.000
Pt:33	1+122.41	1+134.01	1+145.13	28°55'40"	45.00	11.61	22.72	22.48	1.47	1.47	8900120.000	398917.000
Pt:34	1+158.96	1+171.22	1+183.22	19°51'30"	70.00	12.25	24.26	24.14	1.06	1.06	8900106.000	398882.000
Pt:35	1+191.83	1+203.29	1+213.51	46°00'50"	30.00	11.46	21.68	21.11	2.33	2.33	8900084.514	398857.851
Pt:36	1+222.30	1+233.78	1+243.14	59°40'50"	45.00	11.47	20.83	19.90	3.06	3.06	8900086.923	398826.213
Pt:37	1+248.34	1+259.56	1+269.43	48°19'30"	50.00	11.22	21.09	20.47	2.40	2.40	8900112.000	398814.000
Pt:38	1+279.56	1+291.45	1+303.12	19°17'00"	70.00	11.89	23.56	23.45	1.00	1.00	8900121.000	398782.000

Tabla de Elementos de Curva Circulares												
Curva	PC-EC	PI	PT-CE	Delta	Radio	Tangente	L	LC	EXT.	MED.	PI Norte	PI Este
PI39	1+304.19	1+315.64	1+325.31	55°00'30"	30.00	11.45	21.12	20.32	2.80	2.80	8900135.000	398762.000
PI40	1+332.77	1+343.85	1+354.82	14°02'10"	90.00	11.08	22.05	21.99	0.68	0.68	8900165.000	398762.000
PI41	1+357.43	1+368.48	1+379.18	24°55'20"	50.00	11.05	21.75	21.58	1.21	1.21	8900189.000	398756.000
PI42	1+383.08	1+394.61	1+405.36	36°28'30"	35.00	11.53	22.28	21.91	1.85	1.85	8900215.000	398761.000
PI43	1+460.90	1+472.54	1+484.06	14°44'50"	90.00	11.65	23.16	23.10	0.75	0.75	8900286.000	398727.000
PI44	1+508.91	1+520.27	1+530.88	35°58'30"	35.00	11.36	21.98	21.62	1.80	1.80	8900333.000	398718.000
PI45	1+531.17	1+542.12	1+551.20	57°24'00"	45.00	10.95	20.04	19.21	2.80	2.80	8900348.465	398701.522
PI46	1+554.86	1+566.58	1+578.17	14°50'20"	90.00	11.72	23.31	23.24	0.76	0.76	8900342.000	398676.000
PI47	1+627.58	1+638.52	1+647.60	57°22'10"	20.00	10.94	20.03	19.20	2.80	2.80	8900307.000	398613.000
PI48	1+656.98	1+668.72	1+680.25	19°02'40"	70.00	11.74	23.27	23.16	0.98	0.98	8900275.000	398611.000
PI49	1+683.91	1+694.51	1+703.66	51°26'10"	45.00	10.60	19.75	19.09	2.42	2.42	8900251.000	398601.000
PI50	1+704.44	1+714.90	1+723.39	60°19'20"	35.00	10.46	18.95	18.09	2.82	2.82	8900245.000	398580.001
PI51	1+724.07	1+734.38	1+744.25	28°54'10"	40.00	10.31	20.18	19.96	1.31	1.31	8900260.000	398564.671
PI52	1+744.76	1+756.43	1+767.81	22°01'00"	60.00	11.67	23.06	22.91	1.12	1.12	8900266.000	398543.000
PI53	1+767.81	1+778.33	1+788.05	38°38'20"	30.01	10.52	20.24	19.86	1.79	1.79	8900279.506	398525.393
PI54	1+791.66	1+802.93	1+813.09	43°51'10"	50.00	11.27	21.43	20.91	2.18	2.18	8900279.000	398500.000
PI55	1+828.13	1+838.59	1+848.25	38°25'10"	30.00	10.45	20.12	19.74	1.77	1.77	8900253.000	398474.000
PI56	1+852.46	1+863.97	1+875.20	21°43'10"	60.00	11.51	22.74	22.61	1.09	1.09	8900227.000	398471.000
PI57	1+881.84	1+893.22	1+902.53	59°16'50"	20.00	11.38	20.69	19.78	3.01	3.01	8900201.000	398457.000
PI58	1+904.19	1+914.85	1+925.30	20°09'20"	60.00	10.66	21.11	21.00	0.94	0.94	8900200.000	398433.321
PI59	1+929.59	1+939.92	1+950.10	16°47'20"	70.00	10.33	20.51	20.44	0.76	0.76	8900207.703	398409.235
PI60	1+955.59	1+966.76	1+977.68	21°05'40"	60.00	11.17	22.09	21.97	1.03	1.03	8900223.000	398387.000
PI61	1+978.76	1+989.53	1+999.80	30°08'40"	40.00	10.77	21.04	20.80	1.43	1.43	8900242.000	398374.000
PI62	2+005.73	2+016.11	2+021.81	92°06'10"	30.00	10.37	16.07	14.40	4.41	4.41	8900269.000	398372.000
PI63	2+028.33	2+038.60	2+046.99	59°24'30"	30.00	10.27	18.66	17.84	2.72	2.72	8900266.000	398345.000
PI64	2+051.17	2+062.76	2+073.29	42°15'10"	30.00	11.59	22.12	21.63	2.16	2.16	8900242.262	398334.306
PI65	2+073.57	2+084.93	2+095.92	25°37'00"	50.00	11.37	22.35	22.17	1.28	1.28	8900233.000	398313.000
PI66	2+100.93	2+111.57	2+121.38	39°03'50"	30.00	10.64	20.45	20.06	1.83	1.83	8900234.000	398285.000
PI67	2+121.38	2+131.99	2+142.50	13°25'40"	90.10	10.61	21.12	21.07	0.62	0.62	8900247.993	398270.010
PI68	2+142.89	2+153.37	2+163.46	27°24'00"	43.00	10.48	20.56	20.37	1.26	1.26	8900258.000	398251.000
PI69	2+165.08	2+176.57	2+187.85	18°38'30"	70.00	11.49	22.78	22.67	0.94	0.94	8900277.364	398237.521
PI70	2+198.71	2+209.36	2+218.85	46°09'40"	25.00	10.65	20.14	19.60	2.18	2.18	8900297.000	398211.001
PI71	2+219.49	2+230.97	2+241.02	49°20'10"	25.00	11.48	21.53	20.87	2.51	2.51	8900319.588	398208.098
PI72	2+266.81	2+277.20	2+282.90	92°10'20"	30.00	10.39	16.09	14.41	4.42	4.42	8900355.000	398240.000
PI73	2+284.50	2+295.31	2+303.52	68°05'30"	30.00	10.81	19.01	17.92	3.31	3.31	8900369.607	398222.493
PI74	2+322.81	2+334.13	2+344.71	35°50'40"	35.00	11.32	21.90	21.54	1.78	1.78	8900350.000	398186.000
PI75	2+351.96	2+363.65	2+375.18	16°38'00"	80.00	11.69	23.22	23.14	0.85	0.85	8900354.000	398156.000
PI76	2+397.48	2+408.04	2+417.79	38°47'00"	30.00	10.56	20.31	19.92	1.80	1.80	8900347.000	398112.000

Tabla de Elementos de Curva Circulares												
Curva	PC-EC	PI	PT-CE	Delta	Radio	Tangente	L	LC	EXT.	MED.	PI Norte	PI Este
Pl:77	2+427.97	2+439.48	2+450.83	16°22'40"	80.00	11.51	22.87	22.79	0.82	0.82	8900363.000	398084.000
Pl:78	2+463.60	2+475.39	2+486.93	20°33'40"	65.00	11.79	23.33	23.20	1.06	1.06	8900388.999	398059.001
Pl:79	2+488.94	2+500.63	2+511.82	29°07'40"	45.00	11.69	22.88	22.63	1.49	1.49	8900400.000	398036.000
Pl:80	2+518.35	2+529.54	2+540.43	23°00'10"	55.00	11.19	22.08	21.93	1.13	1.13	8900424.000	398019.000
Pl:81	2+573.73	2+585.53	2+595.78	50°31'30"	35.00	11.80	22.05	21.34	2.64	2.64	8900479.000	398007.000
Pl:82	2+597.46	2+608.61	2+619.67	12°43'30"	100.00	11.15	22.21	22.16	0.62	0.62	8900490.246	397985.087
Pl:83	2+620.37	2+632.24	2+641.80	61°23'20"	40.00	11.87	21.43	20.42	3.26	3.26	8900505.460	397966.886
Pl:84	2+641.85	2+652.94	2+659.22	90°28'10"	45.00	11.09	17.37	15.62	4.62	4.62	8900528.030	397971.388
Pl:85	2+665.61	2+676.33	2+686.66	26°47'40"	45.00	10.72	21.04	20.85	1.26	1.26	8900522.286	397998.999
Pl:86	2+686.82	2+697.49	2+707.14	43°08'00"	35.00	10.67	20.33	19.85	2.03	2.03	8900508.858	398015.854
Pl:87	2+725.39	2+735.74	2+746.03	11°16'00"	105.00	10.36	20.65	20.61	0.51	0.51	8900512.000	398055.003
Pl:88	2+746.17	2+757.07	2+767.45	30°28'30"	40.00	10.90	21.28	21.03	1.46	1.46	8900517.844	398075.577
Pl:89	2+768.32	2+778.88	2+788.73	36°32'50"	32.00	10.57	20.41	20.07	1.70	1.70	8900533.999	398090.999
Pl:90	2+795.64	2+807.59	2+819.52	5°28'20"	250.00	11.95	23.88	23.87	0.29	0.29	8900539.000	398120.000
Pl:91	2+819.66	2+830.38	2+840.65	28°38'00"	42.00	10.72	20.99	20.77	1.35	1.35	8900545.000	398142.000
Pl:92	2+845.69	2+856.76	2+864.03	80°50'10"	45.00	11.07	18.34	16.86	4.08	4.08	8900538.792	398168.103
Pl:93	2+864.18	2+874.65	2+880.35	92°38'40"	50.00	10.47	16.17	14.46	4.48	4.48	8900558.827	398176.419
Pl:94	2+882.79	2+893.83	2+904.77	13°59'30"	90.00	11.04	21.98	21.92	0.68	0.68	8900566.981	398153.893
Pl:95	2+904.86	2+915.28	2+924.60	45°14'50"	35.00	10.42	19.74	19.23	2.08	2.08	8900579.000	398136.000
Pl:96	2+926.27	2+938.75	2+949.42	53°02'20"	35.00	12.48	23.14	22.33	2.94	2.94	8900603.125	398131.370
Pl:97	2+958.31	2+969.16	2+978.94	43°46'50"	50.00	10.85	20.63	20.13	2.10	2.10	8900627.000	398153.000
Pl:98	3+004.20	3+017.56	3+022.77	106°23'20"	40.00	13.37	18.57	16.01	6.69	6.69	8900630.488	398202.349
Pl:99	3+039.80	3+050.50	3+061.08	15°14'20"	80.00	10.70	21.28	21.21	0.71	0.71	8900669.000	398188.000
Pl:100	3+061.28	3+072.46	3+083.21	27°55'00"	45.00	11.19	21.93	21.71	1.37	1.37	8900691.000	398186.000
Pl:101	3+087.29	3+099.48	3+111.10	30°19'30"	45.00	12.19	23.82	23.54	1.62	1.62	8900714.001	398170.999
Pl:102	3+114.77	3+125.74	3+136.57	15°36'40"	80.00	10.97	21.80	21.73	0.75	0.75	8900726.000	398147.000
Pl:103	3+145.94	3+157.18	3+168.34	11°40'00"	110.00	11.24	22.40	22.36	0.57	0.57	8900732.000	398116.000
Pl:104	3+172.20	3+183.10	3+193.92	12°26'40"	100.00	10.90	21.72	21.68	0.59	0.59	8900742.000	398092.000
Pl:105	3+211.66	3+222.64	3+232.94	34°49'30"	35.00	10.98	21.27	20.95	1.68	1.68	8900749.000	398053.000
Pl:106	3+244.70	3+255.90	3+263.59	77°20'50"	45.00	11.21	18.90	17.50	3.93	3.93	8900773.000	398029.000
Pl:107	3+276.04	3+287.90	3+299.54	19°14'10"	70.00	11.86	23.50	23.39	1.00	1.00	8900803.000	398048.000
Pl:108	3+312.91	3+324.69	3+336.21	20°32'20"	65.00	11.78	23.30	23.18	1.06	1.06	8900826.000	398077.000
Pl:109	3+345.77	3+357.01	3+367.99	21°13'00"	60.00	11.24	22.22	22.09	1.04	1.04	8900836.000	398108.001
Pl:110	3+386.90	3+397.98	3+408.82	20°55'40"	60.00	11.08	21.92	21.79	1.01	1.01	8900862.000	398140.000
Pl:111	3+454.64	3+465.10	3+475.44	14°53'50"	80.00	10.46	20.80	20.74	0.68	0.68	8900883.001	398204.002
Pl:112	3+488.25	3+500.03	3+509.55	61°01'10"	40.00	11.79	21.30	20.31	3.21	3.21	8900885.000	398239.000
Pl:113	3+515.77	3+527.73	3+538.82	37°43'30"	35.00	11.96	23.04	22.63	1.99	1.99	8900912.000	398252.000
Pl:114	3+539.98	3+551.45	3+562.45	28°36'30"	45.00	11.47	22.47	22.24	1.44	1.44	8900922.999	398273.999

