



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑOS DE OBRAS DE ARTE DE LA VÍA, QUE UNE  
LOS CENTROS POBLADOS DE RÍO ESPINO Y  
BELLAVISTA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD,  
EN EL DISTRITO DE MONZÓN-HUÁNUCO**

**PRESENTADA POR  
JOSÉ ANTONIO ALCA ASENCIO  
RONY OMAR ESTELO GAMARRA**

**ASESOR  
FERNANDO PAZ ZAGACETA**

**TESIS  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**LIMA – PERÚ**

**2020**



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑOS DE OBRAS DE ARTE DE LA VÍA, QUE UNE LOS  
CENTROS POBLADOS DE RÍO ESPINO Y BELLAVISTA,  
PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD, EN EL DISTRITO  
DE MONZÓN-HUÁNUCO**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADA POR**

**ALCA ASENCIO, JOSÉ ANTONIO  
ESTELO GAMARRA, RONY OMAR**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

El agradecimiento más grande a nuestro padre celestial, por darme la motivación y sabiduría para seguir mis metas y sueños.

A mis padres, que apostaron por mi desarrollo como profesional siempre de manera incondicional, para así cumplir mi meta.

**Alca Asencio, José Antonio**

## **DEDICATORIA**

Agradezco a mis progenitores por su confianza brindada para cumplir otro gran reto en mi vida.

**Estelo Gamarra, Rony Omar**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	xii
<b>ABSTRACT</b>	xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	xiv
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Definición del problema	2
1.3 Formulación del problema	9
1.4 Objetivos	
10	
1.5 Justificación e importancia	10
1.6 Alcances y limitaciones	11
1.7 Viabilidad	11
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	12
2.1 Antecedentes de investigación	12
2.2 Bases teóricas .	18
2.3 Definición de términos básicos	80
2.4 Hipótesis	83
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b>	84
3.1 Tipología de la investigación	84
3.2 Nivel de la investigación	85
3.3 Diseño de la investigación	85
3.4 Operacionalización de variables	85
3.5 Población y Muestra	87
3.6 Técnicas de Investigación	87

3.7 Instrumentos de Recolección de datos	87
3.8. Técnicas de procesamiento de análisis de datos	88
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS</b>	89
4.1 Caso de investigación	89
4.2 Recolección de datos	93
4.3 Desarrollo del diseño	99
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	156
<b>CONCLUSIONES</b>	158
<b>RECOMENDACIONES</b>	159
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	160
<b>ANEXOS</b>	165

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> Coordenadas UTM	6
<b>Tabla 2.</b> Función de Distribución Normal	23
<b>Tabla 3.</b> Distribución Normal Estándar	25
<b>Tabla 4.</b> Distribución Normal Estándar	26
<b>Tabla 5.</b> Función de Distribución Log Pearson Tipo III	31
<b>Tabla 6.</b> Valores de K para la distribución Log Pearson tipo III.	32
Tabla 7. Test de Kolmorov-Smirnov	33
<b>Tabla 8.</b> Formula de la Intensidad Probabilística	34
<b>Tabla 9.</b> Coeficientes de duración lluvias entre 48 horas y una hora	36
<b>Tabla 10.</b> Formula de la Intensidad Máxima de Diseño	37
<b>Tabla 11.</b> Datos de ingreso de la información de los periodos de retornos	38
<b>Tabla 12.</b> Periodo de retornos de diseño recomendado para estructuras menores	39
<b>Tabla 13.</b> Fórmula de Kirpich	40
<b>Tabla 14.</b> Fórmula de Riesgo Admisible	41
<b>Tabla 15.</b> Valores Máximos Recomendados de Riesgo Admisible de Obras de Drenaje	42
<b>Tabla 16.</b> Vida útil de obras de drenaje	42
<b>Tabla 17.</b> Formula del caudal para Método Racional	43
<b>Tabla 18.</b> Coeficientes de escorrentía en el método racional.	44
<b>Tabla 19.</b> Velocidad máxima del agua	48
<b>Tabla 20.</b> Inclinaciones Máximas del Talud (V:H) Interior de la Cuneta	48
<b>Tabla 21:</b> Ecuación de Manning	49

<b>Tabla 22</b> Valores de Manning (n)	50
<b>Tabla 23</b> Valores de K más usados	52
<b>Tabla 24</b> Velocidades límites admisibles	52
<b>Tabla 25:</b> Caudal "Q" de aporte	54
<b>Tabla 26</b> Dimensiones mínimas de cunetas	54
<b>Tabla 27</b> Correlación de Tipos de suelos AASHTO-SUCS	64
<b>Tabla 28</b> Clasificación de suelos AASHTO	65
<b>Tabla 29</b> Clasificación de suelos según Tamaños de partículas	66
<b>Tabla 30</b> Relación de tamices y aberturas	66
<b>Tabla 31</b> Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad	67
<b>Tabla 32:</b> Limite Liquido	68
<b>Tabla 33:</b> Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad	69
<b>Tabla 34:</b> Clasificación de subrasante	71
<b>Tabla 35.</b> Cargas unitarias de la muestra patrón	72
<b>Tabla 36</b> Coordenadas UTM	91
<b>Tabla 37.</b> Distancia y Tiempo de Llegada a la localidad de rio espino	92
<b>Tabla 38.</b> Poblaciones beneficiadas	92
<b>Tabla 39:</b> Datos Técnicos estación meteorológica – Tingo María	93
<b>Tabla 40.</b> Precipitaciones mensuales acumuladas Tingo Maria	94
<b>Tabla 41</b> Variación de la precipitación estación Tingo María	95
<b>Tabla 42.</b> Estaciones anuales de Monzón	95
<b>Tabla 43.</b> Precipitación Total Mensual	96
<b>Tabla 44.</b> Precipitación Máxima en 24 Horas	96
<b>Tabla 45.</b> Encuesta en base a la mejora de la transitabilidad	98
<b>Tabla 46.</b> Clasificación de calicatas	99
<b>Tabla 47.</b> Análisis Granulométrico de C-1	100
<b>Tabla 48.</b> Limites de Atterberg	102
<b>Tabla 49.</b> Contenido de húmeda	105
<b>Tabla 50.</b> Ensayo de Proctor modificado	105
<b>Tabla 51.</b> Resultados de Ensayo Proctor Modificado	106
<b>Tabla 52.</b> Resultados Ensayo de Penetración	107
<b>Tabla 53.</b> Resumen de los ensayos correspondientes	110

<b>Tabla 54.</b> Ensayos Correspondientes para cantera de afirmado	111
<b>Tabla 55.</b> Levantamiento Topográfico de la Cantera Manchuria Km 34	112
<b>Tabla 56.</b> Evaluación de las Características de la Cantera Manchuria Km 34	113
<b>Tabla 57.</b> Ensayos correspondientes a la cantera La Granja	114
<b>Tabla 58.</b> Ensayos correspondientes de la Cantera La Granja	115
<b>Tabla 59.</b> Levantamiento Topográfico de la Cantera La Granja	115
<b>Tabla 60.</b> Resumen de Estudio de Cantera La Granja.	116
<b>Tabla 61.</b> Cuadros de coordenada de BMs	118
<b>Tabla 62.</b> Talud de Corte	119
<b>Tabla 63.</b> características topográficas	120
<b>Tabla 64.</b> Precipitación Máxima En 24 Horas (mm)	122
<b>Tabla 65.</b> Distribución Normal de las Precipitaciones Max(mm) de la Estación Tingo María	123
<b>Tabla 66.</b> Resultados de probabilidad de la Distribución Normal	123
<b>Tabla 67.</b> Prueba de kolmogorov Smirnov de la Distribución Normal	124
<b>Tabla 68.</b> Distribución Log Normal de las Precipitaciones Max(mm) de la Estación Tingo María	125
<b>Tabla 69.</b> Resultados de probabilidad de la Distribución Log Normal	125
<b>Tabla 70.</b> Prueba de kolmogorov Smirnov de la Distribución Log Normal	125
<b>Tabla 71.</b> Distribución de Gumbel de Precipitaciones Max(mm) de la Estación Tingo María	127
<b>Tabla 72.</b> Resultados de probabilidad de la Distribución de Gumbel	127
<b>Tabla 73.</b> Prueba de kolmogorov Smirnov de la Distribución de Gumbel	127
<b>Tabla 74.</b> Distribución Log Pearson Tipo III de las Precipitaciones Max(mm) de la Estación Tingo María	129
<b>Tabla 75.</b> Resultados de probabilidad de la Distribución Log Pearson Tipo III	129
<b>Tabla 76.</b> Prueba de kolmogorov Smirnov de la Distribución de Log Pearson Tipo III	129

<b>Tabla 77.</b> Prueba de kolmogorov Smirnov	132
<b>Tabla 78.</b> Diseño de precipitación	132
<b>Tabla 79.</b> Coeficientes de duración lluvias	133
<b>Tabla 80.</b> Precipitación Máxima Pd(mm) por tiempos de duración	133
<b>Tabla 81.</b> Formula de la intensidad	134
<b>Tabla 82.</b> Intensidades de lluvias (mm/hr) para diferentes tiempos de duración	134
<b>Tabla 83.</b> Periodo de retorno para T=2 años	135
<b>Tabla 84.</b> Periodo de retorno para T=5años	135
<b>Tabla 85.</b> Periodo de retorno para T=10 años	137
<b>Tabla 86.</b> Periodo de retorno para T=25años	137
<b>Tabla 87.</b> Periodo de retorno para T=50 años	139
<b>Tabla 88.</b> Periodo de retorno para T=100años	139
<b>Tabla 89.</b> Periodo de retorno para T=500años	140
<b>Tabla 90.</b> Regresión Potencial	142
Tabla 91. Constantes de Regresión	142
<b>Tabla 92.</b> Intensidad-Duración	143
<b>Tabla 93.</b> Tiempo de Concentración de Cunetas	145
<b>Tabla 94.</b> Caudal de Aportes de Cunetas	146
<b>Tabla 95.</b> Sección de Cunetas	147
<b>Tabla 96.</b> Sección de Alcantarilla de Alivio	148
<b>Tabla 97.</b> Tc de Alcantarillas de paso	148
<b>Tabla 98.</b> Caudal de diseño en Alcantarilla de Paso	149
<b>Tabla 99.</b> Sección de Alcantarilla de Paso	150
<b>Tabla 100.</b> Sección de Badenes	150

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Ubicación Departamental del proyecto	3
<b>Figura 2.</b> Ubicación Provincial del Proyecto	3
<b>Figura 3.</b> Ubicación Distrital del Proyecto	4
<b>Figura 4.</b> Rio Espino-Bellavista- Monzón – Huamalíes - Huánuco.	7
<b>Figura 5.</b> Erosión por las intensas lluvias	8
<b>Figura 6.</b> Erosión por las intensas lluvias	8
<b>Figura 7.</b> Erosión por las intensas lluvias	9
<b>Figura 8.</b> Funciones de frecuencia de la muestra y funciones de probabilidad de la población	21
<b>Figura 9.</b> Distribución Normal	24
<b>Figura 10.</b> Distribución Log-Normal	29
<b>Figura 11.</b> Distribución de Gumbel	30
<b>Figura 12.</b> Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia	35
<b>Figura 13.</b> Corte de calzada.	47
<b>Figura 14.</b> Sección Típica de Cuneta triangular	49
<b>Figura 15.</b> Sección transversal de cuneta	55
<b>Figura 16.</b> Detalle de tubería metálica corrugada.	57
<b>Figura 17.</b> Elementos geométricos en una alcantarilla de sección circular.	58
<b>Figura 18.</b> Detalle típico de badén	59
<b>Figura 19.</b> Sección de badén trapezoidal.	60
<b>Figura 20.</b> Número de Calicatas para Exploración se suelos	62
<b>Figura 21.</b> Signos Convencionales para perfiles de Calicatas– Clasificación AASHTO	63