Tabla de Elementos de Curva Circulares												
Curva	PC-EC	PI	PT-CE	Delta	Radio	Tangente	L	LC	EXT.	MED.	PI Norte	PI Este
Pt115	3+566.84	3+578.99	3+590.91	19°41'40"	70.00	12.15	24.06	23.94	1.05	1.05	8900922.000	398302.000
Pt116	3+590.99	3+601.84	3+612.28	27°06'40"	45.00	10.85	21.29	21.09	1.29	1.29	8900929.000	398323.999
Pt117	3+614.19	3+625.76	3+636.55	36°36'50"	35.00	11.58	22.37	21.99	1.87	1.87	8900925.000	398347.999
Pt118	3+648.13	3+658.69	3+668.87	26°25'00"	45.00	10.56	20.75	20.56	1.22	1.22	8900940.387	398378.000
Pt119	3+669.57	3+680.20	3+690.10	36°46'10"	32.00	10.64	20.54	20.19	1.72	1.72	8900958.000	398391.000
Pt120	3+690.10	3+700.50	3+709.95	42°04'20"	30.03	10.40	19.85	19.41	1.93	1.93	8900979.031	398390.870
Pt121	3+711.76	3+722.29	3+730.82	60°39'00"	30.00	10.53	19.05	18.18	2.85	2.85	8900996.000	398406.000
Pt122	3+739.07	3+749.66	3+756.84	78°19'00"	45.00	10.59	17.77	16.42	3.77	3.77	8901023.787	398396.477
Pt123	3+788.82	3+800.16	3+808.55	70°40'00"	36.00	11.34	19.73	18.51	3.61	3.61	8901017.000	398343.000
Pt124	3+852.90	3+864.29	3+873.61	59°20'50"	46.00	11.40	20.72	19.80	3.02	3.02	8901076.999	398313.000
Pt125	3+878.79	3+890.29	3+901.39	25°53'40"	50.00	11.49	22.60	22.41	1.30	1.30	8901079.000	398285.000
Pt126	3+908.25	3+919.91	3+929.37	60°30'40"	30.00	11.67	21.12	20.15	3.15	3.15	8901094.000	398259.000
Pt127	3+952.37	3+962.98	3+972.44	45°58'30"	30.00	10.61	20.06	19.53	2.16	2.16	8901071.000	398220.000
Pt128	3+975.54	3+987.54	3+998.66	37°50'40"	35.00	12.00	23.12	22.70	2.00	2.00	8901046.000	398214.000
Pt129	4+000.28	4+012.27	4+023.82	26°58'20"	50.00	11.99	23.54	23.32	1.42	1.42	8901029.999	398193.999
Pt130	4+029.53	4+041.44	4+053.25	13°35'20"	100.00	11.91	23.72	23.66	0.71	0.71	8901024.000	398165.000
Pt131	4+059.84	4+072.83	4+082.88	66°00'30"	40.00	12.99	23.04	21.79	3.85	3.85	8901010.551	398136.517
Pt132	4+113.74	4+124.68	4+134.72	40°04'20"	30.00	10.94	20.98	20.56	1.93	1.93	8901046.299	398095.000
Pt133	4+136.23	4+148.80	4+161.21	15°54'20"	90.00	12.57	24.98	24.90	0.87	0.87	8901070.998	398091.000
Pt134	4+171.15	4+182.87	4+193.07	50°14'20"	25.00	11.72	21.92	21.23	2.61	2.61	8901104.999	398095.000
Pt135	4+196.48	4+208.94	4+218.28	69°23'50"	45.00	12.46	21.80	20.49	3.89	3.89	8901125.000	398076.000
Pt136	4+231.52	4+242.49	4+251.00	65°40'20"	45.00	10.97	19.49	18.44	3.23	3.23	8901158.000	398092.000
Pt137	4+252.71	4+263.46	4+272.71	52°04'20"	42.00	10.75	19.99	19.31	2.48	2.48	8901176.000	398077.000
Pt138	4+272.71	4+283.40	4+293.34	36°53'30"	32.05	10.69	20.63	20.28	1.74	1.74	8901175.292	398055.576
Pt139	4+294.28	4+306.55	4+318.24	30°30'00"	45.00	12.27	23.95	23.67	1.64	1.64	8901189.000	398036.000
Pt140	4+333.30	4+344.09	4+349.77	94°22'00"	30.00	10.79	16.47	14.67	4.71	4.71	8901192.000	397998.000
Pt141	4+360.21	4+371.36	4+381.36	44°52'00"	47.00	11.15	21.14	20.61	2.21	2.21	8901224.000	398003.000
Pt142	4+396.25	4+407.41	4+416.23	63°36'50"	50.00	11.16	19.98	18.97	3.18	3.18	8901246.000	398033.000
Pt143	4+417.06	4+428.42	4+439.65	14°22'50"	90.00	11.35	22.59	22.53	0.71	0.71	8901269.000	398029.000
Pt144	4+492.30	4+504.53	4+516.48	21°18'20"	65.00	12.23	24.17	24.03	1.14	1.14	8901344.998	398035.000
Pt145	4+528.44	4+538.69	4+548.27	35°30'10"	32.00	10.24	19.83	19.51	1.60	1.60	8901376.000	398050.000
Pt146	4+549.14	4+559.42	4+568.78	41°39'40"	30.00	10.27	19.63	19.20	1.89	1.89	8901397.084	398046.403
Pt147	4+572.91	4+583.16	4+591.85	54°15'40"	40.00	10.25	18.94	18.24	2.47	2.47	8901418.000	398059.462
Pt148	4+591.98	4+603.44	4+611.55	74°44'30"	45.00	11.46	19.57	18.21	3.87	3.87	8901438.198	398051.185
Pt149	4+630.57	4+642.59	4+652.22	62°02'00"	30.00	12.03	21.65	20.61	3.34	3.34	8901433.000	398009.000
Pt150	4+652.44	4+664.61	4+676.32	27°21'40"	50.00	12.17	23.88	23.65	1.46	1.46	8901453.000	397995.000
Pt151	4+676.77	4+687.85	4+694.13	90°25'30"	45.00	11.08	17.36	15.61	4.61	4.61	8901464.000	397974.000
Pt152	4+705.19	4+717.05	4+728.61	22°21'40"	60.00	11.86	23.42	23.27	1.16	1.16	8901494.000	397990.000

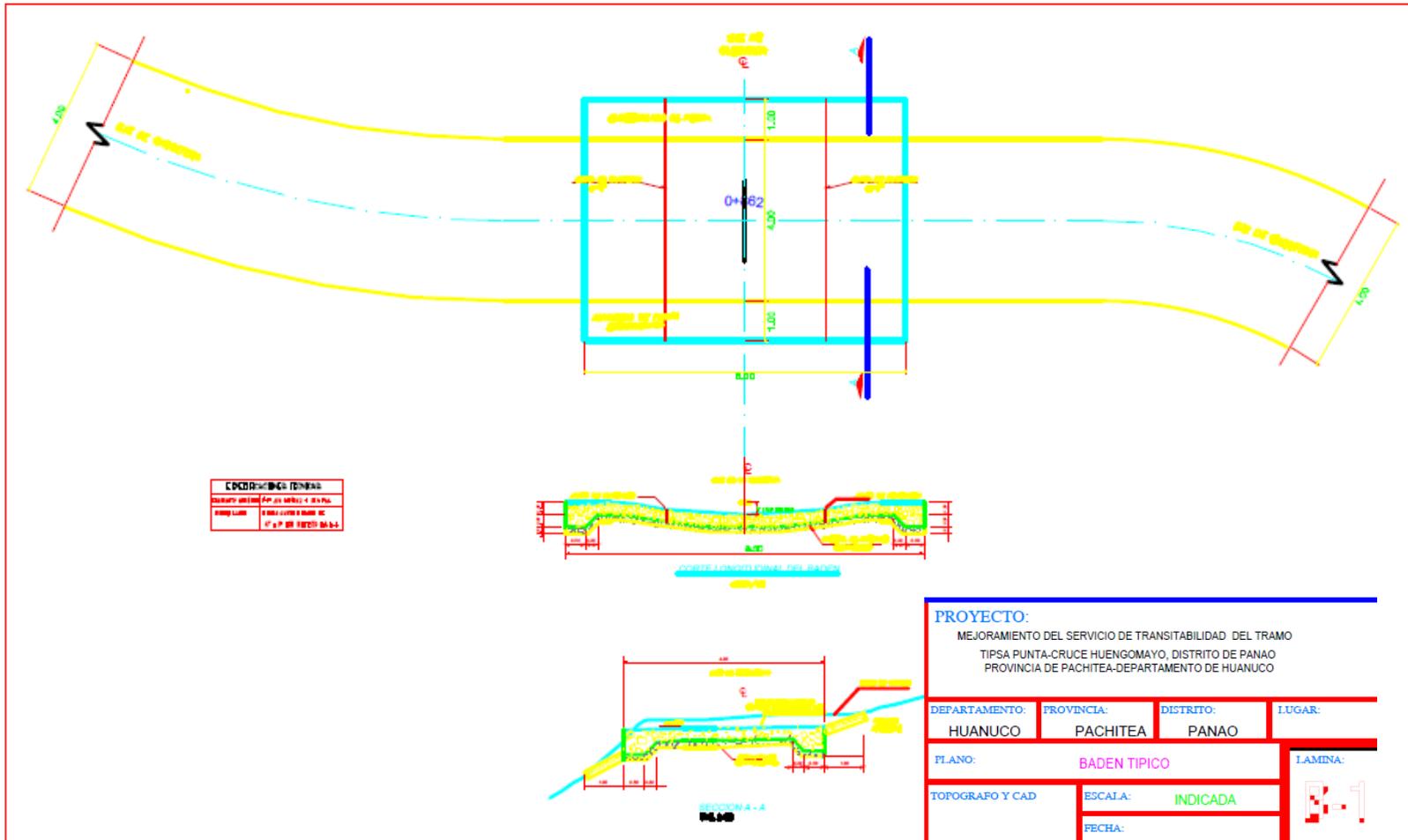
Tabla de Elementos de Curva Circulares												
Curva	PC-EC	PI	PT-CE	Delta	Radio	Tangente	L	LC	EXT.	MED.	PI Norte	PI Este
Pl:153	4+734.93	4+746.90	4+758.78	12'25'20"	110.00	11.97	23.85	23.80	0.65	0.65	8901524.003	397993.000
Pl:154	4+786.06	4+798.15	4+807.36	67'47'00"	50.00	12.09	21.29	20.07	3.68	3.68	8901575.000	397987.000
Pl:155	4+826.17	4+838.68	4+848.04	69'36'10"	50.00	12.51	21.87	20.55	3.92	3.92	8901596.000	398025.000
Pl:156	4+904.45	4+916.42	4+928.08	22'34'00"	60.00	11.97	23.63	23.48	1.18	1.18	8901676.000	398013.000
Pl:157	4+929.37	4+940.85	4+951.74	32'02'30"	40.00	11.49	22.37	22.08	1.62	1.62	8901700.001	398019.000
Pl:158	4+971.32	4+982.31	4+992.95	24'47'30"	50.00	10.99	21.63	21.47	1.19	1.19	8901739.999	398006.000
Pl:159	5+007.66	5+018.76	5+027.93	58'03'10"	30.00	11.10	20.26	19.41	2.87	2.87	8901767.000	397981.000
Pl:160	5+051.05	5+062.44	5+073.68	15'15'20"	85.00	11.38	22.63	22.57	0.76	0.76	8901811.000	397993.000
Pl:161	5+082.17	5+093.30	5+104.25	18'04'20"	70.00	11.13	22.08	21.99	0.88	0.88	8901842.000	397993.000
Pl:162	5+104.71	5+115.68	5+126.31	24'45'20"	50.00	10.97	21.60	21.44	1.19	1.19	8901863.452	398000.000
Pl:163	5+171.04	5+181.53	5+190.37	55'21'20"	40.00	10.49	19.32	18.58	2.58	2.58	8901912.000	398045.000
Pl:164	5+203.88	5+216.76	5+226.76	65'33'10"	40.00	12.88	22.88	21.65	3.79	3.79	8901948.000	398037.000
Pl:165	5+248.31	5+258.44	5+267.30	49'27'30"	30.00	10.13	18.99	18.41	2.22	2.22	8901974.799	398072.595
Pl:166	5+268.28	5+278.59	5+288.54	25'47'40"	45.00	10.30	20.26	20.09	1.16	1.16	8901996.182	398073.928
Pl:167	5+289.55	5+300.15	5+310.13	33'41'20"	35.00	10.60	20.58	20.28	1.57	1.57	8902016.462	398065.641
Pl:168	5+311.21	5+321.51	5+328.23	81'17'30"	32.00	10.30	17.03	15.63	3.82	3.82	8902038.000	398070.007
Pl:169	5+328.72	5+339.13	5+348.45	45'12'40"	45.00	10.41	19.73	19.22	2.08	2.08	8902045.310	398050.107
Pl:170	5+349.48	5+359.85	5+368.86	50'28'00"	60.00	10.37	19.38	18.76	2.32	2.32	8902065.136	398041.022
Pl:171	5+370.12	5+381.28	5+388.10	85'49'30"	50.00	11.16	17.98	16.34	4.38	4.38	8902071.000	398019.000
Pl:172	5+424.49	5+435.98	5+446.68	36'19'50"	35.00	11.48	22.19	21.82	1.84	1.84	8902129.000	398030.000
Pl:173	5+459.32	5+470.70	5+478.02	82'22'40"	30.00	11.38	18.69	17.12	4.27	4.27	8902153.179	398055.993
Pl:174	5+517.45	5+528.92	5+540.34	8'44'30"	150.00	11.47	22.89	22.86	0.44	0.44	8902204.000	398020.000
Pl:175	5+549.18	5+560.18	5+570.89	22'37'10"	55.00	11.00	21.71	21.57	1.09	1.09	8902232.000	398006.000
Pl:176	5+577.24	5+588.96	5+597.76	69'10'10"	57.00	11.72	20.52	19.30	3.65	3.65	8902251.000	397984.000
Pl:177	5+598.33	5+609.45	5+619.93	33'27'20"	37.00	11.12	21.60	21.30	1.63	1.63	8902272.999	397992.000
Pl:178	5+647.63	5+658.63	5+669.54	12'33'20"	100.00	11.00	21.91	21.87	0.60	0.60	8902302.674	398032.014
Pl:179	5+689.22	5+701.30	5+712.93	27'10'20"	50.00	12.08	23.71	23.49	1.44	1.44	8902335.000	398060.000
Pl:180	5+724.19	5+734.79	5+744.31	44'21'00"	46.00	10.60	20.13	19.63	2.08	2.08	8902347.684	398091.482
Pl:181	5+745.06	5+755.95	5+763.57	75'44'10"	50.00	10.89	18.51	17.19	3.73	3.73	8902368.040	398100.420
Pl:182	5+779.51	5+790.00	5+796.75	82'19'10"	40.00	10.49	17.24	15.80	3.94	3.94	8902391.000	398071.000
Pl:183	5+835.66	5+846.22	5+855.35	51'16'50"	45.00	10.56	19.69	19.04	2.40	2.40	8902442.776	398101.243
Pl:184	5+856.31	5+866.79	5+876.47	38'30'00"	30.00	10.48	20.16	19.78	1.78	1.78	8902446.000	398123.000
Pl:185	5+876.62	5+887.95	5+899.08	18'22'50"	70.00	11.33	22.46	22.36	0.91	0.91	8902434.999	398142.002
Pl:186	5+906.00	5+917.37	5+927.98	35'59'40"	35.00	11.37	21.99	21.63	1.80	1.80	8902429.000	398171.000
Pl:187	5+938.82	5+950.63	5+961.09	47'15'30"	45.00	11.81	22.27	21.64	2.47	2.47	8902443.000	398201.999
Pl:188	5+973.27	5+984.06	5+994.55	23'26'30"	52.00	10.79	21.27	21.13	1.11	1.11	8902476.000	398213.000
Pl:189	6+011.43	6+022.71	6+033.94	8'36'00"	150.00	11.28	22.51	22.49	0.42	0.42	8902505.000	398239.000
Pl:190	6+062.49	6+074.52	6+085.99	29'55'20"	45.00	12.02	23.50	23.23	1.58	1.58	8902538.000	398279.000

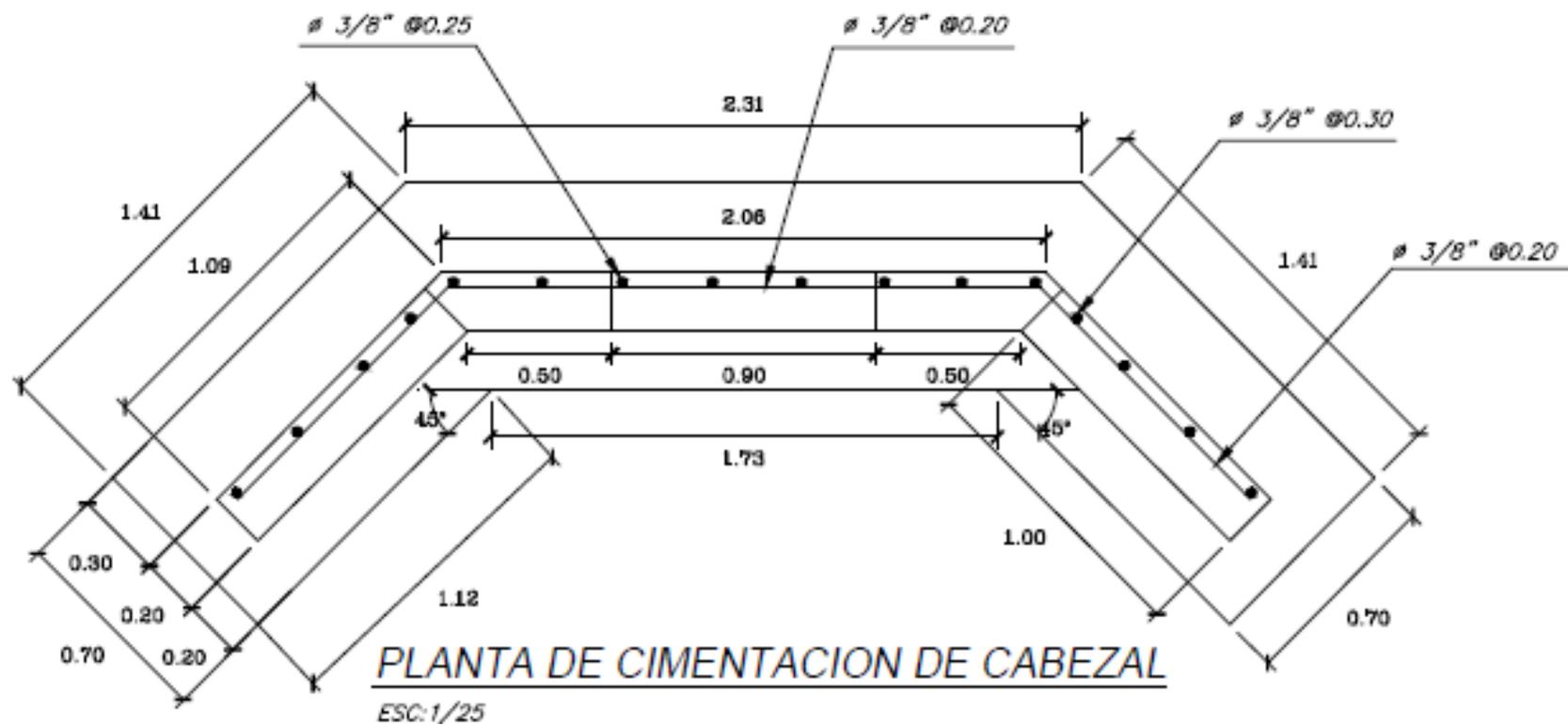
Tabla de Elementos de Curva Circulares												
Curva	PC-EC	PI	PT-CE	Delta	Radio	Tangente	L	LC	EXT.	MED.	PI Norte	PI Este
Pl:191	6+097.59	6+108.15	6+118.58	15°01'40"	80.00	10.55	20.98	20.92	0.69	0.69	8902570.000	398291.000
Pl:192	6+128.27	6+139.17	6+145.97	84°28'20"	45.00	10.89	17.69	16.13	4.21	4.21	8902601.000	398294.000
Pl:193	6+146.78	6+158.07	6+168.62	35°45'10"	35.00	11.29	21.84	21.49	1.78	1.78	8902601.000	398317.000
Pl:194	6+176.39	6+188.14	6+199.47	26°27'10"	50.00	11.75	23.08	22.88	1.36	1.36	8902583.000	398342.000
Pl:195	6+235.12	6+245.41	6+252.14	81°15'30"	50.00	10.30	17.02	15.63	3.81	3.81	8902573.676	398398.935
Pl:196	6+254.01	6+264.31	6+270.56	86°13'40"	47.00	10.30	16.56	15.04	4.07	4.07	8902595.036	398405.892
Pl:197	6+281.43	6+292.46	6+302.21	47°37'50"	35.00	11.03	20.78	20.19	2.33	2.33	8902607.000	398376.000
Pl:198	6+306.37	6+316.81	6+325.61	55°05'40"	45.00	10.43	19.23	18.50	2.56	2.56	8902631.000	398367.000
Pl:199	6+348.20	6+359.56	6+370.72	18°26'10"	70.00	11.36	22.52	22.43	0.92	0.92	8902642.000	398324.000
Pl:200	6+403.17	6+415.50	6+427.25	30°39'00"	45.00	12.33	24.07	23.79	1.66	1.66	8902638.000	398268.000
Pl:201	6+427.63	6+439.51	6+451.35	7°33'00"	180.00	11.88	23.72	23.70	0.39	0.39	8902649.000	398246.000
Pl:202	6+465.33	6+476.92	6+488.38	14°40'20"	90.00	11.59	23.05	22.98	0.74	0.74	8902670.000	398215.000
Pl:203	6+489.75	6+500.85	6+511.71	20°57'50"	60.00	11.10	21.95	21.83	1.02	1.02	8902688.100	398199.147
Pl:204	6+543.75	6+555.92	6+567.64	27°22'30"	50.00	12.18	23.89	23.66	1.46	1.46	8902740.000	398180.000
Pl:205	6+576.07	6+587.71	6+598.72	32°26'00"	40.00	11.63	22.64	22.34	1.66	1.66	8902772.000	398184.000
Pl:206	6+606.00	6+616.92	6+623.72	84°33'30"	35.00	10.91	17.71	16.15	4.22	4.22	8902795.000	398203.000
Pl:207	6+636.94	6+648.16	6+658.66	35°33'30"	35.00	11.22	21.72	21.37	1.76	1.76	8902820.000	398178.000
Pl:208	6+675.64	6+686.97	6+698.20	12°55'20"	100.00	11.32	22.55	22.51	0.64	0.64	8902858.998	398171.515
Pl:209	6+723.95	6+735.53	6+746.91	18°47'20"	70.00	11.58	22.95	22.85	0.95	0.95	8902904.000	398153.000
Pl:210	6+788.15	6+799.45	6+808.72	58°57'00"	20.00	11.30	20.58	19.68	2.97	2.97	8902968.000	398149.000
Pl:211	6+814.73	6+825.60	6+835.58	39°49'50"	30.00	10.87	20.86	20.44	1.91	1.91	8902981.000	398124.000
Pl:212	6+872.81	6+884.33	6+895.07	36°25'50"	35.00	11.52	22.25	21.88	1.85	1.85	8903036.000	398101.000
Pl:213	6+917.99	6+929.87	6+939.44	61°26'10"	45.00	11.88	21.45	20.43	3.26	3.26	8903081.000	398112.000
Pl:214	6+951.18	6+962.72	6+973.07	44°47'40"	35.00	11.54	21.89	21.34	2.28	2.28	8903090.000	398146.000
Pl:215	6+983.36	6+995.15	7+003.68	72°46'30"	46.00	11.79	20.32	18.98	3.88	3.88	8903118.999	398163.000
Pl:216	7+012.01	7+023.04	7+032.78	47°35'30"	45.00	11.02	20.77	20.17	2.32	2.32	8903142.000	398142.000
Pl:217	7+051.98	7+063.55	7+074.59	30°07'00"	43.00	11.57	22.60	22.34	1.53	1.53	8903183.627	398145.784
Pl:218	7+081.82	7+092.43	7+101.33	55°52'00"	30.00	10.60	19.50	18.74	2.64	2.64	8903207.628	398162.784
Pl:219	7+129.70	7+141.99	7+154.03	19°54'50"	70.00	12.29	24.33	24.21	1.07	1.07	8903255.628	398144.785
Pl:220	7+174.07	7+184.89	7+193.90	56°48'20"	30.00	10.82	19.83	19.03	2.74	2.74	8903288.454	398116.779
Pl:221	7+194.04	7+204.52	7+214.43	32°26'50"	36.00	10.48	20.39	20.12	1.49	1.49	8903309.020	398122.808
Pl:222	7+215.07	7+225.51	7+235.80	16°58'00"	70.00	10.44	20.73	20.65	0.77	0.77	8903323.225	398139.023
Pl:223	7+244.19	7+255.25	7+265.02	47°44'50"	55.00	11.06	20.83	20.24	2.34	2.34	8903348.629	398154.784
Pl:224	7+303.18	7+315.27	7+324.93	62°19'20"	40.00	12.09	21.75	20.70	3.37	3.37	8903359.735	398215.085
Pl:225	7+330.68	7+343.20	7+355.22	28°07'40"	50.00	12.53	24.55	24.30	1.55	1.55	8903388.734	398224.085
Pl:226	7+380.66	7+392.60	7+404.43	13°37'10"	100.00	11.94	23.77	23.71	0.71	0.71	8903437.737	398214.661
Pl:227	7+425.42	7+437.97	7+449.74	34°49'30"	40.00	12.54	24.31	23.94	1.92	1.92	8903483.168	398216.830

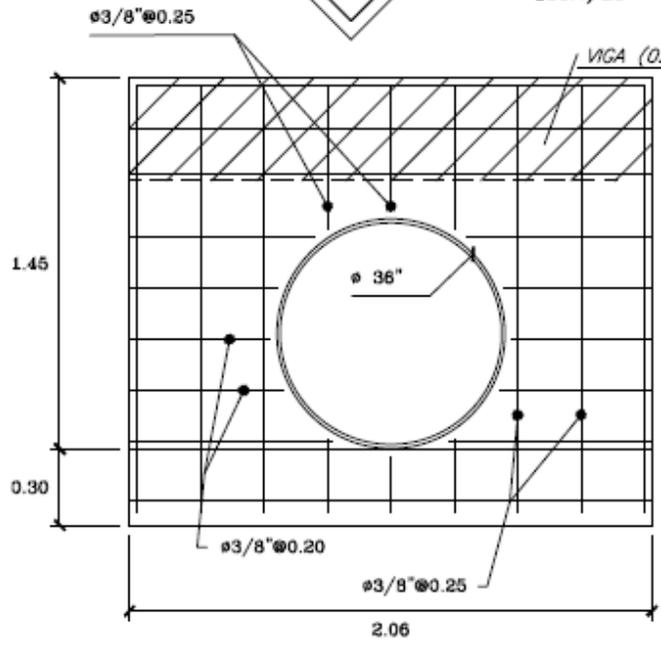
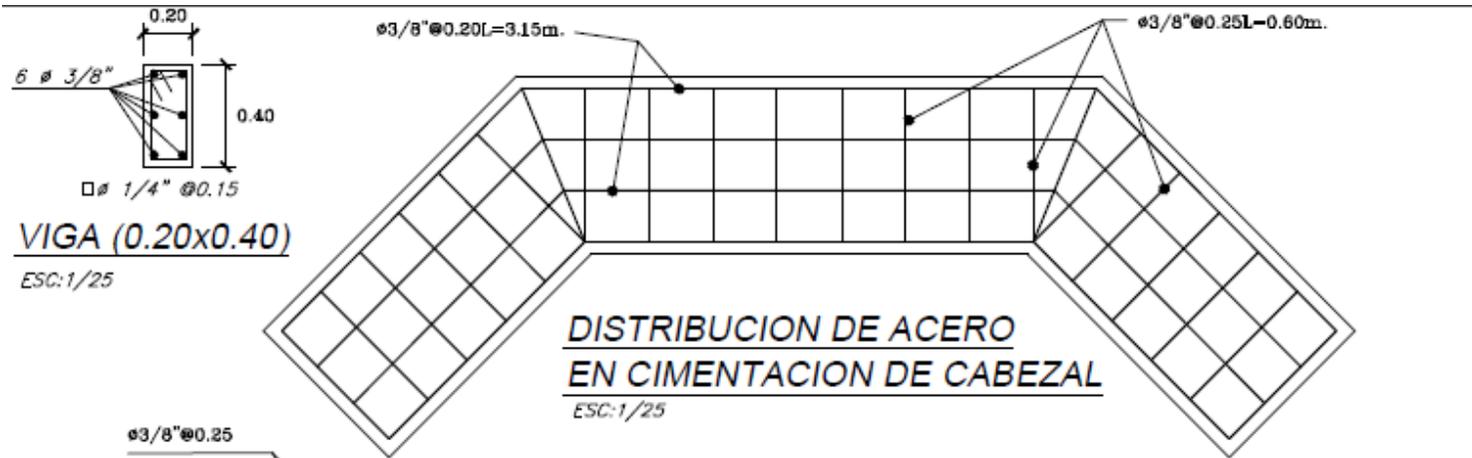
CUADRO PUNTOS DE CONTROL BMS UTM				
BM #	ESTE	NORTE	ELEVACION	UBICACION
BM-1	399837.782	8900090.102	3514.191	SOBRE ROCA FIJA
BM-2	399413.524	8900121.326	3527.138	SOBRE ROCA FIJA
BM-3	398979.244	8900064.146	3535.962	SOBRE ROCA FIJA
BM-4	398725.422	8900312.474	3527.758	SOBRE ROCA FIJA
BM-5	398362.753	8900271.562	3539.177	SOBRE ROCA FIJA
BM-6	398022.674	8900434.601	3518.228	SOBRE ROCA FIJA
BM-7	398180.739	8900703.964	3532.270	SOBRE ROCA FIJA
BM-8	398244.448	8900891.538	3530.993	SOBRE ROCA FIJA
BM-9	398269.050	8901091.314	3532.568	SOBRE ROCA FIJA
BM-10	398044.138	8901356.185	3535.182	SOBRE ROCA FIJA
BM-11	398010.303	8901734.622	3536.518	SOBRE ROCA FIJA
BM-12	398031.812	8902194.583	3541.290	SOBRE ROCA FIJA
BM-13	398239.470	8902499.321	3564.065	SOBRE ROCA FIJA
BM-14	398193.095	8902713.820	3560.604	SOBRE ROCA FIJA
BM-15	398157.150	8903104.322	3524.239	SOBRE ROCA FIJA
BM-16	398232.144	8903491.051	3482.301	SOBRE ROCA FIJA

CUADRO DE INVENTARIO DE OBRAS DE ARTE				
N°	ESTE	NORTE	OBRA DE ARTE	CONDICION
1	399609.953	8900075.406	ALCANTARILLA	PROYECTADO
2	399210.279	8899994.083	ALCANTARILLA	PROYECTADO
3	399015.136	8899992.746	ALCANTARILLA	PROYECTADO
4	398758.852	8900177.182	ALCANTARILLA	PROYECTADO
5	398207.310	8900308.470	ALCANTARILLA	PROYECTADO
6	398234.665	8900358.3401	ALCANTARILLA	PROYECTADO
7	398027.218	8900411.732	ALCANTARILLA	PROYECTADO
8	398026.492	8900509.712	BADEN	PROYECTADO
9	398140.710	8900543.191	ALCANTARILLA	PROYECTADO
10	398032.896	8900778.846	ALCANTARILLA	PROYECTADO
11	398397.886	8900986.375	ALCANTARILLA	PROYECTADO
12	398027.672	8901241.466	ALCANTARILLA	EXISTENTE
13	397978.251	8901466.467	PONTON	PROYECTADO
14	398020.457	8901629.193	ALCANTARILLA	EXISTENTE
15	398005.469	8901738.956	ALCANTARILLA	EXISTENTE
16	397994.763	8901844.1071	ALCANTARILLA	EXISTENTE
17	398036.043	8901901.280	ALCANTARILLA	EXISTENTE
18	398040.207	8902138.170	ALCANTARILLA	EXISTENTE
19	397990.650	8902263.330	ALCANTARILLA	EXISTENTE
20	398141.243	8902435.800	ALCANTARILLA	EXISTENTE
21	398126.452	8902443.666	ALCANTARILLA	EXISTENTE
22	398183.837	8902764.411	ALCANTARILLA	EXISTENTE
23	398149.239	8903245.239	ALCANTARILLA	EXISTENTE