<b>Figura 22.</b> Signos Convencionales para perfiles de Calicatas – Clasificación AASHTO	63
<b>Figura 23.</b> Relación número de golpes vs contenido de humedad	68
<b>Figura 24.</b> Curva de Compactación	70
<b>Figura 25.</b> Curva de Compactación	73
<b>Figura 26.</b> Eclímetro	76
<b>Figura 27.</b> Equipo topográfico de campo para Corte y Relleno	76
<b>Figura 28.</b> Representación Tridimensional de la trocha	79
<b>Figura 29.</b> Ubicación Departamental del proyecto	90
<b>Figura 30.</b> Ubicación Provincial del Proyecto	90
<b>Figura 31.</b> Ubicación Distrital del Proyecto	91
<b>Figura 32.</b> Situación Climatológica	97
<b>Figura 33.</b> Datos hidrometeorológicos a nivel nacional	97
<b>Figura 34.</b> Curva Granulométrica	101
<b>Figura 35.</b> Carta de Casagrande	103
<b>Figura 36.</b> Gráfica de Compactación	106
<b>Figura 37.</b> CBR para 0.1”	107
<b>Figura 38.</b> CBR para 0.2”	108
<b>Figura 39.</b> Secciones Transversales de la vía	121
<b>Figura 40.</b> Distribución normal vs Weibull	124
<b>Figura 41.</b> Distribución Log Normal vs Weibull	126
<b>Figura 42.</b> Distribución de Gumbel vs Weibull	128
<b>Figura 43.</b> Distribución de Log Pearson Tipo III vs Weibull	131
<b>Figura 44.</b> Regresión T=2años	135
<b>Figura 45.</b> Regresión T=5años	136
<b>Figura 46.</b> Regresión T=10 años	137
<b>Figura 47.</b> Regresión T=25 años	138
<b>Figura 48.</b> Regresión T=50años	139
<b>Figura 49.</b> Regresión T=100años	140
<b>Figura 50.</b> Regresión T=500años	141
<b>Figura 51.</b> Constantes de Regresión d	142
<b>Figura 52.</b> Curvas IDF de la cuenca	143

<b>Figura 53.</b> Perfil Longitudinal de la vía y de las obras de arte	151
<b>Figura 54.</b> Sección típica de cuneta	152
<b>Figura 55.</b> Sección de Baden	152
<b>Figura 56.</b> Sección de Alcantarilla	153

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación requerido por los habitantes de los poblados de Río Espino y Bellavista, la ruta que los conecta, no brinda un apropiado traslado de sus productos agrícolas, por esta razón se enfoca el desarrollo de los diseños de obras de arte en toda la vía, así como cunetas, badenes, pontones, alcantarillas. El proyecto se denomina Diseños de Obras de Arte en la vía, que une los Centros Poblados de Río Espino y Bellavista, para mejorar la transitabilidad, en el distrito de Monzón-Huánuco”; tiene como finalidad dar un uso óptimo a la vía, siendo los mayores beneficiados sus pobladores y los comerciantes, que frecuentan la zona; presentando la ruta un constante comportamiento satisfactorio durante todo el año, eliminando las más frecuentes fallas, que es actualmente las oquedades(huecos) del mencionado proyecto, principalmente dañadas en estaciones de invierno y otoño. Con los resultados obtenidos, mediante los análisis realizados por los autores y brindados por la Municipalidad de Monzón, se aspira a una mejora del tramo Río Espino 00+000.00Km - Bellavista 05+000.00Km, a través de los diseños de obras de arte.

**Palabras claves:** oquedades, pontones, badenes, transitabilidad, cunetas.

## **ABSTRACT**

The investigation required by people from towns Rio Espino and Bellavista, the route that connects them, does not provide an appropriate transfer of their agricultural products, for this reason the development of the designs of works of art is focused on all the road, as well as gutters, speed bumps, pontoons, culverts. The project is called " Diseños de Obras de Arte en la vía, que une los Centros Poblados de Rio Espino y Bellavista, para mejorar la transitabilidad, en el distrito de Monzón-Huánuco"; Its purpose is to give an optimal use to the road, being the greatest beneficiaries its residents and merchants, who frequent the area; the route presenting a constant satisfactory behavior throughout the year, eliminating the most frequent failures, which are currently the cavities (holes) of the aforementioned project, mainly damaged in winter and autumn seasons. With the present results obtained, through the analyzes carried out by the authors and provided by the municipality of Monzón, there was an improvement in the section Rio Espino 00 + 000.00Km - Bellavista 05 + 000.00Km, through the designs of these.

**Key words:** cavities, pontoons, squares, bumps, passability, gutters.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación, se trataron los diseños de obras de arte en un camino vecinal, siendo los beneficiados los lugareños y los transportistas.

Como los poblados en conexión con la vía, de los centros poblados de Río Espino y Bellavista, tienen un gran problema, la precariedad de transportarse, cuando las lluvias se incrementan. Como consecuencia impiden el buen desempeño de los vehículos por la zona, haciendo que los productos no lleguen en buen estado y a destiempo a los lugares de abastecimiento para sus ventas.

Frente a estos problemas, hubo la necesidad de crear el proyecto, Diseños de Obras de arte en el Centro Poblado Río Espino - Bellavista, para mejorar la transitabilidad, en el distrito de Monzón -Huánuco.

La tesis comprende cinco (5) capítulos. El primero trata sobre el planteamiento del problema y proyectos semejantes al desarrollado. En el segundo, se aborda el marco teórico, antecedentes. En el tercero, se explica sobre la metodología, desglose de las variables dependiente e independiente. En el cuarto, se presenta el desarrollo de los resultados. Y en el quinto capítulo, se contrasta la investigación de los antecedentes y se demuestra que la propuesta planteada es favorable, a fin de solucionar el problema que padecen estos centros poblados.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones(MTC), mediante su dependencia, Provias Nacional se encarga de efectuar, mejorar y del mantenimiento de las rutas del Perú, con la misión de dar un eficiente servicio, cuidando la vida de los transportistas, tiene como visión hacer un mercado competitivo mediante las competentes rutas, impulsando el movimiento socioeconómico; sus objetivos están enfocados en dar una buena infraestructura en sus obras, brindando presupuestos coherentes y transparentes. Por otra parte, la financiación para rutas rurales sean caminos de herradura y vecinales, no son los esperados; con el paso del tiempo son estos que retribuyen y hasta superan lo predispuesto, siendo las más beneficiadas las comunidades a conectar y aledañas, mediante la seguridad de sus vidas al momento de hacer uso del transporte público o privado, la disminución de fletes generando un mayor movimiento en costo y producción, el incremento del transporte debido al alza de la demanda de los usuarios, son estos algunos beneficios retribuidos a la debida ejecución, mejoramiento, mantenimiento de una vía.

Sea una ruta aledaña a nuestro estudio a tratar posteriormente, está la carretera Huánuco–La Unión–Huallanca, en la región Huánuco, que está a cargo de la empresa internacional China Railway 20 Bureau Group Corporation cruzando las siguientes provincias: Dos de Mayo, Yarowilca, Lauricocha, Huamalíes y Bolognesi, tiene una longitud de 236.601 kilómetros, esta contará con el trazo de doble vía, se realizarán obras de arte como 24 badenes, 1 túnel;

y el mantenimiento de 10 años de toda la vía, beneficiando a más de 272 mil lugareños.(El Comercio, 2018)

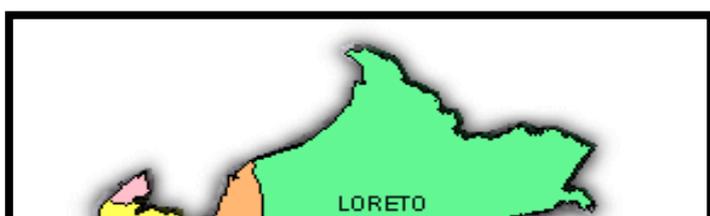
Otra vía que se emplea como opción para disminuir el tráfico en la carretera central es en el tramo 1 de la carretera Oyón-Ambo, otro objetivo que presenta la ejecución de la vía es dar un empuje económico al sector transporte y agrícola, esta continua hasta la prolongación con Cerro de Pasco, también se instaló una planta de concreto que abastecerá a la ejecución de cunetas, badenes, alcantarillas y otras obras de arte, esta tendrá un pavimento rígido contando con un ensanchamiento de vías de 6.61 metros, señalamiento en todos sus tramos, beneficiando a 140 mil habitantes, la obra hasta octubre del 2019 presentaba un avance del 20.2%, esperando su culminación para diciembre del presente año. (Plataforma Única del Estado Peruano, 2019)

## 1.2 Definición del problema

La vía se encuentra, conectando a los centros poblados de Río Espino y Bellavista en Monzón – Huamalíes – Huánuco.

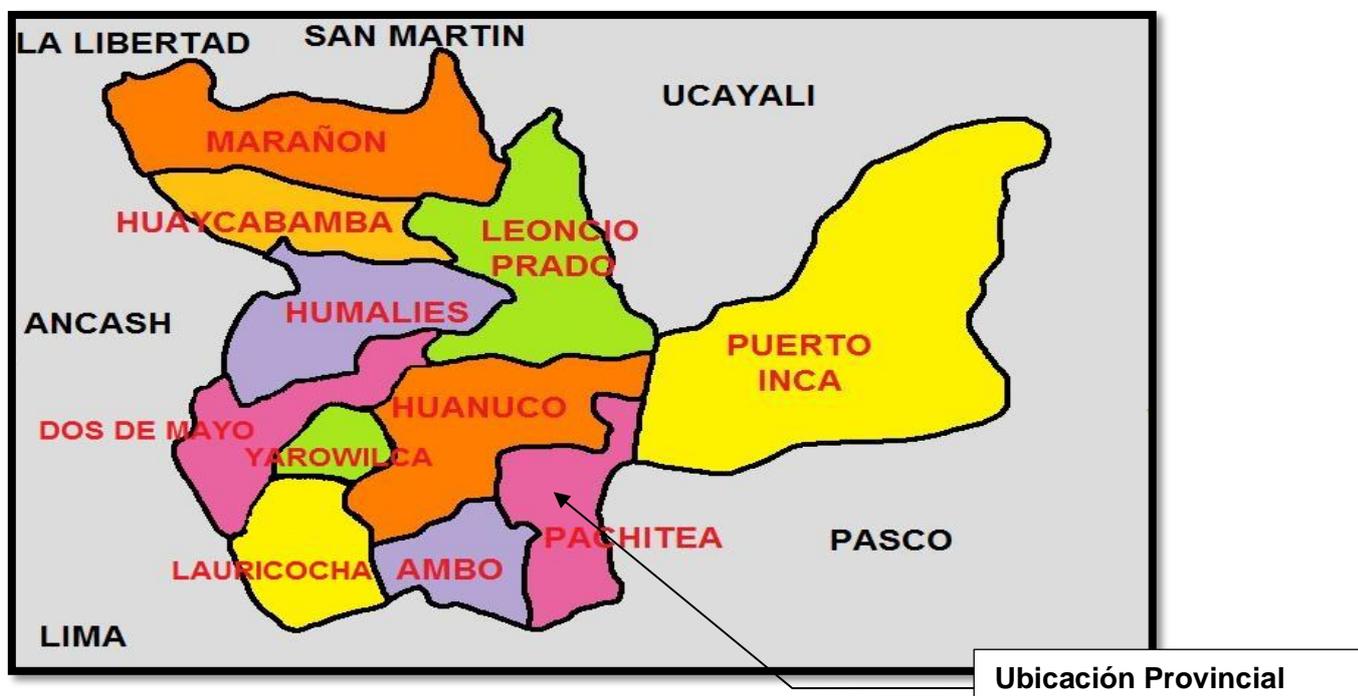
### Ubicación Política

- Localidad : Río Espino, Bellavista.
- Distrito : Monzón
- Provincia : Huamalíes
- Región : Huánuco.
- Región Natural : Selva Alta
- Altitud : 844 m.s.n.m.