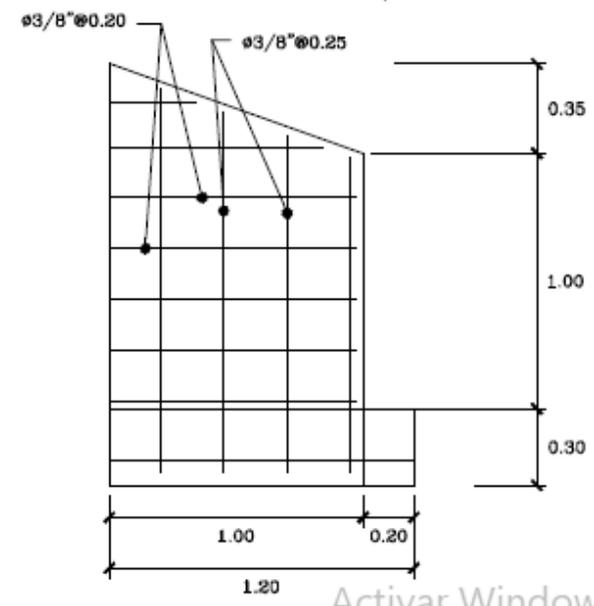
# BADEM



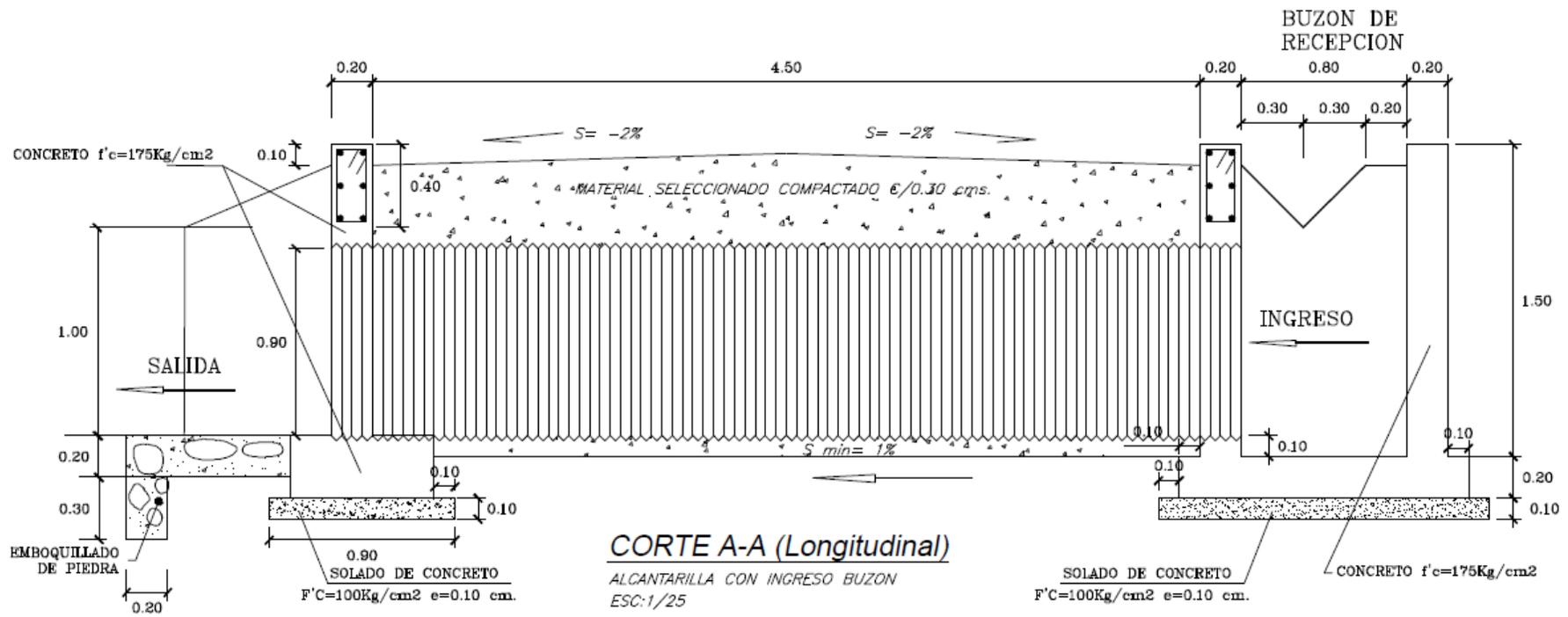




**DISTRIBUCION DE ACERO EN MURO DE CABEZAL**



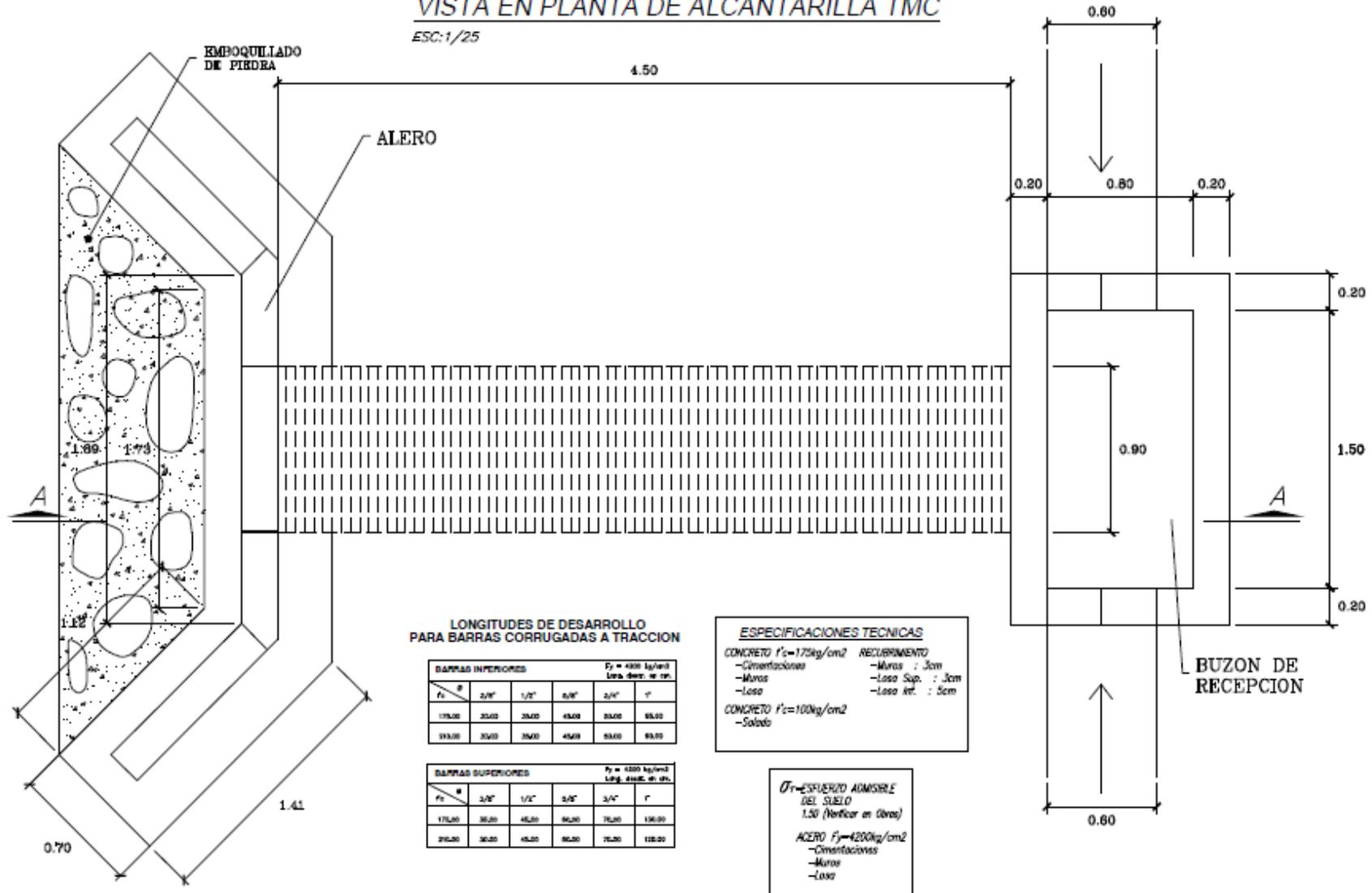
**DISTRIBUCION DE ACERO EN ALA DE CABEZAL**



Activar Windows  
 Vea la Configuración para activar Windows

# VISTA EN PLANTA DE ALCANTARILLA TMC

ESC: 1/25



### LONGITUDES DE DESARROLLO PARA BARRAS CORRUGADAS A TRACCION

BARRAS INFERIORES		F <sub>y</sub> = 4200 kg/cm <sup>2</sup> Lmg. des. en cm.				
f <sub>h</sub>	h	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
175.00	25.00	25.00	45.00	55.00	65.00	85.00
215.00	35.00	35.00	45.00	55.00	65.00	85.00

BARRAS SUPERIORES		F <sub>y</sub> = 4200 kg/cm <sup>2</sup> Lmg. des. en cm.				
f <sub>h</sub>	h	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
175.00	35.00	45.00	55.00	75.00	135.00	
215.00	35.00	45.00	55.00	75.00	115.00	

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

**CONCRETO f'c=170kg/cm<sup>2</sup>**  
 -Cimentaciones  
 -Muros  
 -Losa  
**CONCRETO f'c=100kg/cm<sup>2</sup>**  
 -Soleado

**RECUBRIMIENTO**  
 -Muros : 3cm  
 -Losa Sup. : 3cm  
 -Losa inf. : 5cm

**σ<sub>r</sub> = ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO**  
 1.50 (Verificar en obras)

**ACERO f<sub>y</sub>=4200kg/cm<sup>2</sup>**  
 -Cimentaciones  
 -Muros  
 -Losa

## LONGITUDES DE DESARROLLO PARA BARRAS CORRUGADAS A TRACCION

BARRAS INFERIORES						Fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup> Long. desarroll. en cm.
f <sub>c</sub> \ Ø	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
175.00	30.00	35.00	45.00	50.00	95.00	
210.00	30.00	35.00	45.00	50.00	90.00	

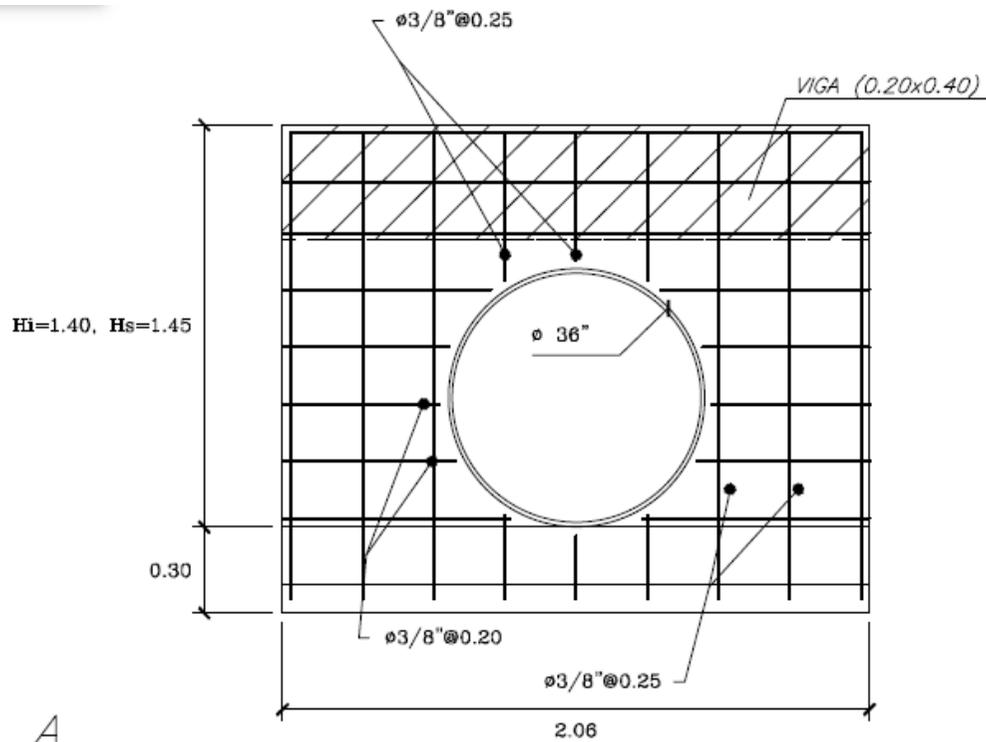
BARRAS SUPERIORES						Fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup> Long. desarroll. en cm.
f <sub>c</sub> \ Ø	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
175.00	35.00	45.00	60.00	70.00	130.00	
210.00	30.00	45.00	60.00	70.00	125.00	

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

**CONCRETO**  $f'_c=175\text{kg/cm}^2$     **RECUBRIMIENTO**  
 -Cimentaciones                      -Muros : 3cm  
 -Muros                                    -Losa Sup. : 3cm  
 -Losa                                        -Losa Inf. : 5cm  
  
**CONCRETO**  $f'_c=100\text{kg/cm}^2$   
 -Solado

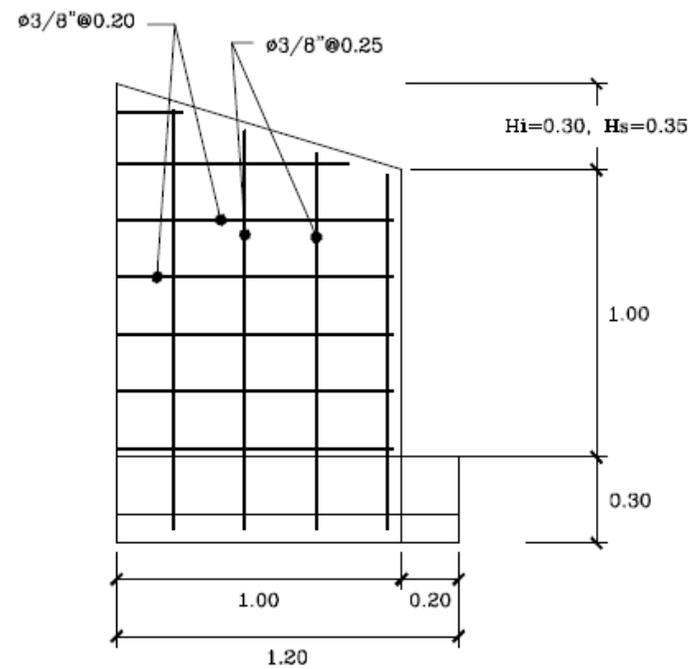
$\sigma_T$  = ESFUERZO ADMISIBLE  
 DEL SUELO  
 1.50 (Verificar en Obras)

**ACERO**  $f'_y=4200\text{kg/cm}^2$   
 -Cimentaciones  
 -Muros  
 -Losa



**DISTRIBUCION DE ACERO  
EN MURO DE CABEZAL**

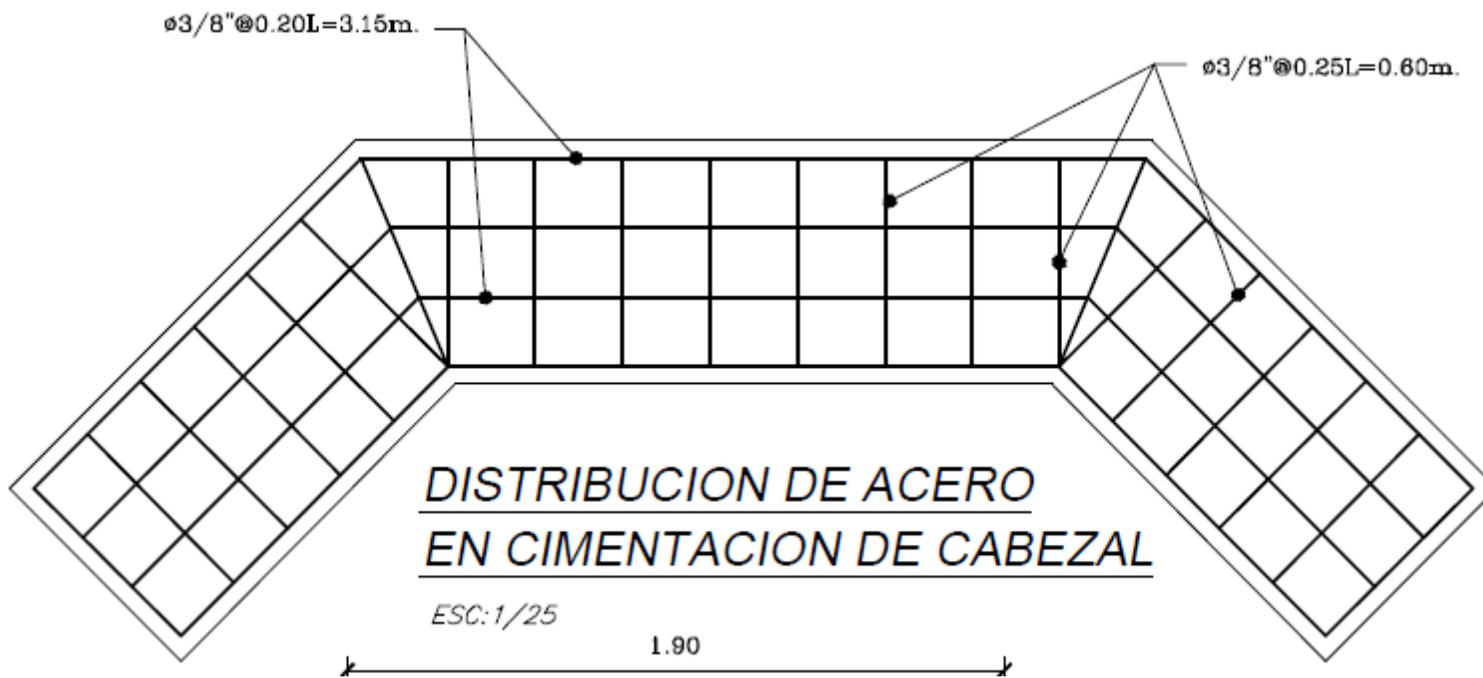
ESC:1/25



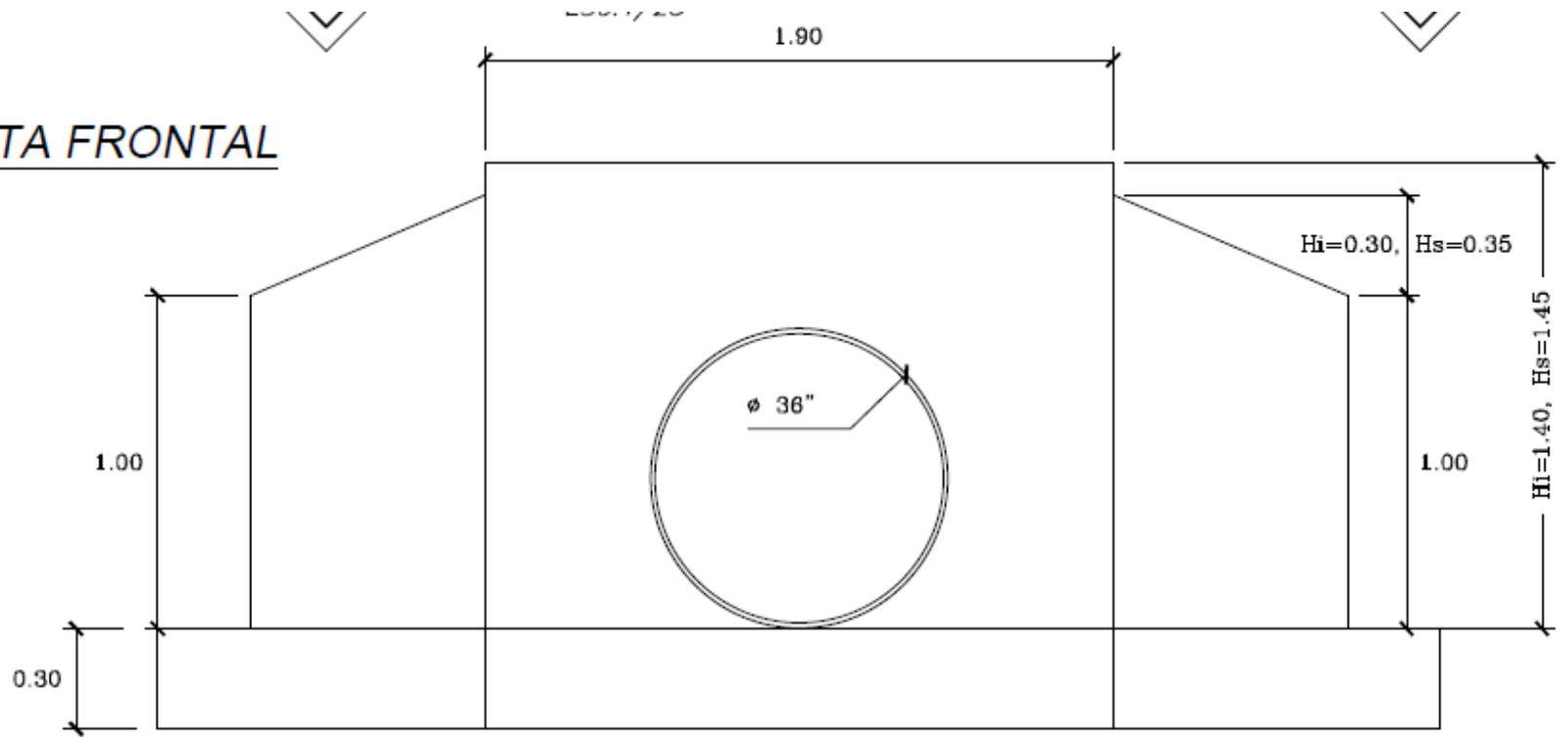
**DISTRIBUCION DE ACERO  
EN ALA DE CABEZAL**