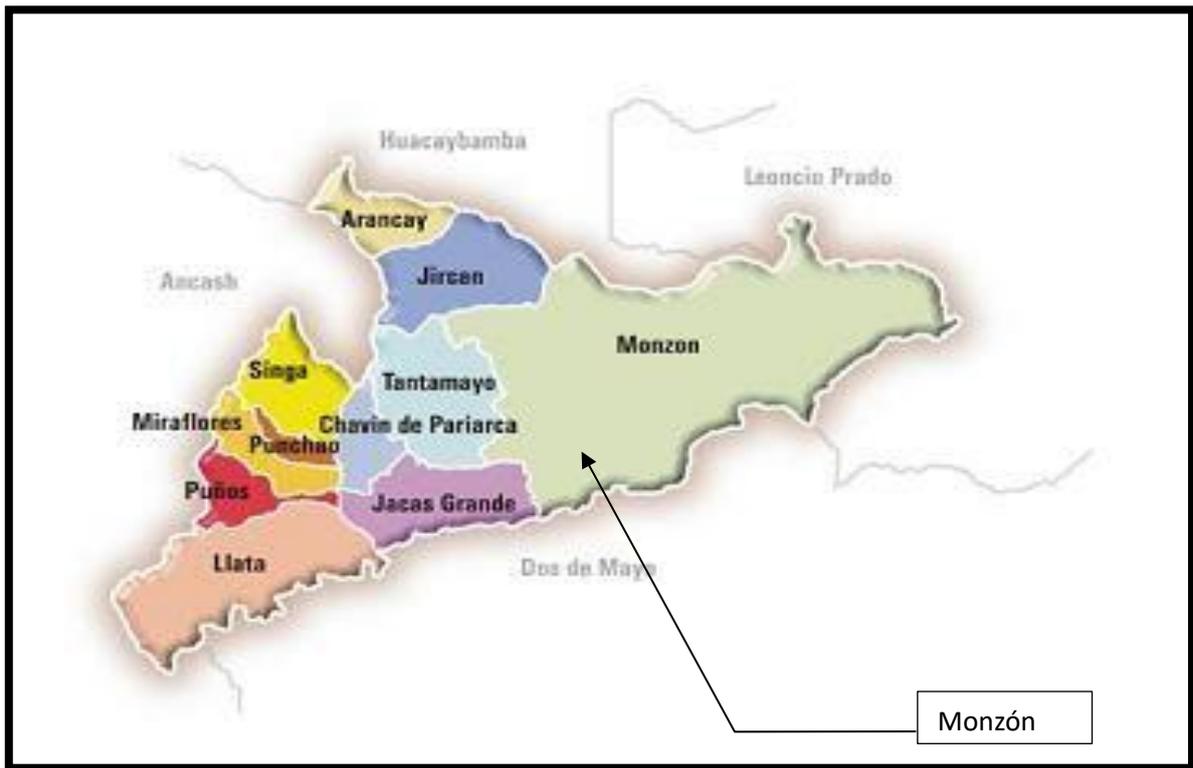
**Figura 1.**Ubicación departamental del proyecto

Elaboración: Los autores



**Figura 2.** Ubicación provincial del proyecto

Elaboración: Los autores



**Figura 3.** Ubicación distrital del proyecto

Elaboración: Los autores

El presente estudio se ubica en el centro poblado de Río Espino-Bellavista en Monzón – Huamalíes - Huánuco, este proyecto propuesto es de gran importancia por parte de los pobladores de la vía en mención, que comienza desde el poblado Río Espino hasta las alturas de Bellavista, en la actualidad la trocha solo fue aperturada por la municipalidad, pero esta no cuenta con los requerimientos mínimos necesarios establecidos, por los manuales correspondientes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; sean: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje 2018, Manual de Diseño de Carreteras no pavimentadas de bajo Volumen Transito 2008, porque en épocas de lluvias se erosionan la vía en mención, no cuenta con ninguna obra de arte que le permita mantener la integridad de la vía.

Por la carencia de obras de arte esto ha generado de que los lugareños de la zona dejen de utilizar esta vía para ir por caminos de herradura llevando sus productos en mulas aumentando el riesgo de su integridad física, por consiguiente esto trae pérdidas económicas para los agricultores por no poder producir a escala ya que el acarreo en mula o con peones hace que el costo de estos productos sean más caro y no puedan competir en el mercado local y fuera de ella, ocasionando que los pobladores vuelvan a caer en la cosecha ilegal de la coca.

La mayor parte de la población afectada presenta condición de pobreza total, según el diagnóstico realizado, se pudo comprobar que la población presenta características propias de una zona rural (en todas sus dimensiones se presenta la presencia de pobreza). Expresado en un desarrollo incipiente y precario de la actividad productiva agrícola a pesar de contar con los recursos naturales a disposición. La población beneficiaria se dedica principalmente a la agricultura siendo esta actividad su principal fuente de ingreso, por debajo del sueldo mínimo vital y por tanto su condición es de pobreza, asimismo el jornal agrícola por persona al día alcanza los S/. 20.00 Nuevos Soles, lo que es insuficiente.

Esta distancia de 5km genera un mayor costo a los pobladores para sacar su cosecha y haciendo que los productos lleguen de manera inoportuna a los lugares de abastecimiento, esto ocasiona a los pobladores pierdan posesión en el mercado no pudiendo competir, por lo tanto, esto genera un malestar social en el desarrollo de este centro poblado.

En conclusión, la mayor parte de los pobladores del distrito de Monzón de dedican netamente a la agricultura.

Líneas más abajo presentamos la ubicación geográfica del lugar de estudio con las siguientes características de limitación del distrito.

#### Ubicación Geográfica

Las localidades de Río Espino, Bellavista y Buenavista.

Se localiza en las siguientes Coordenadas UTM:

**Tabla 1** Coordenadas UTM

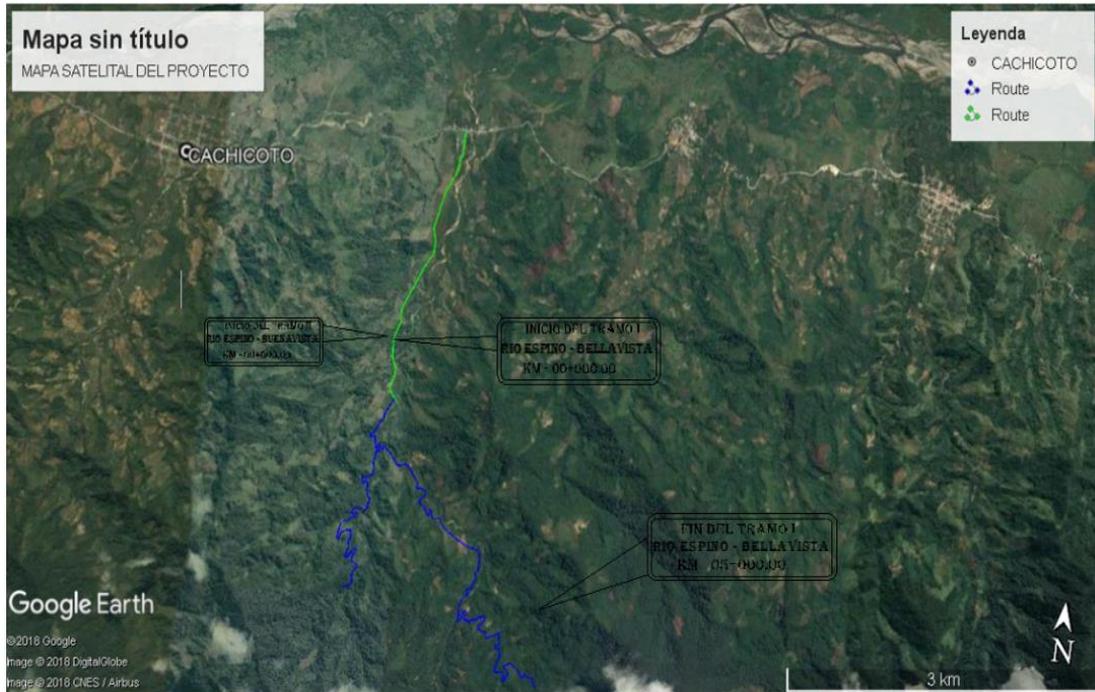
DESCRIPCIÓN	PROGRESIVAS	ESTE "E"	NORTE "N"	COTA
Inicio Río Espino	00+000.00	3693117.08	8979020.1	844
Final Bellavista	05+000.00	370926.7	8976816.4	1120.54

Elaboración: Los autores

La localidad de Río Espino, Bellavista y Buenavista perteneciente al distrito de Monzón, provincia de Huamalíes, departamento de Huánuco.

Límites del distrito:

- Norte, con el distrito de Arancay.
- Este, con la provincia de Huánuco.
- Sur, con el distrito de Rupa Rupa.
- Oeste, con el distrito de Jircan, Tantamayo y Jacas Grande



**Figura 4.** Rio Espino-Bellavista- Monzón – Huamalíes - Huánuco.

Fuente: Google Earth

En las siguientes imágenes se aprecia el estado actual que se encontraba la vía al momento de levantar la información, para el proyecto propuesto, en las siguientes imágenes.



**Figura 5.** Erosión por las intensas lluvias

Elaboración: Los autores



**Figura 6.** Erosión por las intensas lluvias

Elaboración: Los autores



**Figura 7.** Erosión por las intensas lluvias

Elaboración: Los autores

Como vemos en las imágenes el problema radica en que la vía no cuenta con las obras de artes, esto atrae otros problemas derivados como el intercambio cultural, el turismo, el desarrollo económico.

Por todo lo mencionado líneas arriba el problema se centra en la mejora de la transitabilidad de estas vías, por ende, nuestra tesis se centra en el “Diseños de Obras de Arte en la vía, que une los Centros Poblados de Rio Espino y Bellavista, para mejorar la transitabilidad, en el distrito de Monzón-Huánuco”.

Para realizar este estudio es necesario de recabar y recopilar información topográficos, suelos, pluviométricos y canteras para el diseño de las obras de arte, Con el objetivo de rehabilitar la vía.

### **1.3 Formulación del problema**

#### **1.3.1 Problema general:**

¿De qué manera el diseño de obras de arte en la vía, que une los centros poblados de Rio Espino y Bellavista mejora la transitabilidad del distrito de Monzón -Huánuco?

#### **1.3.2 Problemas específicos:**

- ¿De qué manera los estudios hidrológicos permiten diseño el drenaje de la vía en Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco?
- ¿De qué manera el estudio de suelos permite disminuir el deterioro de la vía en Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco?
- ¿De qué manera el estudio topográfico mejora los alineamientos físicos de la vía en Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general:**

Diseñar las obras de arte en la vía, que une los centros poblados de Rio Espino – Bellavista, para mejora la transitabilidad del distrito de Monzón -Huánuco.

### **1.4.2 Objetivo específicos:**

- Elaborar los estudios hidrológicos que permitan diseñar el drenaje de la vía de Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco
- Elaborar los estudios de suelos que permitan disminuir el deterioro de la vía en Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco
- Elaborar los estudios topográficos que permiten mejorar los alineamientos físicos de la vía en Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón - Huánuco

## **1.5 Justificación e Importancia**

### **1.5.1 Justificación práctica**

La vía que une los centros poblados no cuenta con obras de drenaje, causando malestares a lo largo de esta. Requiriéndose los diseños para una futura ejecución, obteniéndose la fluidez de las aguas superficiales a sitios donde no perturbe la integridad de la vía, para lo cual será de fuente de estudio, la implementación de este aporte al tramo.

### **1.5.2 Justificación económica**

Con el desarrollo de estas obras de arte traerá como beneficio, la mejora de la producción agrícola de sus frutos como el café y cacao como la nueva integración de crianza de animales y de piscicultura, que fue ingresado con DEVIDA (La Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas).

También se mejorará la reducción de costos de transportes así dando un gran beneficio a los agricultores reduciendo los tiempos de llegada a los mercados locales, y mejorando su capital económico.

Los tiempos de llegadas del producto, estos tiempos son fundamental, ya que los productos lleguen a los lugares de distribución y no se deterioren por el tiempo de maduración, otro punto importante de los tiempos es que los mercados no les cierren las puertas a estos agricultores por su desabastecimiento inoportuno.

### **1.5.3 Justificación social**

El mejoramiento de esta vía traerá consigo mayor desarrollo cultural en este centro poblado de Bellavista, podrán acceder de manera rápida a los centros de salud más cercano que es Cachicoto, aumentando la demanda de escolares en el colegio del Centro Poblado Rio Espino, consecuentemente son los niños de la zona de Bellavista podrán acceder a este servicio de manera segura y rápida.

### **1.6 Alcances y limitaciones**

La zona donde se ubica el tramo a analizar, carece de datos pluviométricos, por lo cual estos fueron obtenidos por una provincia adyacente y semejante en base al clima, por lo cual la estación de Tingo María, fue la idónea, debido que guarda la similitud en sus características físicas a la analizada.

### **1.7 Viabilidad**

#### **1.7.1 Viabilidad técnica**

El desarrollo de nuestra investigación se basó en los diferentes manuales de consulta respaldados por el Ministerio de Transporte y

Comunicación (MTC), sean estos: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje, 2018. Y Manual de Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Transito,2008, y la información recopilada de la municipalidad correspondiente.