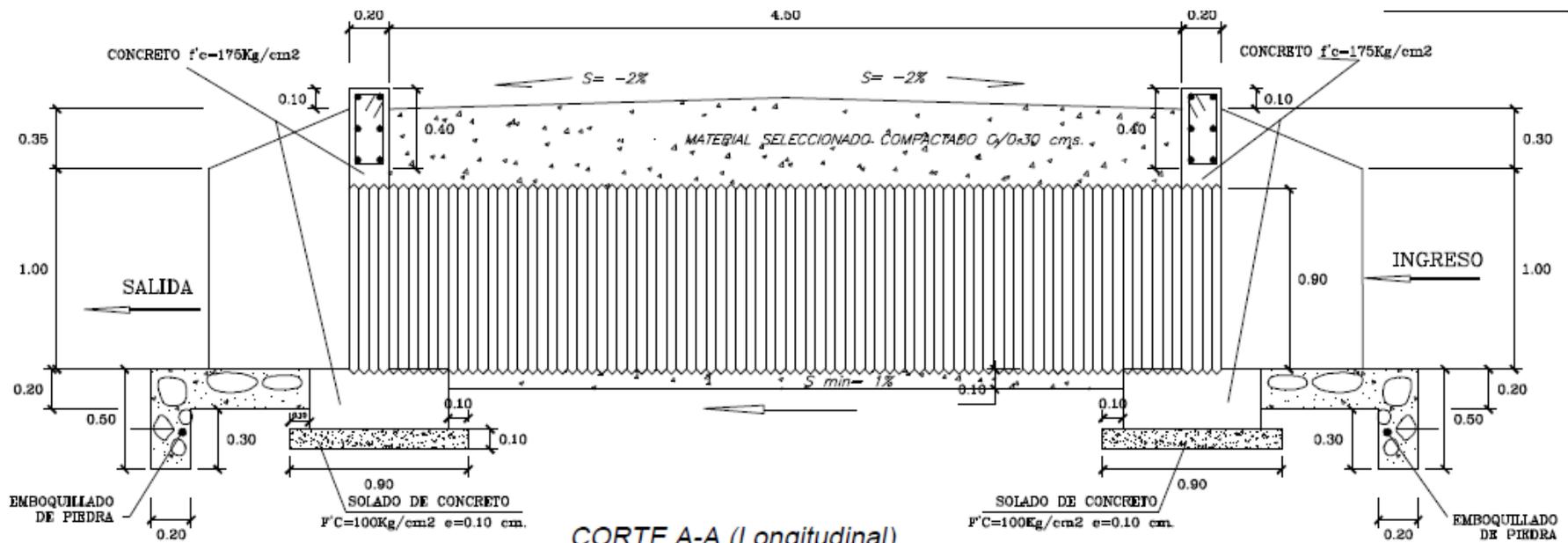
ESC:1/25

Activar Windows  
Vea Configuración para activar



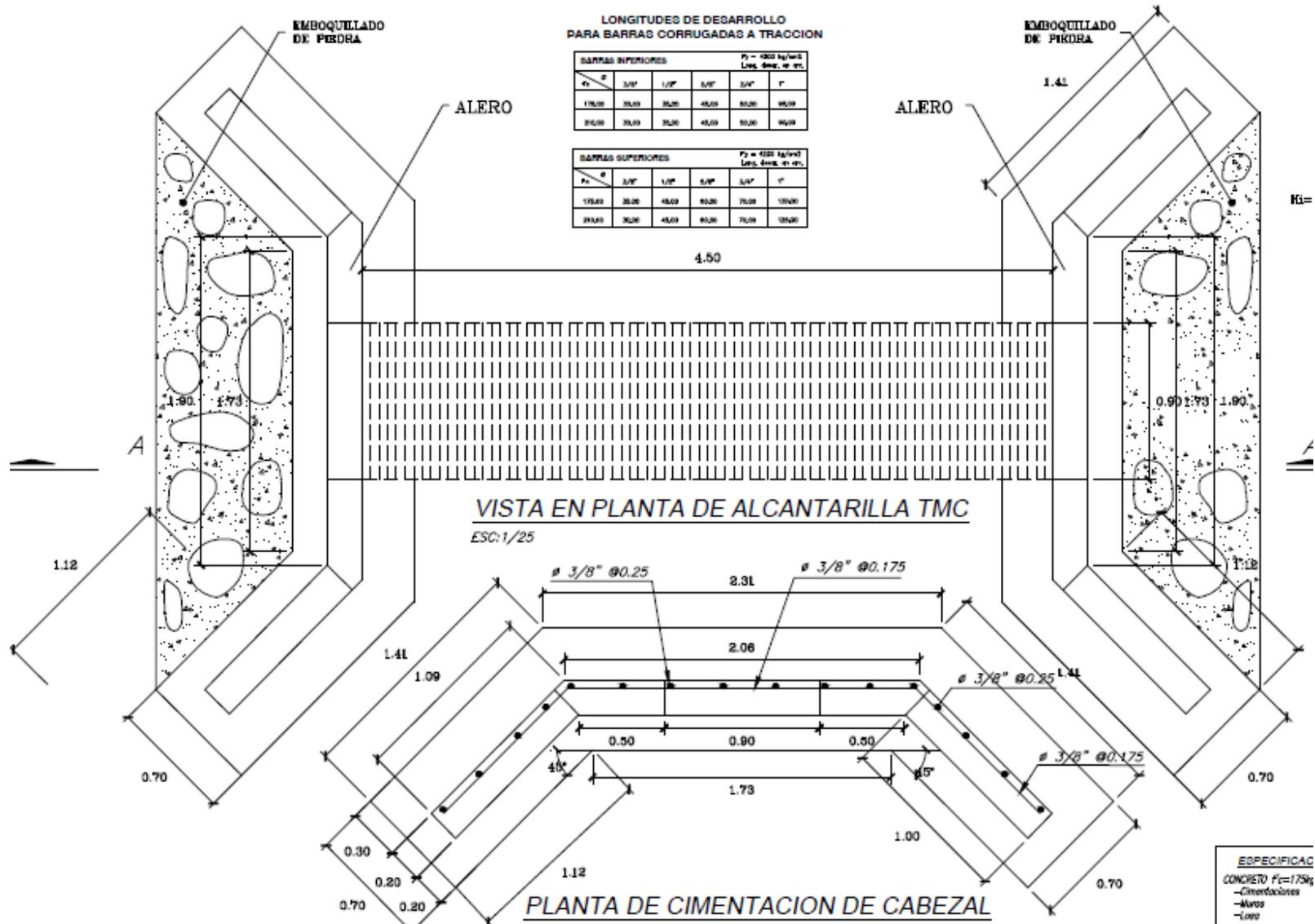
VISTA FRONTAL

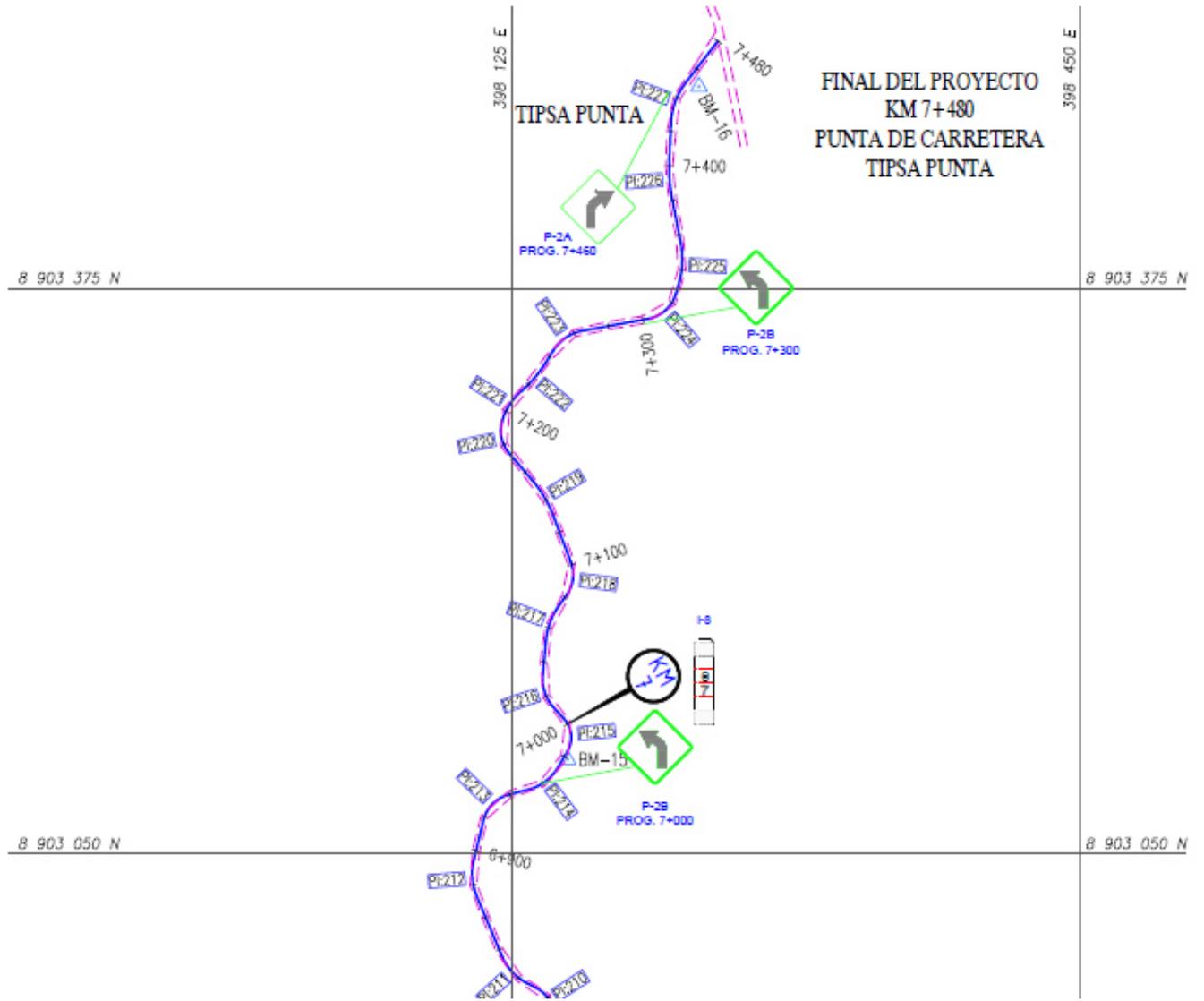


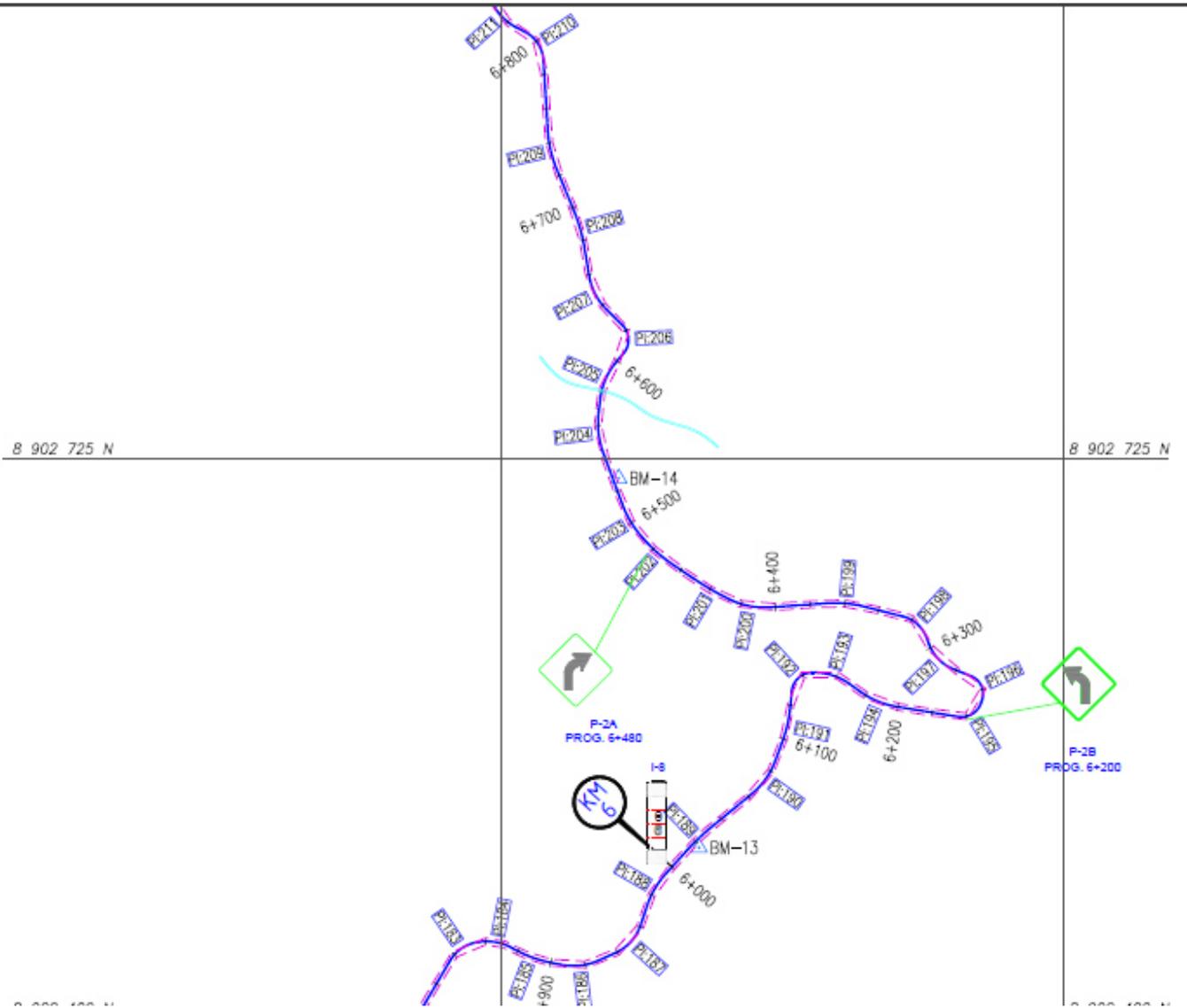


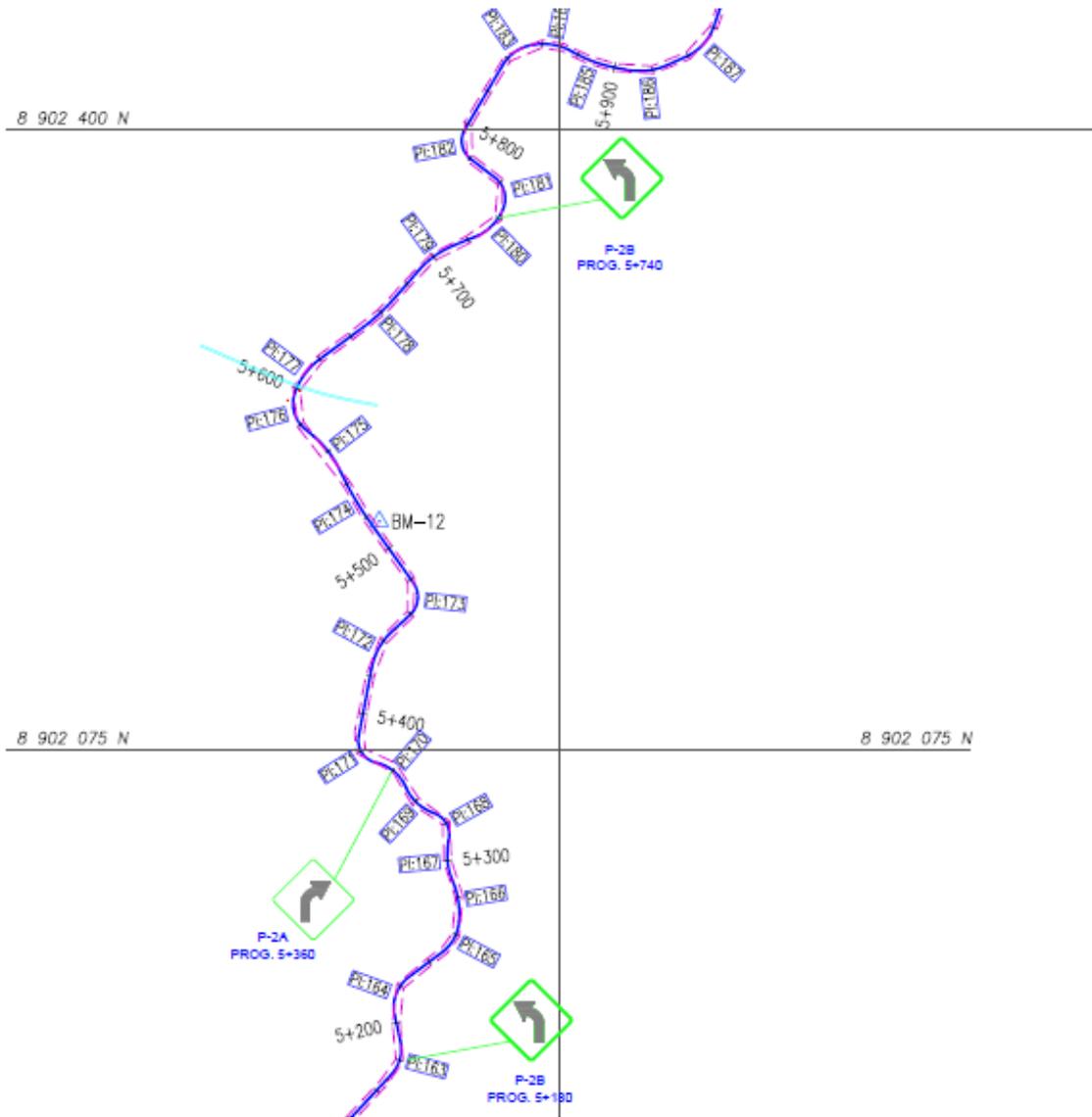
**CORTE A-A (Longitudinal)**

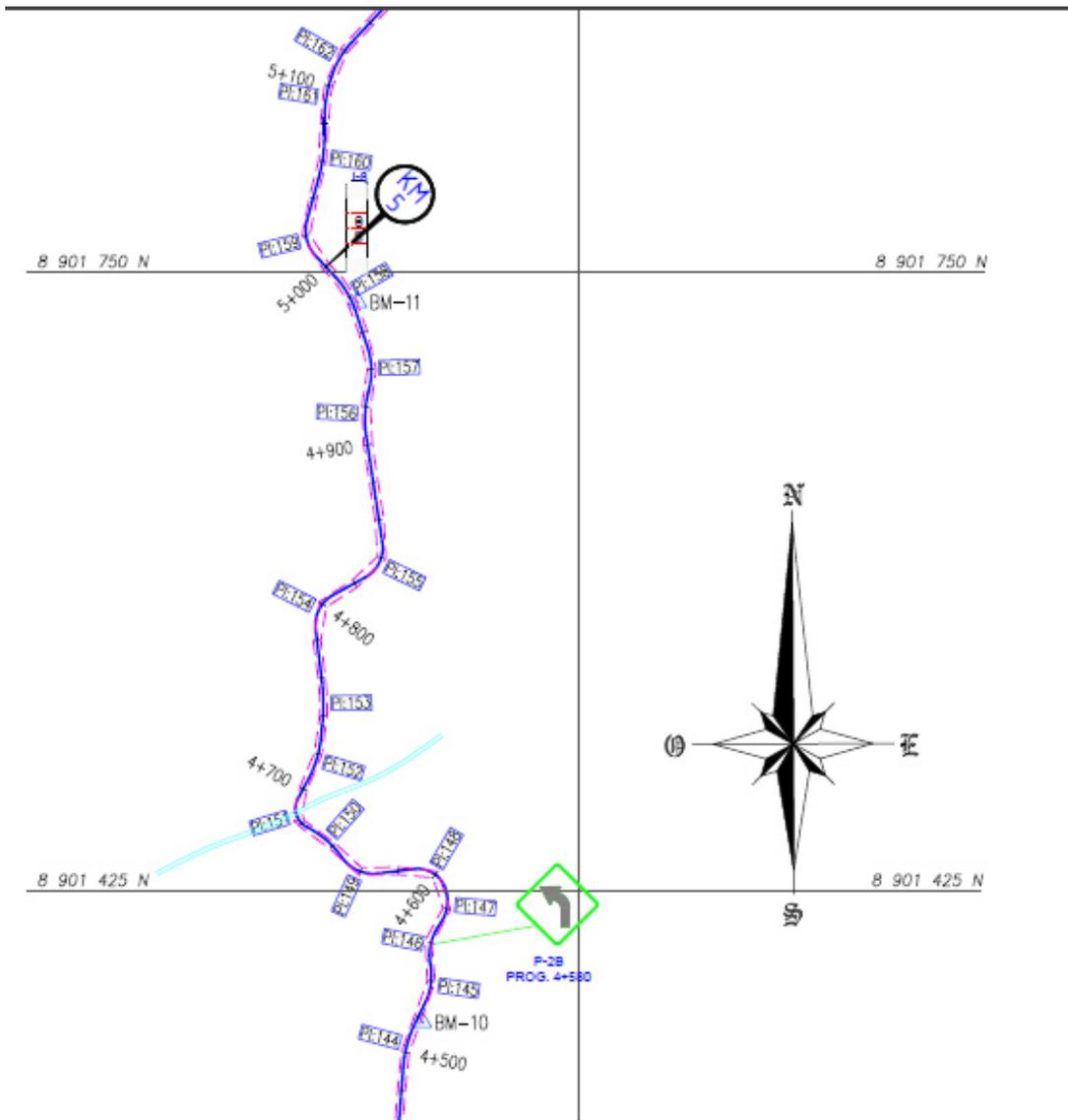
ACANTARILLA CON INGRESO CABEZAL  
 ESC. 1/25

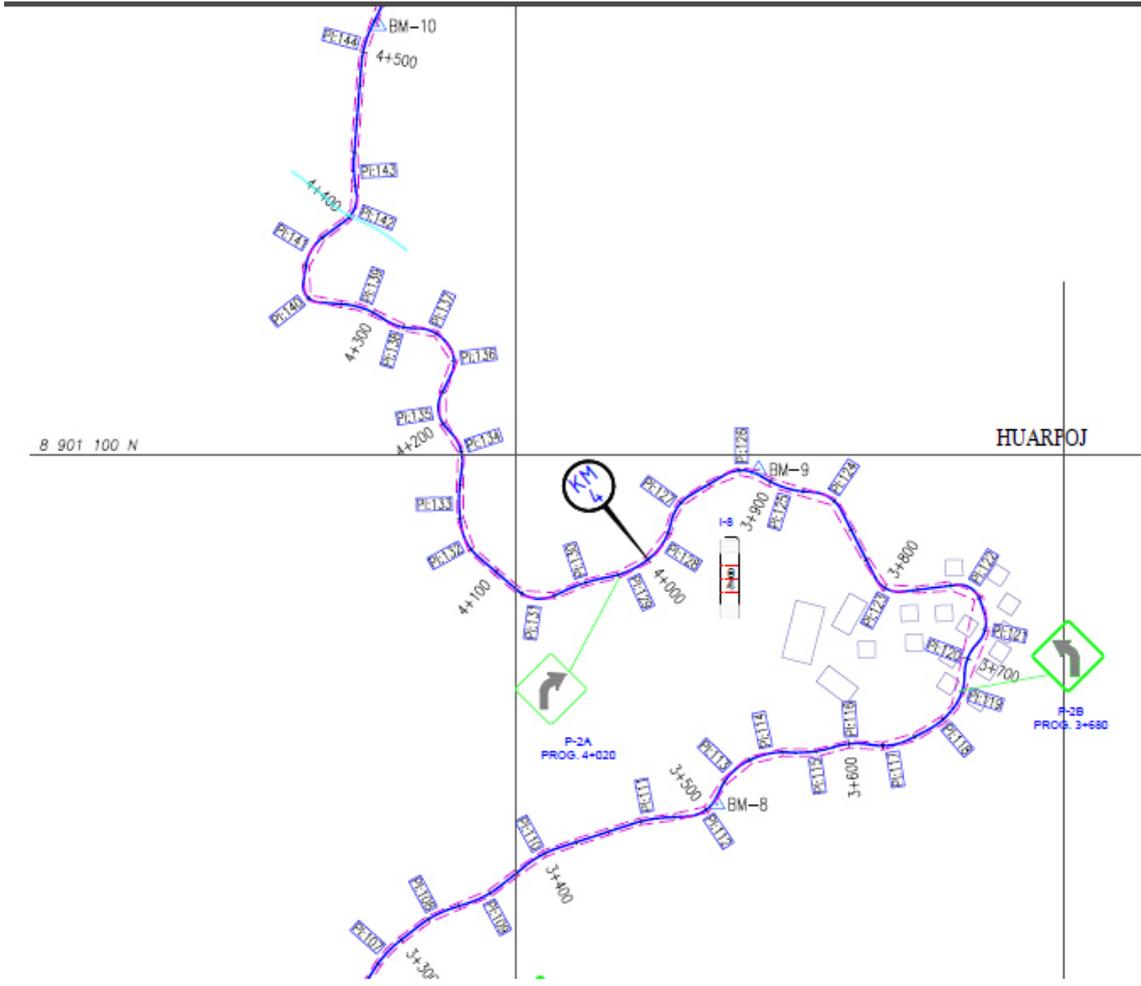


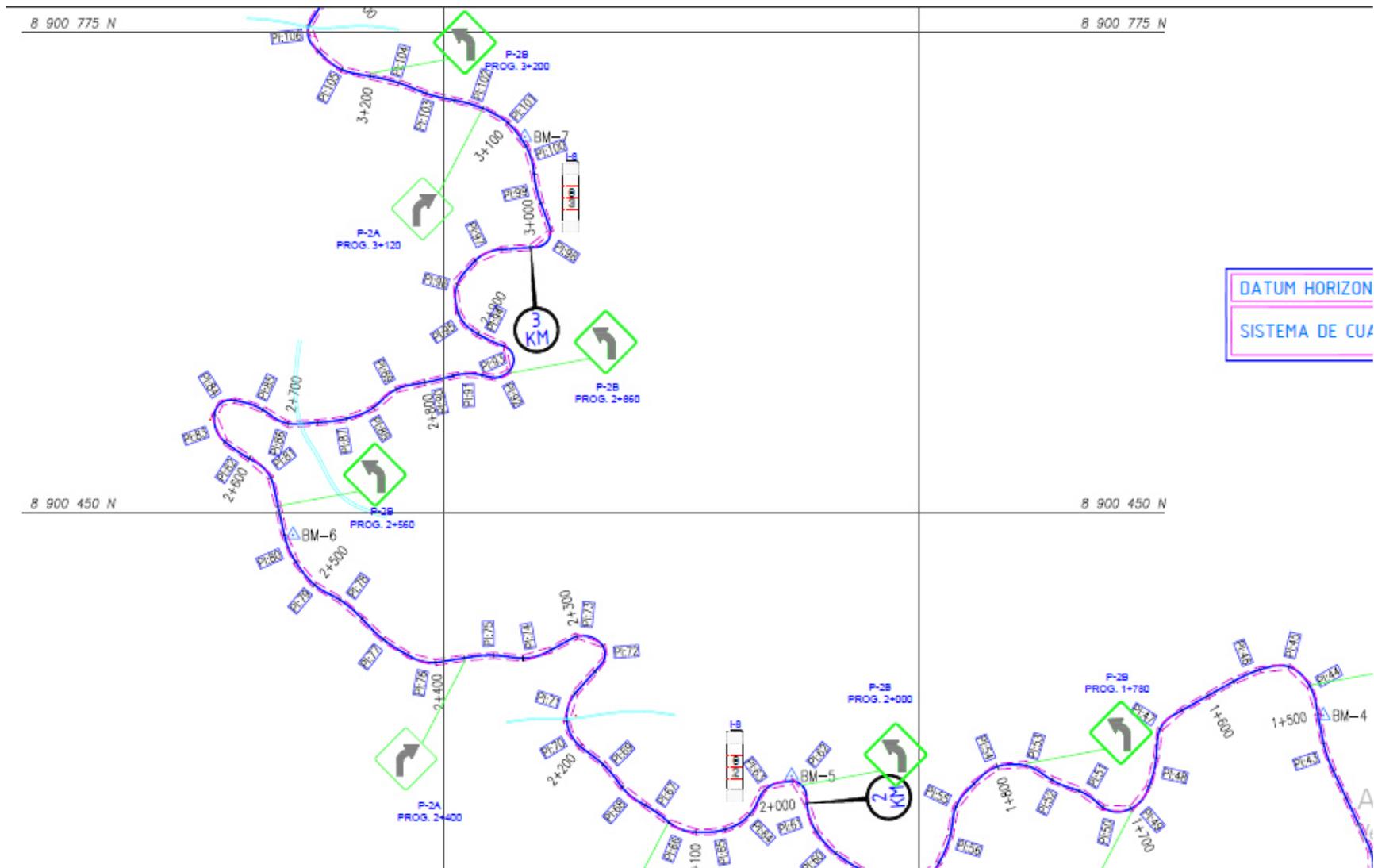


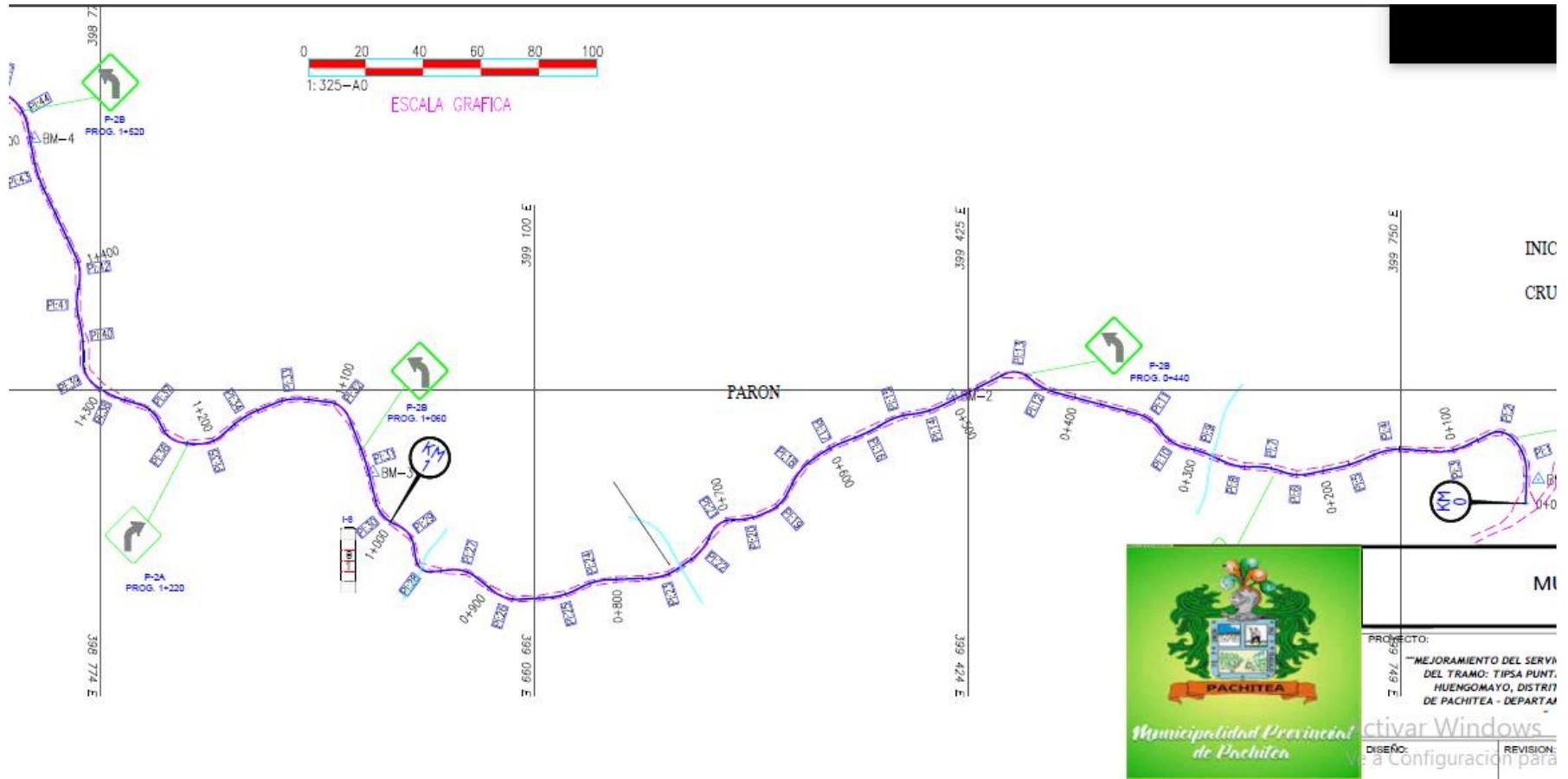












## LEYENDA

S-S

SEÑAL SONORA

+

-----

GUARDAVIAS

P

SEÑALES PREVENTIVAS

I

SEÑALES INFORMATIVAS

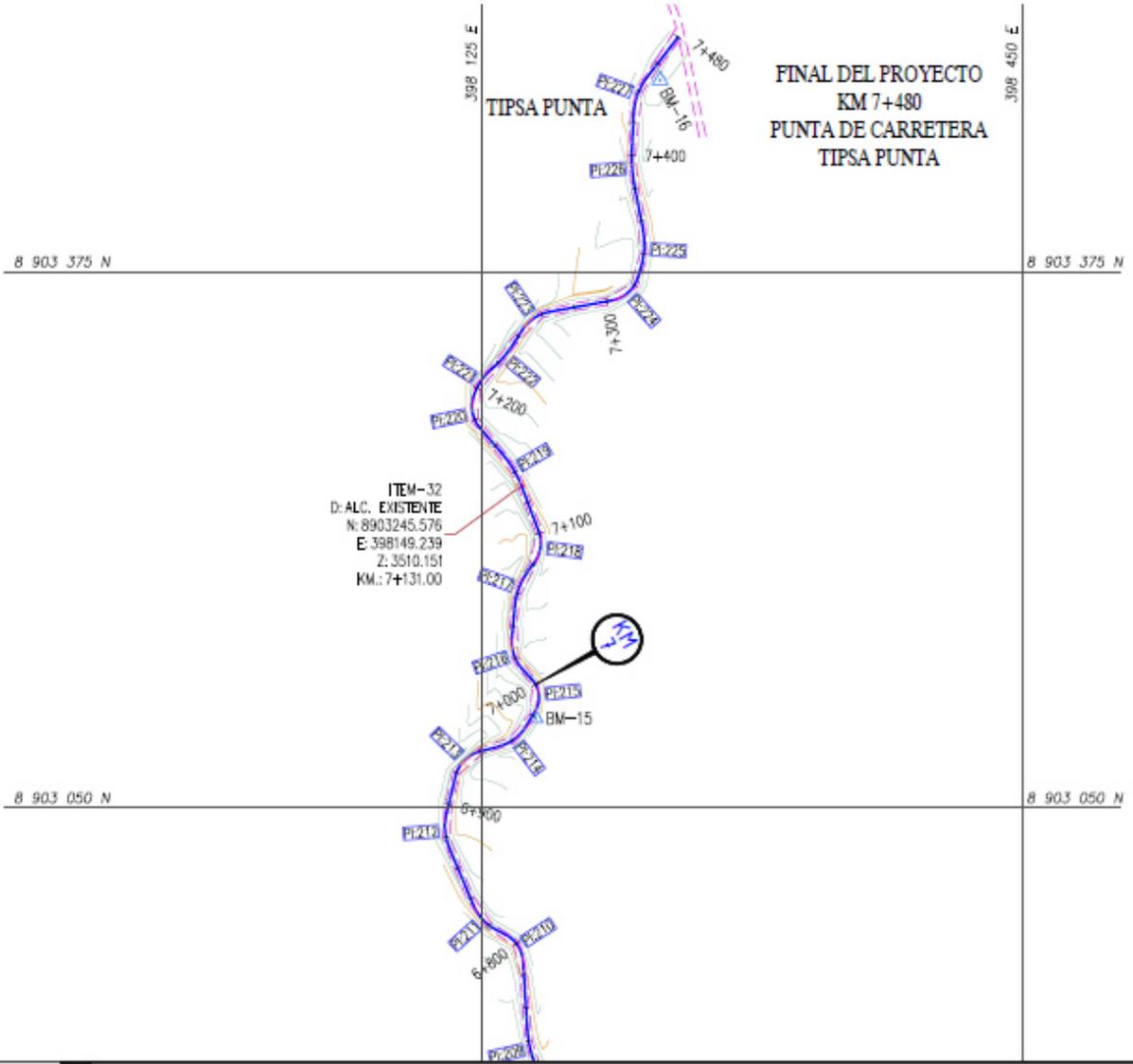
R

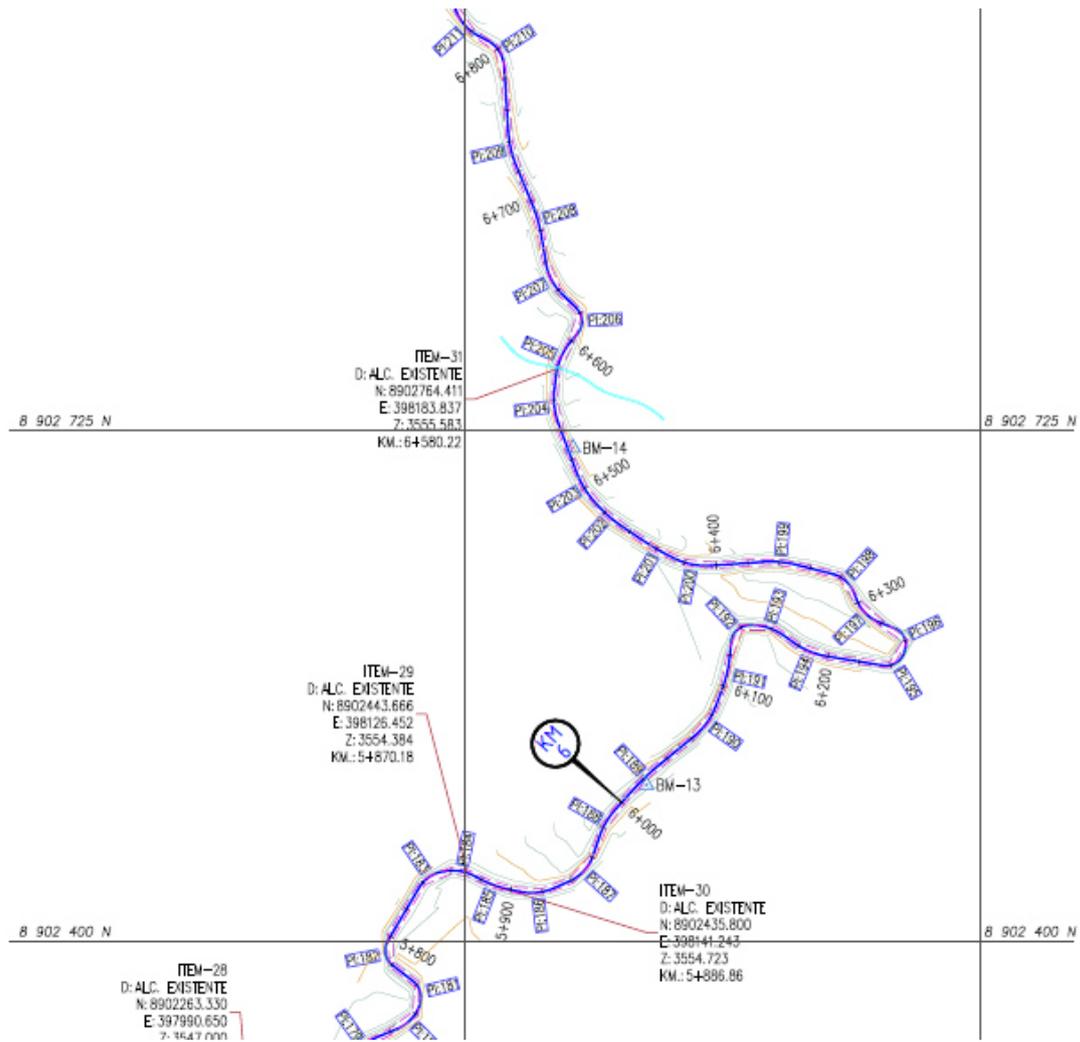
SEÑALES REGLAMENTARIAS

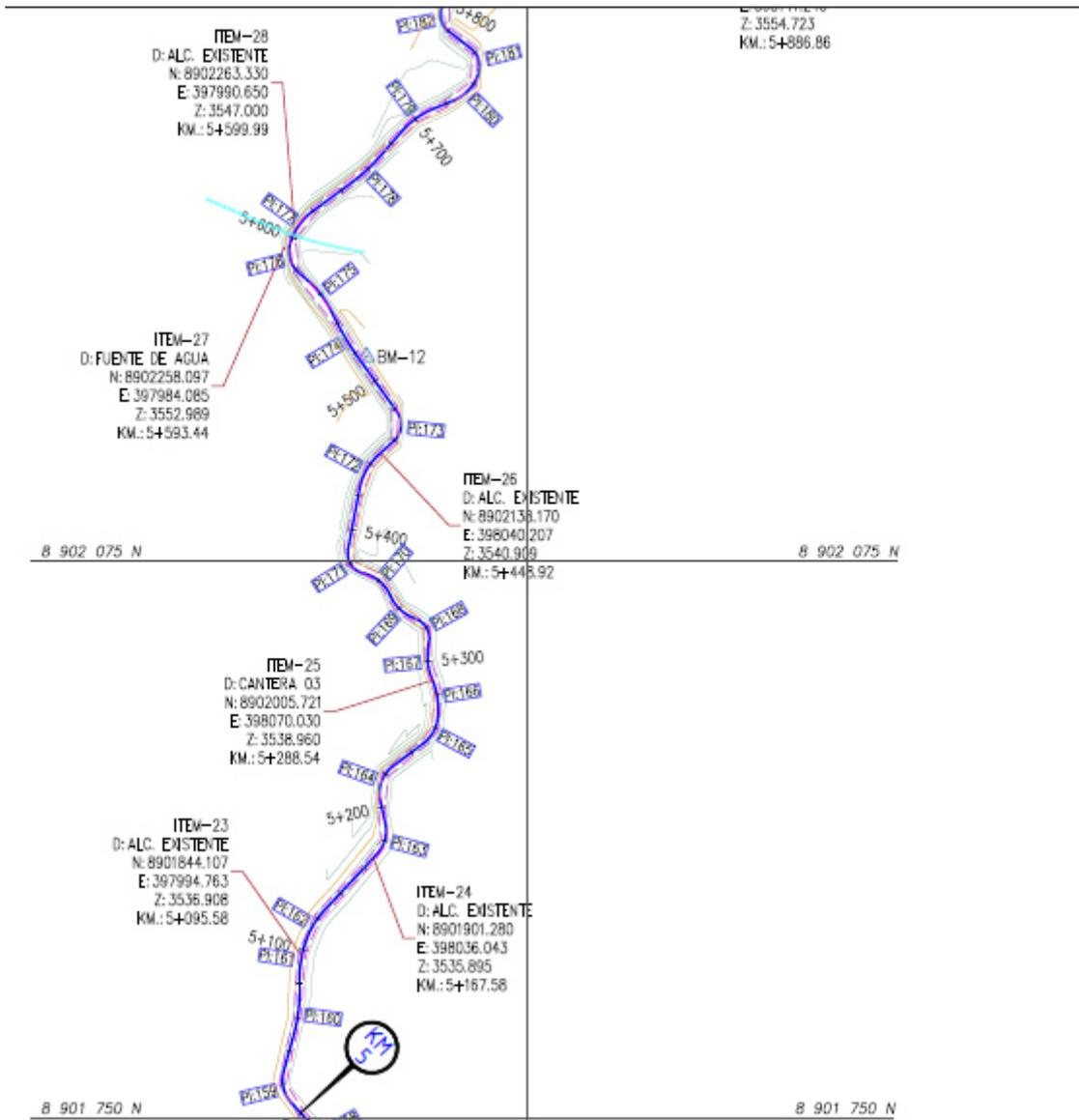


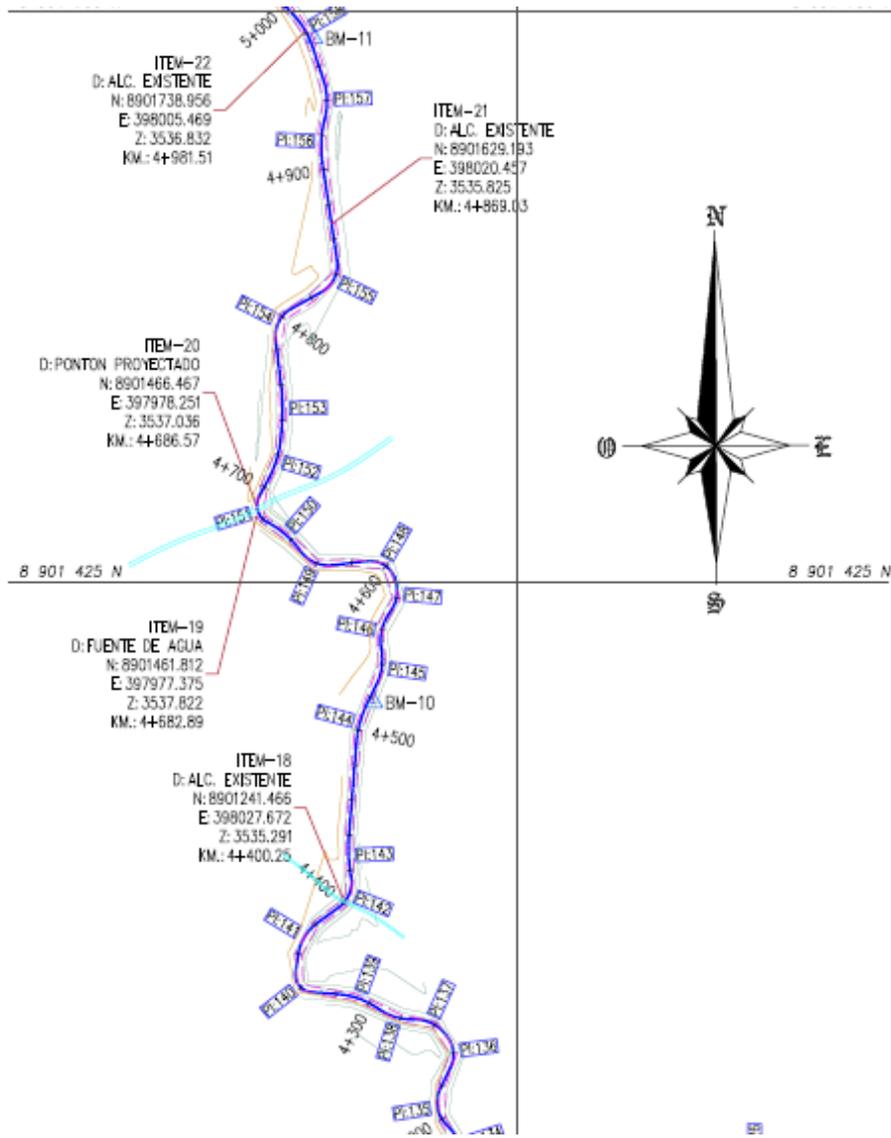
<b>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PACHITEA - PANAÓ</b>						
PROYECTO: 59 749 E	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO: TIPSA PUNTA - HUARPOJ - CRUCE HUENGOMAYO, DISTRITO DE PANAÓ - PROVINCIA DE PACHITEA - DEPARTAMENTO DE HUANUCO"				PLANO DE SEÑALIZACION INFORMATIVA Y PREVENTIVA	
	UBICACIÓN : HUANUCO - PACHITEA - PANAÓ				LAMINA:  <i>PSIP-01</i>	
	REVISADO : _____					
DISEÑO:	REVISION:	APROBACION:	LEV. TOP: .....	AUTOCAD: .....	ESCALA : 1/325	FECHA : DICIEMBRE - 2019