### **1.7.2 Viabilidad económica**

La investigación de la tesis genero gastos que fue absorbido por los autores de la presente tesis como la obtención del mapa de microcuenca se hizo un requerimiento de un profesional en la rama de hidrología para la asesoría de los estudios pluviométricos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de investigación**

##### **2.1.1 Antecedentes internacionales**

KUČERA V. (2016). En el presente trabajo pretende el estudio y procesamiento de información de carreteras de baja capacidad, expandir el concepto a trabajar mediante diseños y hacer una comparativa de las carreteras de alta capacidad. Se emplearon como base los caminos viales de Estados Unidos, nombrando la institución AASHTO en el cual se basa los parámetros a seguir. Para el diseño geométrico se calculó el ADT (Número Promedia Diario de Vehículos en la Carretera), si supera los 400 vehículos por día, se diseñará

para una carretera de alta capacidad, se determinó que los diseños divididos pretenden aumentar la capacidad de carga de las carreteras; en la último capítulo menciona que las carreteras con cubiertas no adheridas no son comunes en República Checa, siendo estas de diseño y de mantenimiento, funcionamiento seguros y económicos.

Rodríguez J. (2015). El presente trabajo de estudio propone el diseño del tramos, para la comuna "San Vicente de Cucupuro" de la parroquia rural del Quinche, esta vía se encuentra en total abandono y esto hace perjudicial para sus mil habitantes como para el transporte, esta vía no cuenta con una estructura básica como redes de alcantarillado, también es insalubre para sus habitantes por el excesivo polvo que emana, haciendo que sus pobladores tomen rutas alternas; si bien se han propuesto planes de solución que resultan ser efímeros, ya que estos no abastecen el tráfico del lugar; por lo cual se hizo el diseño geométrico con proyecciones, obteniéndose el TPDA (tráfico promedio diario anual) 120 vehículos por día, mediante el estudio de suelos se determinó que el suelo a trabajar es suelos limosos y arcillosos de mediana resistencia, con CBR DE 3%; mediante el contenido de agua se obtuvo de sub rasante van desde 7% a 50%; referentes a las calicatas se determinó los ensayos DCP solo se determinará un tramo de la vía, referido a estos datos técnicos el diseño por el método Racional; para la carpeta de rodadura se empleará un pavimento de asfalto y adoquines, siendo el de mayor uso el mencionado último, debido a lo económico para la ejecución del proyecto.

Carrión H., Orellana C. (2016). El presente trabajo de estudio pretende el análisis para seguidamente brindar una óptima solución que se ajuste a los requerimientos mínimos del funcionamiento de drenaje, a la vía que conecta a los poblados de Molleturo, Tres Marías, La Iberia, pertenecientes a la provincia de Azuay, Ecuador, se comenzará solicitando datos históricos de las precipitaciones pluviales del determinado lugar a la entidad correspondiente, para emplear las teorías hidrológicas, en función de estos datos, haciendo uso de las distribuciones de probabilidad e interceptarlas en un cuadro de resumen, para obtener un caudal de diseño, para su dimensionamiento del drenaje a través del análisis hidráulico y los componentes que requeridos para cada una de estas a implementar en el tramo en mención y a su vez se empleó el estudio de suelos

de la zona. Obteniendo así un caudal de diseño por parte de los softwares necesarios, para las obras de drenaje transversal fue analizado por seis tipos de flujo, éstas serán revestidas por concreto.

Estrella D., Torres J. (2017), tiene como objetivo brindar información de la microcuenca El Chorro, a cerca de sus características hidrometeorológicas e implementar una red de monitoreo para investigaciones a futuro, mediante la recopilación de datos de precipitaciones pluviales registrados hasta la fecha, de las estaciones aledañas de la zona, obteniéndose así los caudales correspondientes; seguidamente se hizo el análisis hidráulico, determinándose las dimensiones de las estructuras hidráulicas. Registrándose una precipitación constante de 1070 mm, el sistema de seguimiento a la microcuenca tiene estaciones pluviográficas y canales de parshall. Obteniéndose información comprobada, sirviendo de herramienta para otras investigaciones.

Díaz K. (2018), en el presente trabajo de estudio, pretende el análisis de la carretera Sardinas – El Chaco, una vía pavimentada donde también se determinará el estado de la capa de rodadura, las obras de arte y las señales informativas; siendo su mantenimiento de mucho valor ya que es la única vía conectada a la Amazonia en ambos sentidos, beneficiando a su vez a las poblaciones aledañas cercanas a esta, una vez se detenga contabilizado las fallencias de la vía, se aplicará el método Pavement Condition Index (PCI), donde se buscará conocer las fallas estructurales en toda su longitud, posteriormente se buscará concientizar a los transportistas reduciendo las cargas de sus productos, mientras tanto se determinará en base al presupuesto el mejor plan de acción para el mantenimiento de esta. Se determinó para el pavimento un mantenimiento seguido por los especialistas competentes, para buscar la preservación de las obras de arte se empleará la lechada asfáltica incluyendo a su vez la señalización horizontal.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

Campos B., Inga A. (2016). Proponen el diseño hidráulico y sección de las obras de arte de la carretera de 12km, ubicada en el distrito de La Jalca, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas, las mejoras se

realizarán en apoyo de estudios topográficos determinándose el tipo de terreno con el que se está contando, y mediante el análisis hidrológicos, permitiendo calcular los caudales, en base a la información de los estudios pluviométricos registrados por las entidades correspondientes, requiriéndose también de softwares de modelamientos viales y diseños para mayor exactitud en los cálculos. La vía a implementar parte desde los poblados de La Jalca hasta Nueva Esperanza, obteniéndose así los óptimos diseños de drenaje transversal y longitudinal con los requisitos mínimos propuestos por los manuales correspondientes, esto permitirá beneficiar a los habitantes a cortando sus viajes y teniendo mayor accesibilidad de atención médica y mediante el transporte para los productos agrícolas, reactivando el movimiento socio-económico.

Diestra J. (2018). En el presente trabajo de estudio, se pretende la mejora de la vía, que une los poblados de Higosbamba y Colcas, siendo esta una trocha carrozable que carece de obras de drenaje, los datos técnicos no cuentan con los mínimos requisitos necesario normados por los manuales de diseño geométrico, la recopilación de estos fue brindados por la municipalidad de la zona. Iniciándose con el levantamiento topográfico para tener un mayor detenimiento de la vía, mediante estos datos se logró la clasificación por su demanda, orografía y tipo de proyecto a diseñar estipulados en el correspondiente manual; para el estudio de suelos se obtuvo su nomenclatura y clasificación por el método SUCS, realizando los ensayos tanto para las calicatas y canteras, proponiéndose así una mejor capa de rodadura; seguidamente se realizó el estudio hidrológico, tomando los datos estadísticos de precipitaciones pluviales de la provincia perteneciente; en el diseño geométrico se determinó los datos técnicos con el cual se ejecutará la vía, enfocando a la mejora de las curvas y facilitando la salida superficial del agua en la mayoría de sus tramos; finalmente en el estudio de impacto ambiental se determinó que para su ejecución, la contaminación sonora será uno de los grandes problemas, por otra parte el empuje socio económico a la zona que se tendrá.

Rodríguez J. (2018). Propone el diseño de mejora de la vía que une los poblados de Santiago y Guzmango, distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca, bajo el manual de Diseño de Carretera DG-2018, esta trocha carrozable no cuenta con una sección definida de las cunetas, que están solo en

algunos tramos, por lo cual se realizará los estudios previos del levantamiento topográfico, se obtuvo que el campo a tratar es tipo 3 accidentado con pendientes transversales que en su mayoría son superiores al 49.99 de porcentaje, mecánica de suelos, se trabajará con un suelo arcilloso limoso según SUCS y según los porcentaje que se obtuvo de su CBR, se determinó una estabilización por sustitución debido a que presenta insuficiente resistencia, estudio hidrológico, obteniéndose los caudales para el diseño de canales, dimensionándola de una manera de optimo uso; según la clasificación perteneciente al primer capítulo del manual de carreteras, por su demanda esta es una vía de tercera clase, conteniendo ambos sentidos; para el estudio de impacto ambiental será la contaminación en las canteras que se escucharán muy cercanas a la ejecución del proyecto, por parte de las máquinas de gran magnitud.

Morales A. (2017). Propone el diseño geométrico del tramo crítico de la ruta departamental LM-122, que une al pueblo de Tantas-Yauyos con el resto de las provincias, este posee un gran lugar turístico que no es aprovechado en su totalidad, debido la inaccesibilidad de la ruta, se diseñará en base a la norma de carretera DG-2014, dentro de este manual se evaluará la clasificación de la vía y el tráfico IMDA(Índice Medio Diario Anual), en la cual se obtuvo que esta es poco transitada y en tiempos de fiestas patronales sus índices no se incrementan en gran magnitud, se trabajará con una carretera de tercera clase y un IMDA(Índice Medio Diario Anual) menor a 400 vehículos, se obtuvo 39 vehículos transitan diariamente por la vía y velocidad de diseño de 50 Kilómetros por hora, a su vez se realizarán el estudio hidrológico para el diseño de cunetas, mediante los datos del SENAMHI, se pudo determinar las intensidades máximas de precipitaciones probables, con lo cual se hallaron los caudales, se definieron siete drenajes a lo largo del lineamiento especificada en cada progresiva. Para su topografía esta es accidentada, obteniéndose así una pendiente máxima de 80.01 de porcentaje aproximadamente, lo cual clasificaría la vía como escarpada. Mediante los estudios previos realizados al diseño para el mejoramiento de la vía, esto sería como otra opción de desvío de la carretera central, dando un empuje socio económico para la provincia y el incremento del servicio turístico en el lugar.

Torres F. (2019). En el presente trabajo de estudio, pretende la evaluación y el diseño de la Carretera Aucaloma, San Roque de Cumbaza, Provincia de Lamas, mediante los estudios previos y el diseño, la escases de obras de drenaje socaban la vía, afectando a los pobladores y comerciantes; mediante estos estudios previos se obtuvieron que el suelo predominante a trabajar es arcilla orgánica de alta plasticidad y con un CBR de 8%., se demostró que las pendientes encontradas no cumplen con las establecidas en el manual, según el diseño geométrico el ancho de la vía debería medir 3.60 metros y por el tránsito vehicular esta soporta hasta 4 toneladas; habiéndose cumplido estos requerimientos del Manual de Carretera Diseño Geométrico DG-2018, para el trazo final de la vía, permitirá la evacuación de las aguas superficiales, sin el deterioro de esta al corto tiempo

Salgado A. (2019). Pretende la realización del diseño eficiente del drenaje pluvial en el distrito de Simón Bolívar en Cerro de Pasco, actualmente las vías no cuentan con estos requerimientos a emplear, perturbando la integridad física de la superficie de rodadura, se inició el trabajo de estudio, a través de los registros hidrológicos de los datos pluviométricos de la zona, seguidamente se empleó las distribuciones de probabilidad de los últimos años registrados, para poder interceptarlos. Seguidamente se aplicó el método racional para determinar mi caudal de diseño y compararlo con el de maning, como factor de seguridad. Continuamente se dimensionó, mediante los componentes en el diseño de cunetas y la topografía y estratigrafía del lugar para el conocimiento de los taludes interior y exterior.

Jara D. (2018). Se pretende la mejora de la vía, mediante el análisis previo físico en sus alineamientos, presentándose así daños a lo largo de esta, careciendo de obras hidráulicas; generalmente los calculados determinados no son aceptados por los manuales correspondientes emitidos por el ministerio. La trocha carrozable a implementar une centros poblados, ubicados en la serranía del Perú; en los meses de diciembre a marzo, las lluvias se intensifican, haciendo que sus pobladores opten por otras vías de acceso, teniendo en la zona como mayor actividad económica la agricultura y la crianza de diferentes tipos de animales para el consumo y venta. Actualmente los pobladores viven en condiciones precarias, a su vez carecen de centros de salud

aledaños; teniendo como opción tener atención en poblados mejores equipados, por lo cual la ejecución de esta obra; preservará la integridad física de sus lugareños y siendo esta zona como abastecedor de productos de primera necesidad.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Variables hidrológicas**

Sean algunas de estas, la precipitación y el caudal, son medidas, registradas, calculadas y analizadas, a través de estaciones hidrométricas en secciones transversales. Estas son señaladas como variables aleatorias y están en función a darle una estimación a cada punto del espacio muestral. (Ven Te Chow & David R. Maidment & Larry W. Mays., 2017)

#### **2.2.1.1 Precipitaciones**

En compañía con la temperatura, representan los elementos más resaltantes de un ciclo hidrológico. Interviniendo de forma acentuada, en la colocación del reino animal y de las plantas, a su vez en las labores rurales del ser humano. (Ven Te Chow, 1994)

Tienen gran protagonismo en los cambios del estado del agua, sea la líquida en forma de precipitaciones pluviales, brindando evaporación en la cuenca, sólida mediante granizo. (Llamas, 1993)

Se dividen en orográficas, son producidas por masas de aire húmedas que al toparse con una montaña se enfrían y precipitan de una manera intensa, una vez pasado al otro extremo están totalmente seca; ciclónicas, estas se genera cuando dos masas de diferentes temperaturas convergen, condensando la humedad y originando las lluvias; conectivas sucede cuando una masa de aire se eleva por las altas temperaturas, al llegar a su máxima altura, estas precipitan, obteniendo así tormentas de corta duración. (Pizarro, 2002).