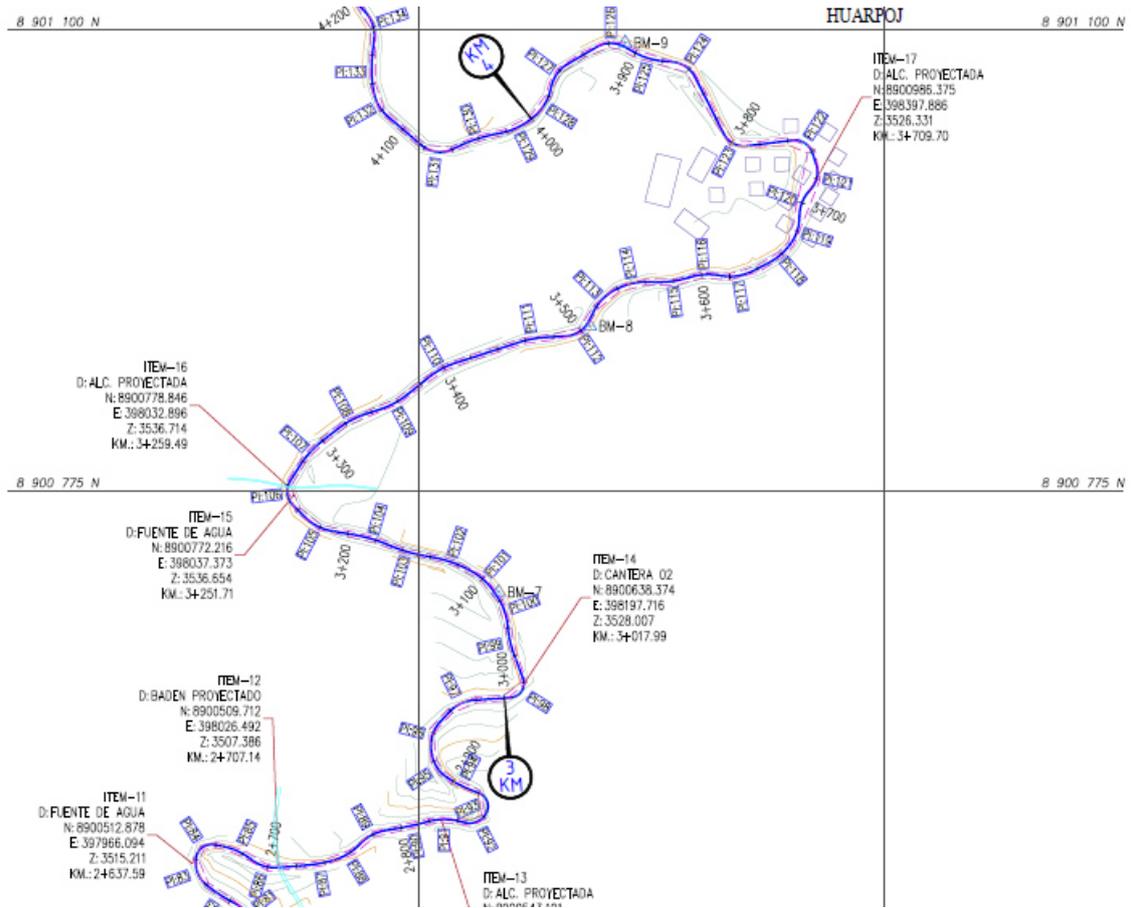






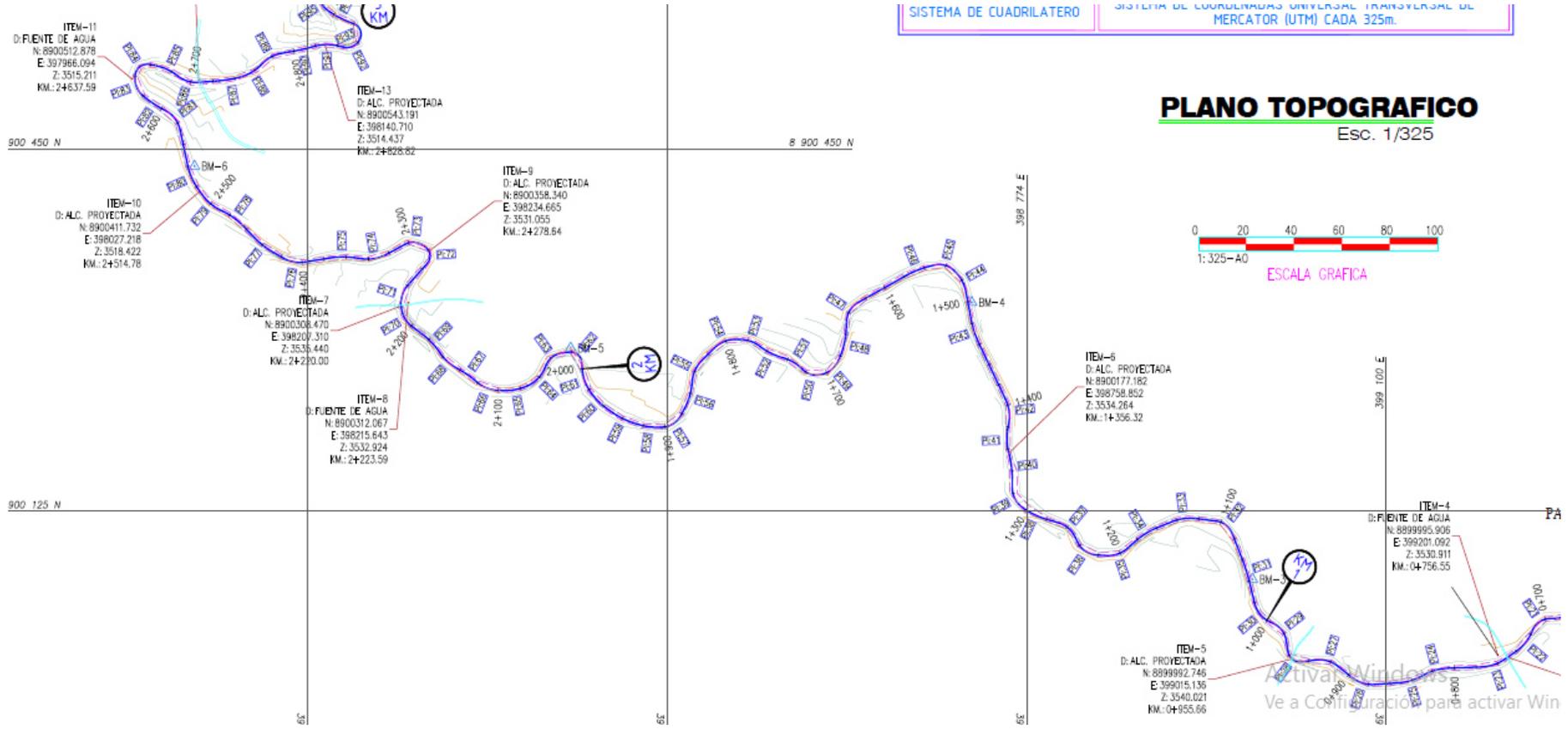


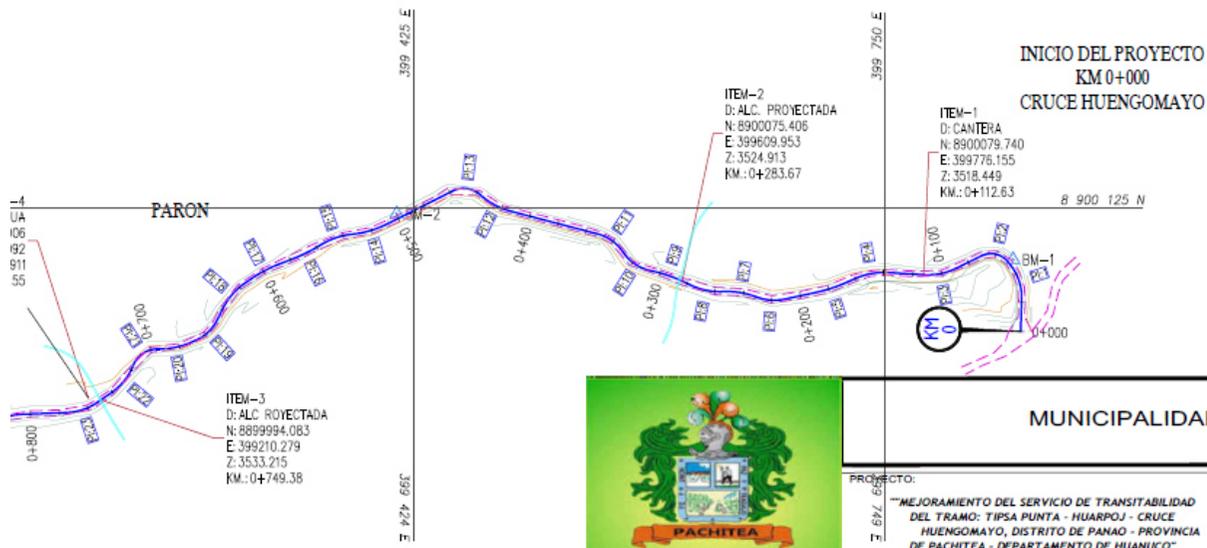




# PLANO TOPOGRAFICO

Esc. 1/325





INICIO DEL PROYECTO  
KM 0+000  
CRUCE HUENGOMAYO

ITEM-2  
D: ALC. PROYECTADA  
N: 8900075.406  
E: 399609.953  
Z: 3524.913  
KM.: 0+283.67

ITEM-1  
D: CANTERA  
N: 8900079.740  
E: 399776.155  
Z: 3518.449  
KM.: 0+112.63

ITEM-3  
D: ALC. PROYECTADA  
N: 8899994.063  
E: 399210.279  
Z: 3533.215  
KM.: 0+749.38



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PACHITEA - PANA O

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO: TIPSA PUNTA - HUARPOJ - CRUCE HUENGOMAYO, DISTRITO DE PANA O - PROVINCIA DE PACHITEA - DEPARTAMENTO DE HUANUCO"		PLANO TOPOGRAFICO	LAMINA:  <b>PT-01</b>
UBICACION: HUANUCO - PACHITEA - PANA O		REVISADO:	FECHA: DICIEMBRE 2019
DISEÑO:	REVISION:	APROBACION:	
LEV. TOP:	AUTOCAD:	ESCALA: 1:325	