Las lluvias son de gran importancia para el abastecimiento del recurso no renovable, su contabilización partirá desde los análisis relativos asociados al recurso líquido. (Aparicio, 1997)

### **2.2.1.2 Caudales**

Es la cantidad de recurso líquido que circula mediante una sección transversal se expresa en  $m^3/s$ . (Pizarro & González & Wittersheim & Saavedra & Soto, 1993). Los especialistas en hidrología señalan a esta, como un factor en función a otro, en casi todos los análisis realizados, dando probabilidades de volúmenes de flujo, o alguna variación de estos valores en intervención del individuo. (Linsley & Kohler & Paulus, 1988).

En base a su determinación hay múltiples formas metodológicas, estarán en base a la data a usar, teniendo datos pluviométricos, se deberá analizar la cuenca a través de modelos basados en las características morfométricas, para datos fluviométricos la determinación será directa, mediante estudios de frecuencia de los gastos contabilizados. (Pizarro et al, 1993)

Los caudales máximos son de gran relevancia debido a su intervención en el diseño de obras hidráulicas, brindando datos de registro del volumen, pudiendo así establecer planes de acción en base a los recursos hídricos. (Linsley et al.,1988)

### **2.2.2 Tratamiento probabilístico de la información hidrológica**

Es un cierto grupo de precipitaciones observadas con características semejantes, que vienen a hacer nuestras variables discretas aleatorias, A partir de una población infinita extraernos una muestra, que es una pequeña parte de la población, que la representa que utilizamos para poder medir y generalizar los resultados, a esta muestra se les hace las posibles combinaciones, ósea es el conjunto de todas las precipitaciones posibles, es estas posibles soluciones se les conoce como espacio muestral, en caso de que nuestras muestras sean casi similares, se podrán de manera fácil para formar un Hietograma de frecuencias.

Por consiguiente, para obtener la frecuencia relativa es necesario tomar una precipitación ( $i$ ); que cubre un intervalo de lluvias y dividirlo entre el número total de observaciones obtenidas de la muestra, luego de esto para poder obtener la frecuencia acumulada, es necesario sumar las frecuencias relativas y la frecuencia acumulada se puede expresar con un límite, cuando “ $n$ ” tiende al infinito para la proyección de la precipitación que tiende a hacerse muy

pequeña, tiende a hacer cero. (Ven Te Chow David R. Maidment Larry w. Mays-hidrología Aplicada,1994).

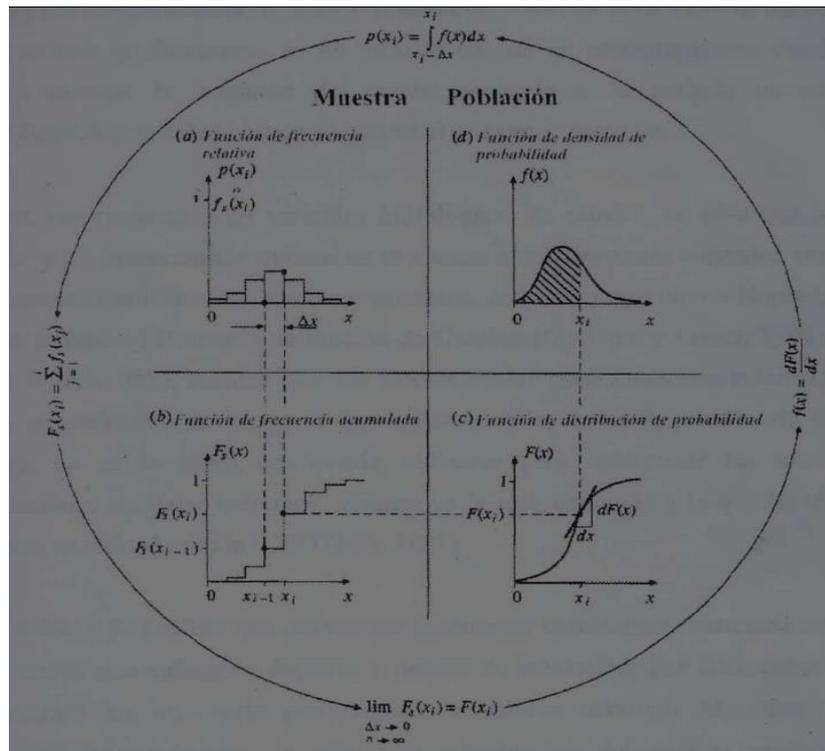
En la siguiente Figura 8, se muestran las cuatro funciones, estas las podemos ordenar como la figura que se muestra, a continuación vemos en el cuadrante (a) se muestra la frecuencia relativa y se calcula tomando la frecuencia absoluta de los datos acumulados, dividida entre el total de datos, es una fracción del total.

Luego a estas frecuencias relativas se las acumula, de la frecuencia relativa anterior con la actual a estas acumulaciones se les conoce como frecuencia acumulada, la cual se observa en el cuadrante (b).

Por último, el cuadrante (c) muestra los límites de la función de frecuencia acumulada, esto quiere decir que la muestra tiende a hacer infinitamente grande cuando el ancho de cada intervalo también tiende a hacer (cero)

Con respecto al cuadrante (d) que es la función de densidad de probabilidad es el valor de la pendiente de la función de distribución para un valor dado de  $x$ .

Este proceso culmina cuando se obtiene el valor de la función de probabilidad acumulada. (Ven Te Chow David R. Maidment Larry w. Mays-hidrología Aplicada,1994)



**Figura 8.** Funciones de frecuencia de la muestra y funciones de probabilidad de la población

Fuente: Ven Te Chow (1994)

### 2.2.3 Determinación de la probabilidad

La planificación y anteproyecto de drenaje, son generalmente asociados a sucesos hidrológicos proyectados, en los cuales los tiempos de ocurrencia no pueden pronosticarse; debido a esto se debe acudir a las herramientas probabilísticas y estudio de frecuencia (Linsley et al., 1988).

Se relacionan dos parámetros en base a probabilidad, el periodo de retorno es el tiempo que pasa a la par de unos eventos semejantes, sea denominado "T". La siguiente es la probabilidad de excedencia, que esta interrelacionada a la anterior, demostrándose mediante la siguiente formula (Pizarro & Novoa, 1986):

$$P(x) = \frac{1}{T}$$

Para la siguiente formula se tomará el valor de la variable aleatoria, que no supere la función de distribución de probabilidad acumulada  $F(x)$ , expresándose de la siguiente manera:

$$F(x) = \int_0^x f(x)dx = P(x \leq X) = 1 - \frac{1}{T}$$

Por lo tanto, si la variable aleatoria es mayor que "X", se formulará de la siguiente forma:

$$P(x > X) = 1 - F(x) = \frac{1}{T}$$

#### **2.2.4 Análisis de frecuencia**

Se emplea para dar las proyecciones en base a los datos existentes. El desarrollo es mediante métodos estadísticos, obteniendo la magnitud de la variable en relación a un periodo de retorno. Será de gran influencia la procedencia de los datos a trabajar, minimizando dudas de la distribución de probabilidades a emplear. (Ashakar & Ouarda & Bobée, 1993)

Su objetivo es determinar los parámetros de distribuciones de probabilidad y señalar en apoyo con el factor de frecuencia la magnitud del evento para un período de retorno correspondiente.

#### **2.2.5 Funciones de distribución de probabilidad**

Esto permite que las variables aleatorias discretas o continuas, se le agreguen una letra y un valor específico para cada una de ellas.

**a. Distribución normal**

Asociado a la campana de Gauss como señala la Figura 9, teniendo como parámetro la media aritmética, ubicado en el eje de las ordenadas, siendo este el más repetitivo de una muestra tomada; la desviación típica, su influencia está en función al punto más alto o bajo que pueda llegar verticalmente.

Para lo cual se empleará una distribución normal estándar, teniendo en cuenta que son escasas la veces que las variables siguen este patrón, en base a esto su empleo es requerido en análisis hidrológicos, siendo empleados en zonas que presenten climas de baja temperatura, donde la moda incrementa y siendo rechazado para valores extremos. (Linsley et al., 1988)

Función de distribución de probabilidad normal:

**Tabla 2:** Función de distribución normal

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx$$

Donde	
x	Variable aleatoria.
μ	Media de la población.
σ	Desviación estándar de la población.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje (2018)

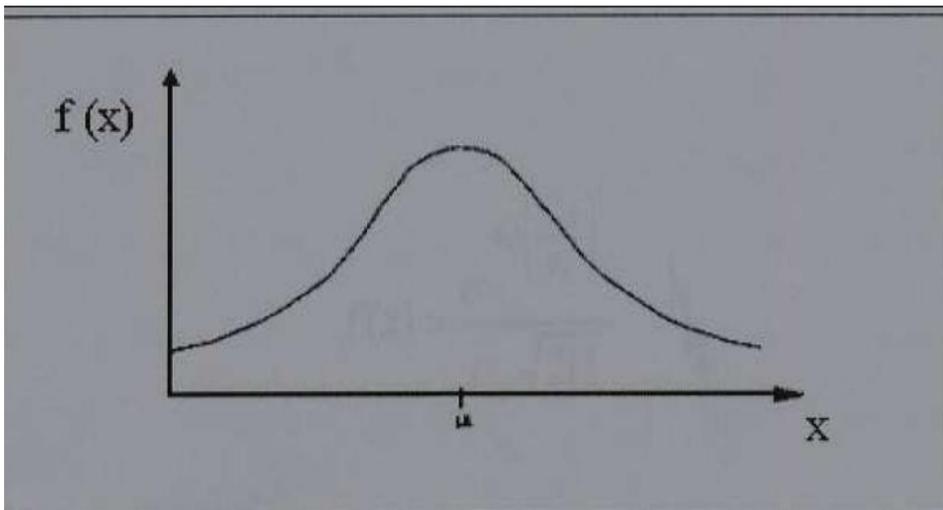
Aplicando este cambio de variable “estandarizada”, ayudará en resolver a través de los métodos numéricos cuya expresión como se presenta a continuación:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

La expresión denota, que la media será cero y su desviación estándar será igual a uno, quedando la función de la siguiente manera:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dx$$

La figura 9 de la distribución normal, sea “ $\mu$ ”, la media poblacional, es decir el valor más constante de una muestra; esta gráfica dependerá a partir de su desviación típica pudiendo ser homogénea valores alejados, o heterogénea valores cercanos a la moda.



**Figura 9.** Distribución normal

Elaboración: Los autores

Respecto a la Tabla 2 y 3, para integrales ya calculadas, cumpliendo si y solo si para  $N(0;1)$ , es decir para una moda “ $\mu$ ” igual a cero, desviación típica semejante a la unidad.

Será empleada para  $P(Z \leq z)$ , determinando un valor para “ $z$ ” en el eje de las abscisas, pudiendo estar delante o por detrás de la media poblacional “ $\mu$ ”, con el objetivo de determinar el área respecto a un intervalo.

**Tabla 3** Distribución normal estándar

<b>z</b>	<b>0</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>	<b>0.09</b>
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3	0.9987	0.9990	0.9993	0.9995	0.9997	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	1.0000

Fuente: Ven Te Chow & Maidment & Mays (2017)

**Tabla 4** Distribución normal estándar

z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3	0.0013	0.0010	0.0007	0.0005	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000
-2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641

Fuente: Ven Te Chow & Maidment & Mays (2017)

### b. Distribución Log-Normal

Generalmente empleado para variables aleatorias, para números naturales, a diferencia de la anterior, esta gráfica no es proporcional como muestra la Figura 10. (Ven Te Chow, 1994).

Su fórmula de función parte tomando  $Y = \ln X$ , para seguidamente hacer el cambio de variable y de sus componentes sean la moda y la desviación típica y su función de densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{x\beta} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \alpha}{\beta}\right)^2}$$

Donde los parámetros de la función son  $\alpha$  y  $\beta$ , que son la media y la desviación estándar de los logaritmos de la variable aleatoria respectivamente, y están definidos de la siguiente manera:

$$\alpha = \sum_{i=1}^n \frac{\ln x_i}{n}$$

$$\beta = \left[ \sum_{i=1}^n \frac{(\ln x_i - \alpha)^2}{n-1} \right]^{0.5}$$

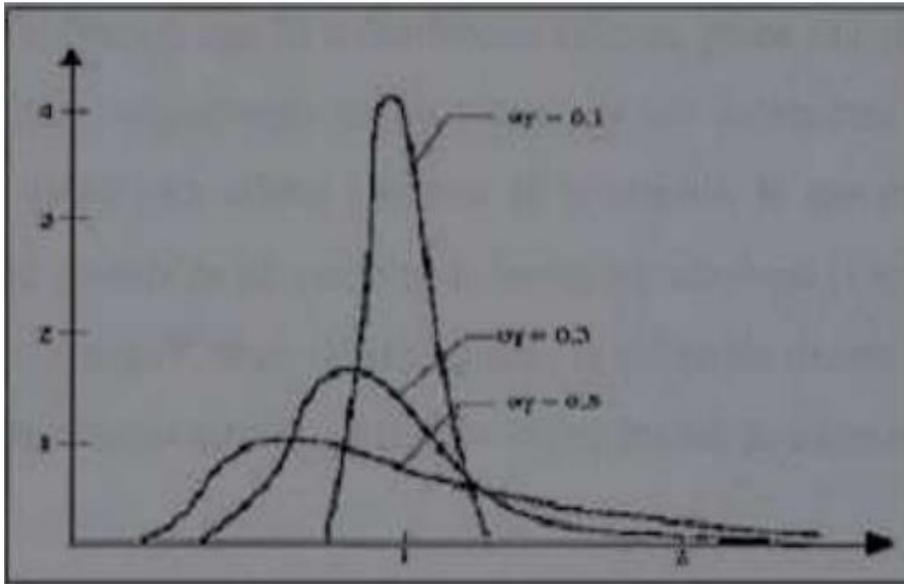
Luego la función de distribución de probabilidad es:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{x\beta} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \alpha}{\beta}\right)^2}$$

Al igual que la distribución normal se hará la estandarización de la variable “z”, que está dada por:

$$z = \frac{\ln x - \mu}{\sigma}$$

La función de distribución de probabilidad, sigue la siguiente tendencia:



**Figura 10.** Distribución Log-Normal

Fuente: Ven Te Chow & Maidment & Mays (2017)

La prueba de ajuste nos permite ajustar, las distribuciones de probabilidad es la que mejor se amolda, Log Normal. (Ven Te Chow, 1994).

### c. Distribución Gumbel

Será empleado para variables estocásticas extremas, referidos a fenómenos de la naturaleza que aparecen repentinamente, para una muestra tomada de unos datos históricos de precipitaciones sean para caudales o intensidades, determinando la media, desviación estándar para seguidamente determinar el coeficiente de variación y los demás parámetros establecidos por la mencionada distribución. (Aparicio, 1997)

$$F(x) = e^{-e^{-d(x-\mu)}} \quad \text{Para: } -\infty < x < \infty$$

Donde:

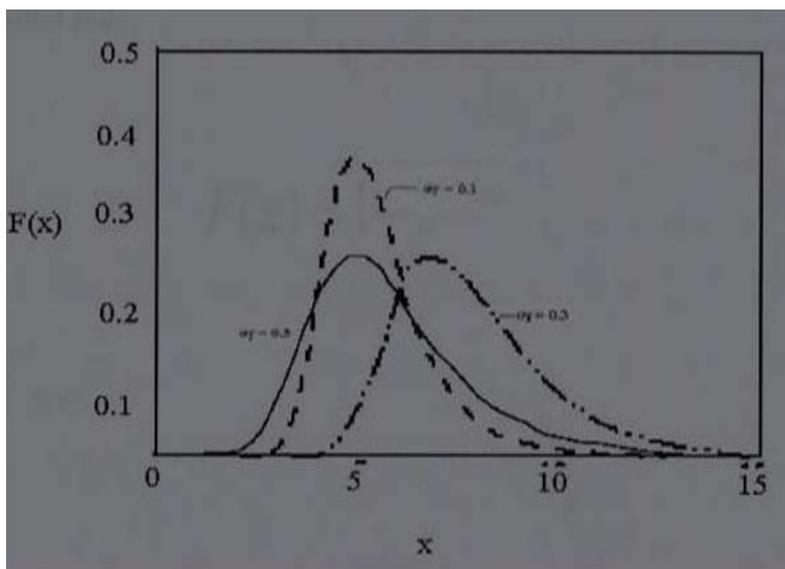
x: Variable aleatoria.

Para muestras no contables, se asemeja estos valores en función a la media aritmética y desviación estándar de la muestra:

$$d = \frac{1}{0.779696(S)}$$

$$\mu = \bar{x} - 0.450047(S)$$

Por lo cual, la distribución de Gumbel sigue la siguiente tendencia: en la Figura 11, en el eje de las abscisas “x” las probabilidades en función a cantidades porcentuales, para las ordenadas F(x) los caudales de diseño calculado a través de sus parámetros constantes (cantidades establecidas) y variables sean estos la media de los datos analizados, coeficiente de variación y la variable “y” en base a la probabilidad.



**Figura 11.** Distribución de Gumbel

Fuente: Ven Te Chow & Maidment & Mays (2017)

#### **d. Distribución Log Pearson Tipo III**

Pertenece al conjunto de distribuciones de probabilidad para valores continuos en el contexto de funciones con valores máximos. (Ven Te Chow, 1994).

Esta distribución es utilizada generalmente para determinar modelos que desean evaluar el comportamiento de variables continuas y además con una asimetría

del tipo positiva, lo cual significa una mayor cantidad de sucesos al lado izquierdo de la media. (Ven Te Chow, 1994).

Es una distribución que se aplica al logaritmo de los datos y se obtiene la siguiente función de distribución:

**Tabla 5:** Función de distribución Log Pearson Tipo III

$$f(x) = \frac{1}{x|\alpha|\Gamma(\beta)} \left[ \frac{\ln(x) - y_o}{\alpha} \right]^{\beta-1} e^{-\left[ \frac{\ln(x) - y_o}{\alpha} \right]}$$

Donde	
$\alpha$ y $\beta$	Parámetros de escala y forma.
$y_o$	Parámetro de localización.

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje (2018)

Debido a la complejidad para determinar los parámetros antes mencionados, existe una forma alternativa para calcular, la cual tiene origen en la fórmula de datos logarítmicos. (Ven Te Chow, 1994).

$$\log x = \bar{x}_{\log} + k\sigma_{\log}$$

Donde el valor de k es una función que representa el periodo de retorno y el coeficiente de asimetría, la cual se puede obtener de la siguiente tabla:

$$w = \left[ \ln\left(\frac{1}{p^2}\right) \right]^{1/2} \quad (0 < p \leq 0.5)$$

$$z = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5$$

$$K_T = \frac{x_T - \mu}{\sigma} \quad \text{donde } k = C_s/6.$$

**Tabla 6** Valores de K para la distribución Log Pearson tipo III.

Coeficiente de asimetría $C_s$ o $C_w$	Periodo de retorno en años						
	2	5	10	25	50	100	200
	Probabilidad de excedencia						
	0.50	0.20	0.10	0.04	0.02	0.01	0.005
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576

Fuente: Ven Te Chow (1994).

### 2.2.6 Prueba de Kolmogórov-Smirnov

Es una prueba de bondad y ajuste, realizada mediante la relación e interacción que tendrán las distribuciones de probabilidad en conjunto; esta también es semejante a la del chi-cuadrado cuando el número de dato es pequeño.

Tiene como objetivo señalar y determinar los datos estudiados, provenientes de distribuciones teóricas establecidas y observadas. (Ven Te Chow, 1994).

$$D = \text{máx} / F_o(x_m) - F(x_m)/$$

Donde

- $F_o(x_m)$ : Probabilidad Estimada
- $F(x_m)$ : Probabilidad Observada
- $X_m$ : Valores determinado de la muestra (en orden ascendente)

**Tabla 7:** Test de Kolmorov-Smirnov

n	Test de Kolmogorov-Smirnov							
	Nivel de significación $\alpha$							
	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	0.90000	0.95000	0.97500	0.99000	0.99500	0.99750	0.99900	0.99950
2	0.68337	0.77639	0.84189	0.90000	0.92929	0.95000	0.96838	0.97764
3	0.56481	0.63604	0.70760	0.78456	0.82900	0.86428	0.90000	0.92065
4	0.49265	0.56522	0.62394	0.68887	0.73424	0.77639	0.82217	0.85047
5	0.44698	0.50945	0.56328	0.62718	0.66853	0.70543	0.75000	0.78137
6	0.41037	0.46799	0.51926	0.57741	0.61661	0.65287	0.69571	0.72479
7	0.38148	0.43607	0.48342	0.53844	0.57581	0.60975	0.65071	0.67930
8	0.35831	0.40962	0.45427	0.50654	0.54179	0.57429	0.61368	0.64098
9	0.33910	0.38746	0.43001	0.47960	0.51332	0.54443	0.58210	0.60846
10	0.32260	0.36866	0.40925	0.45562	0.48893	0.51872	0.55500	0.58042
11	0.30829	0.35242	0.39122	0.43670	0.46770	0.49539	0.53135	0.55588
12	0.29577	0.33815	0.37543	0.41918	0.44905	0.47672	0.51047	0.53422
13	0.28470	0.32549	0.36143	0.40362	0.43247	0.45921	0.49189	0.51490
14	0.27481	0.31417	0.34890	0.38970	0.41762	0.44352	0.47520	0.49753
15	0.26589	0.30397	0.33750	0.37713	0.40420	0.42934	0.45611	0.48182
16	0.25778	0.29472	0.32733	0.36571	0.39201	0.41644	0.44637	0.46750
17	0.25039	0.28627	0.31796	0.35528	0.38086	0.40464	0.43380	0.45540
18	0.24360	0.27851	0.30936	0.34569	0.37062	0.39380	0.42224	0.44234
19	0.23735	0.27136	0.30143	0.33685	0.36117	0.38379	0.41156	0.43119
20	0.23156	0.26473	0.29408	0.32866	0.35241	0.37451	0.40165	0.42085
21	0.22517	0.25858	0.28724	0.32104	0.34426	0.36588	0.39243	0.41122
22	0.22115	0.25283	0.28087	0.31394	0.33666	0.35782	0.38382	0.40223
21	0.22517	0.25858	0.28724	0.32104	0.34426	0.36588	0.39243	0.41122
22	0.22115	0.25283	0.28087	0.31394	0.33666	0.35782	0.38382	0.40223
23	0.21646	0.24746	0.27491	0.30728	0.32954	0.35027	0.37575	0.39380
24	0.21205	0.24242	0.26931	0.30104	0.32286	0.34318	0.36787	0.38588
25	0.20790	0.23768	0.26404	0.29518	0.31657	0.33651	0.36104	0.37743
26	0.20399	0.23320	0.25908	0.28962	0.30963	0.33022	0.35431	0.37139
27	0.20030	0.22898	0.25438	0.28438	0.30502	0.32425	0.34794	0.36473
28	0.19680	0.22497	0.24993	0.27942	0.29971	0.31862	0.34190	0.35842
29	0.19348	0.22117	0.24571	0.27471	0.29466	0.31327	0.33617	0.35242
30	0.19032	0.21756	0.24170	0.27023	0.28986	0.30818	0.33072	0.34672
31	0.18732	0.21412	0.23788	0.26596	0.28529	0.30333	0.32553	0.34129
32	0.18445	0.21085	0.23424	0.26189	0.28094	0.29870	0.32058	0.33611
33	0.18171	0.20771	0.23076	0.25801	0.27577	0.29428	0.31584	0.33115
34	0.17909	0.21472	0.22743	0.25429	0.27271	0.29005	0.31131	0.32641
35	0.17659	0.20185	0.22425	0.25073	0.26897	0.28600	0.30597	0.32187
36	0.17418	0.19910	0.22119	0.24732	0.26532	0.28211	0.30281	0.31751
37	0.17188	0.19646	0.21826	0.24404	0.26180	0.27838	0.29882	0.31333
38	0.16966	0.19392	0.21544	0.24089	0.25843	0.27483	0.29498	0.30931
39	0.16753	0.19148	0.21273	0.23785	0.25518	0.27135	0.29125	0.30544
40	0.16547	0.18913	0.21012	0.23494	0.25205	0.26803	0.28772	0.30171
41	0.16349	0.18687	0.20760	0.23213	0.24904	0.26482	0.28429	0.29811
42	0.16158	0.18468	0.20517	0.22941	0.24613	0.26173	0.28097	0.29465
43	0.15974	0.18257	0.20283	0.22679	0.24332	0.25875	0.27778	0.29130
44	0.15795	0.18051	0.20056	0.22426	0.24060	0.25587	0.27468	0.28806
45	0.15623	0.17856	0.19837	0.22181	0.23798	0.25308	0.27169	0.28493

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje (2018)

## 2.2.7 Determinación de la Tormenta de Diseño

Son parte del cálculo de las infraestructuras hidráulicas, su concepto está enfocado al índice de profundidad de precipitación de un punto, su determinación si direcciona para cálculos obtenidos en el tiempo de especificado lugar, como opción de antecedente se puede tomar los mismos datos siempre que estas tengan los mismos tipos de climas. (Ven Te Chow, 1994).

### 2.2.7.1 Curvas Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF)

#### a. Intensidad Probabilística

Se determina conectando los puntos, previamente interceptados por la duración (minutos) en el eje de las abscisas y las intensidades (mm/h) en el eje de las ordenadas. Sea la siguiente fórmula de intensidad promedio en función de la relación de profundidad (mm) sobre el tiempo de duración expresado en horas. (Ven Te Chow, 1994).

**Tabla 8:** Fórmula de la Intensidad Probabilística

$i = \frac{P}{Td} \quad I = \frac{P [mm]}{t_{duración} [hr]}$	
Donde:	
i	: Intensidad.
P	: es la profundidad de la lluvia (mm).
Td	: es duración, dada usualmente en horas

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje (2018)

Estas curvas (IDF) se relacionan entre ellas, para determinar estas curvas IDF, es necesario tener ya preparado los registros pluviométricos y calculada las precipitaciones máximas de la zona estudiada, para realizar los estudios de frecuencias de cada serie. (Ven Te Chow, 1994).

Estas series se someten a un análisis de frecuencia consiguiendo una probabilidad para estas intensidades de lluvia coincidentes a su debida duración, en la cual es previsible en el gráfico N°, demostrando la intersección de la intensidad(mm/h) en el de las abscisas y la de duración(minutos) en el eje de las ordenadas, obteniéndose el periodo de retorno.

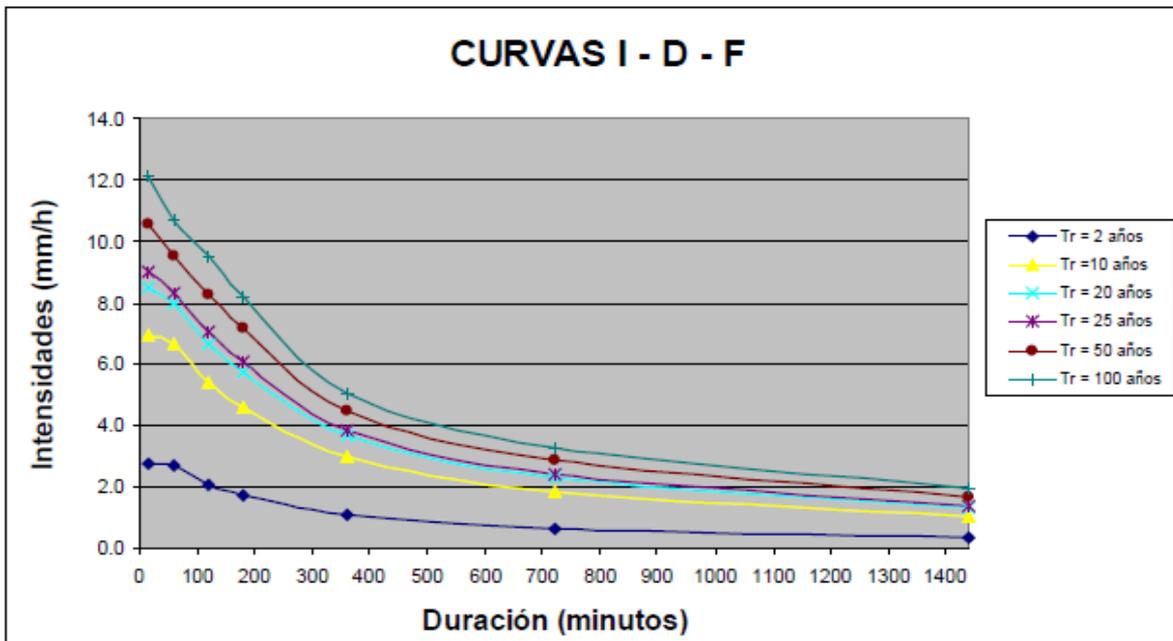


Figura 12. Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (2008)

En el Perú a causa del limitado conocimiento pluviográfico que contabilizan en las estaciones pluviométricas, es recóndito su bosquejo de la mencionada curva, por lo que este manual, recomienda la siguiente tabla, cuando no se disponga de mejor información, donde tenemos las precipitaciones de las lluvias máximas en 24horas, este cuadro nos permite calculas para diferentes horas, en un factor ver.

**Tabla 9** Coeficientes de duración lluvias entre 48 horas y una hora

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje (2018)

Para calcular las curvas IDF, se establece como un procedimiento, lo siguiente pasos a seguir, contar con los índices más altos de lluvia enfocados a una duración considerable, ubicarlos en orden decreciente, darle una codificación coherente relacionada, determinar su tiempo de retorno, de cada índice tomado en cuenta; bosquejar la curva relacionando la intensidad-frecuencia-duración.

La siguiente fórmula la muestra la relación de intensidad-duración-frecuencia, teniendo como cociente la intensidad máxima, que está en función de factores estadísticos de la zona, el periodo y la duración.

**b. Intensidad Máxima de Diseño**

**Tabla 10:** Formula de la Intensidad Máxima de Diseño

$I = \frac{K T^m}{t^n}$	
Donde:	
I	: Intensidad máxima (mm/h)
K, m, n	: factores característicos de la zona de estudio
T	: período de retorno en años
t	: duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min).

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje (2018)

Para poder realizar estos cálculos tuvimos que hacer una regresión potencial

Ecuación característica:

Calculamos primero las Constante K, m, n, que son los parámetros de ajuste

Realizando cambio de variable se obtiene:

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

$$d = K \cdot T^m$$

$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

Para poder realizar estos cálculos tuvimos que hacer una regresión potencial

Ecuación característica:

**c. Regresión Potencial**

Ecuación Característica:

$$y = a * x^b \quad \longrightarrow \quad \ln y = \ln a + b * \ln x$$

$$I = d t^{-n} \quad \left\{ \begin{array}{l} \ln(I) = \ln(d t^{-n}) \\ \ln(I) = \ln(d) + \ln(t^{-n}) \\ \ln(I) = \ln(d) + (-n)\ln(t) \end{array} \right.$$

**Tabla 11** Datos de ingreso de la información de los periodos de retornos

x	y	$\ln x$	$\ln y$	$(\ln x)^2$	$(\ln y)^2$	$\ln x * \ln y$
..	..	..	..	..	..	..
		$\sum \ln x$	$\sum (\ln y)$	$\sum (\ln x)^2$	$\sum (\ln y)^2$	$\sum \ln x * \ln y$

Fuente: Ven Te Chow David R. Maidment Larry w. Mays-hidrología Aplicada, (2017)

Estimadores del Modelo

$$b = \frac{\sum Lnx * Lny - \frac{\sum Lnx * \sum Lny}{n}}{\sum (Lnx)^2 - \frac{\sum (Lnx)^2}{n}}$$

$$Ln a = \frac{\sum Lny - b * \sum Lnx}{n}$$

**d. Periodo de retorno**

Se expresa como “T”, determinándose como la probabilidad que un evento de magnitud “X”, ocurra a través de un periodo ya establecido. (Hidrología Máximo Villón Bejar, 2002).

En la Tabla 12, señala el tipo de obra de arte en relación con los intervalos de durabilidad a través del tiempo.

**Tabla 12** Periodo de retornos de diseño recomendado para estructuras menores

Tipo de estructura	T(años)
▪ Puente sobre carretera importante	50 a 100
▪ Puente s/ carretera menos importante o alcantarillas s/ carretera importante	25
▪ Alcantarillas sobre camino secundario	5 a 10
▪ Drenaje lateral de los pavimentos, donde se puede tolerar encharcamiento con lluvia de corta duración	1 a 2
▪ Drenaje de aeropuertos	5
▪ Drenaje urbano	2 a 10
▪ Drenaje agrícola	5 a 10
▪ Muros de encauzamiento (obra de defensa ribereña)	2 a 50

Fuente: Hidrología Máximo Villón Bejar, (2002)

Lo que se busca en estos periodos de retorno en esta tabla N°xxx, es asegura que la obra de drenaje superficial soporte y abastecer futuros caudales de las precipitaciones de retorno.

Estos valores de retorno son estimaciones de recomendadas por experiencia.

**e. Tiempo de concentración (Tc)**

Se da por acción de las precipitaciones pluviales, habiendo el fluido de las aguas hasta los puntos más bajos, determinándose desde el tiempo que tarda la gota del punto más distante de la cuenca hasta la estación de análisis

Este parámetro será incrementado o disminuido, en base a las características físicas de la cuenca, la naturaleza del terreno, y su entorno.

Son múltiples formas para determinarlo, siendo las más requeridas y empleadas por otros trabajos de estudio, obteniendo la media aritmética de ambas, mostradas a continuación.

**Tabla 13:** Formula de Kirpich

$$t_c = 0.01947.L^{0.77} .S^{-0.385}$$

L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m.

S = pendiente promedio de la cuenca, m/m

Fuente: Hidrología Máximo Villón Bejar, (2002)

Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar tc por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.

**f. Vida útil de las Obras de drenaje**

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje de Carreteras, 2018 hace hincapié para poder diseñar la vida útil de las obras de drenaje y para ello relaciona la

vida útil de las otras de arte (n), con el Riesgo admisible para obtener un periodo de retorno superior al del diseño.

El Riesgo admisible, es un riesgo que se asume para el caso en que la obra o obras de arte llegasen a fallar dentro de la vida útil proyectada, este riesgo admisible nos ayudara a que no ocurra un evento superior a las diseñadas.

El siguiente cuadro muestra el cálculo del riesgo admisible respecto del, periodo de retorno superior al del diseño y una vida útil estimada.

**Tabla 14:** Formula de Riesgo Admisible

El riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por:	
$R = 1 - (1 - 1/T)^n$	
Siendo	:
R	: Riesgo Admisible en (%)
T	: Teriodo de Retorno en (Años)
n	: Vida util en (Años)

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje (2018)

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje de Carreteras, 2018, sugiere emplear “R” máximo, para “n” tomando múltiples valores. A su vez nos hace un llamado de que tomaremos Riesgos admisibles recomendados a través de una tabla de muchos años de investigación empírica, de ingenieros especializados en hidrología, esta tabla 15, está basada en base a la experiencia y se la recomienda.

**Tabla 15** Valores Máximos Recomendados de Riesgo Admisible de Obras de Drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

Fuente: Manual de Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Transito (2008)

**Tabla 16** Vida útil de obras de drenaje

VIDA UTIL "n"	AÑOS
Puentes y defensas ribereñas "n"	40
Alcantarillas de quebradas importantes "n"	25
Alcantarillas de quebradas menores "n"	15
Drenaje de plataforma y sub-drenes "n"	15

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje (2018)

**g. Escorrentía**

Esta es generada por las precipitaciones pluviales, son las aguas no captadas por el suelo, para unirse a un caudal, siguiendo su flujo a lo largo del tramo. Su contabilización nos permite tener en cuenta a la hora de diseñar. La idea es tener un registro total de estas captaciones extras, dando un dimensionamiento óptimo

teniéndolas en cuenta. (Manual de Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Transito,2008)

Sea alguna de las maneras que recurso liquido afecta la integridad del camino, a través de las lluvias, por huaicos, etc.

- Coeficiente de Escurrimiento (Ce)

Esto altera las precipitaciones pluviales, actuante a través del volumen del agua circulante por toda la zona, su calculo estará en base a la estatigrafía, topografía de la zona y variantes hidrológicas de la zona. (Ven Te Chow David R. Maidment Larry w. Mays-hidrología Aplicada, 2017).

### **2.2.8 Método Racional**

Empleado en la mayoría de obras de drenaje, siendo uno de los más sencillos, brindando resultados aceptables, mencionada metodología no exige datos hidrológicos complejos, siendo empleada en zonas rurales y urbanas, si y solo si en zonas menores a 10km<sup>2</sup> aprox. Algunas limitaciones que posee, no otorgan un hidrograma de la creciente de diseño, dándonos un caudal pico; señala una lluvia de intensidad constante, en zonas rurales generaliza el suelo como impermeable, siendo esto mayormente aceptado en urbanizaciones por los revestimientos de asfalto y concreto en la mayoría de sus áreas. (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2018)

Sea la fórmula establecida, para el coeficiente de escorrentía a través de la infiltración del suelo, se muestran sus valores que tendrá en la tabla 17, en función al tipo de suelo donde se pretendan a implementar las obras de drenaje:

**Tabla 17:** Fórmula del caudal para Método Racional

<b>Metodo Racional</b>	
$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$	
<b>Donde:</b>	
<b>Q</b>	: Caudal máximo de escorrentía en m <sup>3</sup> /seg.
<b>C</b>	: Coeficiente de escorrentía en función al suelo.
<b>I</b>	: Intensidad de la lluvia en mm/h, durante el tiempo de concentración.
<b>A</b>	: Área de la cuenca en Km <sup>2</sup> .

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2018)

**Tabla 18** Coeficientes de escorrentía en el método racional.

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2018)

### **2.2.9 Diseño hidráulico de obras de arte**

Tiene como función evitar la permanencia de aguas precipitantes en la superficie de rodadura, los requerimientos de contar con algunas o más de estas obras de drenaje, dependerá del clima que presente, donde serán colocadas. (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2018). Para su diseño será en apoyo de los siguientes factores:

- **Factores hidrológicos**

Se ocupará del análisis previo al diseño, mediante el caudal e intensidades en los datos recopilados de las precipitaciones pluviales registradas sugeridos los últimos 20 años que presentó la zona o aledaños a esta en apoyo de las distribuciones de probabilidad.

- **Factores topográficos**

Dará el análisis del desnivel que presentase la vía a lo largo de su longitud, datos de las pendientes requeridas, y el replanteo mediante establecimientos de progresivas en cada tramo, a su vez la ubicación de cada quebrada, lo mencionado anterior estará en base a realizar el levantamiento topográfico previo al diseño.

- **Factores geotécnicos**

Brindará datos técnicos del tipo de suelo en que se está trabajando sea de la capa de rodadura mediante su granulometría, y de los taludes como parte del dimensionamiento a futuro del canal.

#### **2.2.9.1 Obras de drenaje superficial vías**

Un desfogue de las aguas superficiales en la capa de rodadura de la vía son las cunetas, que se encuentran paralelas a esta, dando un mayor tiempo de duración de las aguas precipitantes y de los taludes aledaños, que al acumularse son direccionadas a estas obras de arte, facilitando el libre tránsito vehicular y peatonal.

Para su predimensionamiento de diseño, estará enfocado a múltiples factores actuantes, así como su revestimiento, clima del lugar, la

estratigrafía del entorno, características de la cuenca y del relieve de esta, previamente determinadas.

#### **2.2.9.1.1 Drenaje longitudinal**

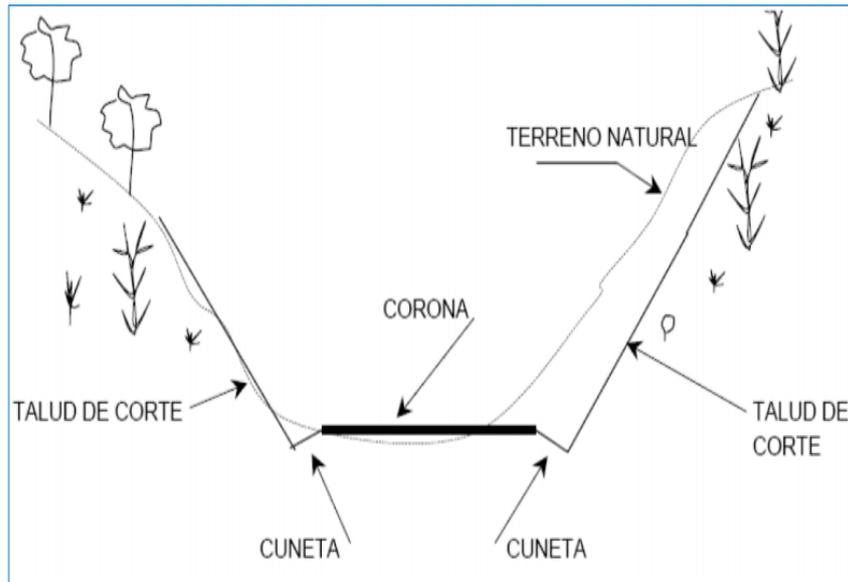
Tiene como finalidad preservar la integridad de la capa de rodadura, mediante captaciones de las aguas precipitantes superficiales en apoyo del bombeo, previamente diseñado, su ubicación es a lo largo de la vía y estará en función a los múltiples parámetros asociados del caudal, en apoyo con la topografía de la zona, donde serán colocados. (Castillo, 2017)

##### **2.2.9.1.1.1 Cuneta**

Se encuentran paralelas a la vía, pudiendo estar transversalmente a cada extremo o solo, por un lado, tiene como finalidad recepcionar y trasladar las precipitaciones pluviales o residuos sólidos, dando así mayor transitabilidad en cada uno de sus tramos del camino. (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2018)

Generalmente se encuentran apoyadas a la superficie de rodadura, por parte del talud interior dimensiones establecidas por norma, exterior al lado del cerro, las dimensiones dadas se establecerán mediante la estratigrafía del lugar. (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2018)

Para trochas carrozables usualmente se emplea secciones triangulares típicas, de zanjas abiertas, permitiendo dar una mayor sencillez en tiempos donde se requiera limpiar, los sedimentos sólidos estancados u la vegetación crecida del lugar. (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2018)



**Figura 13.** Corte de calzada.

Fuente: Castillo (2017)

Parámetros para el diseño de Cunetas

**a. Período de retorno**

Este tiempo, nos genera un caudal específico con un factor de seguridad que es el Riesgo admisible que se presenta en la siguiente Tabla 16

**b. Riesgo de obstrucción**

Para un menor tiempo de libre circulación en toda la longitud de la cuneta, previamente se deberá hacer un diseño moldeable, dando espacio para una buena limpieza, en caso fuese obstruidos con sedimentos solidos a futuro.

**c. Velocidad máxima del agua**

El fluido que circula por la longitud de la cuneta debe tener una rapidez que no altere el revestimiento o desgaste del canal, por lo cual la velocidad admisible deberá estar en función a la superficie de revestimiento. Toda la longitud de la cuneta tendrá una pendiente, presentada en los intervalos de autolimpieza y el contacto máximo que hará el fluido erosionando la cubierta. Presentándose a continuación lo mencionado:

$$0.5 \% < i < 2 \%$$

**Tabla 19** Velocidad máxima del agua

TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierta de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (2008)

**d. Talud interior**

En la tabla 20, se usará el IMDA (Índice Medio Diario Anual) e interceptada con la Velocidad de diseño obteniendo los valores establecidos del talud que se apoya a la superficie de rodadura.

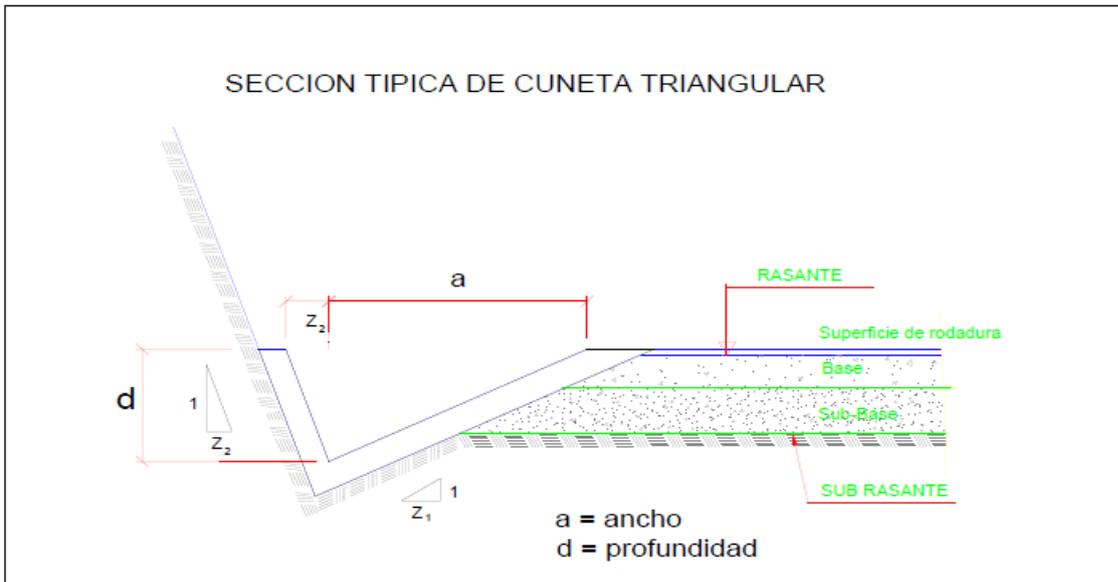
**Tabla 20** Inclinaciones máximas del talud (V:H) interior de la cuneta

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)	
	< 750	> 750
< 70	1:02	(*)
	1:03	
> 70	1:03	1:04

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje (2018)

De acuerdo a la figura 14, se tendrá que considerar la distancia horizontal sobrante del espejo de agua, con respecto al talud exterior.

Esta inclinación interna del talud de la cuneta (V/H), su diseño estará en función a la velocidad, volumen de diseño, IMDA.



**Figura 14.** Sección típica de cuneta triangular

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2018)

**e. Capacidad de las cunetas**

Estará en los siguientes intervalos de criterio, desde el caudal que circula por el canal copado y su velocidad máxima admisible de este.

Sea la ecuación de Manning, empleada para el diseño hidráulico de canales.

**Tabla 21:** Ecuación de Manning

$$Q = A \times V = \frac{(A \times R_h^{2/3} \times S^{1/2})}{n}$$

Donde:	
<b>Q</b>	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
<b>V</b>	Velocidad media (m/s)
<b>A</b>	Área de la sección (m <sup>2</sup> )
<b>P</b>	Perímetro mojado (m)
<b>R<sub>h</sub></b>	A/P Radio hidráulico (m)
<b>S</b>	Pendiente del fondo (m/m)
<b>n</b>	Coficiente de rugosidad Manning

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2018)

**Tabla 22** Valores de Manning (n)

TIPO DE CANAL			MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
A. CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIMIENTO PARCIALMENTE LLENO	A.1. METÁLICOS	a. Bronce Polido b. Acero soldado con remaches c. Metal corrugado sub - dren dren para aguas lluvias	0.009 0.010 0.013 0.017 0.021	0.010 0.012 0.016 0.019 0.024	0.013 0.014 0.017 0.021 0.030
	A.2 NO METÁLICOS	a. Concreto tubo recto y libre de basuras tubo con curvas, conexiones afinado tubo de alcantarillado con cámaras, entradas. Tubo con moldaje de acero. Tubo de moldaje madera cepillada Tubo con moldaje madera en bruto b. Madera duelas laminada y tratada c. Albañilería de piedra.	0.010 0.011 0.011 0.013 0.012 0.012 0.015 0.010 0.015 0.018	0.011 0.013 0.012 0.015 0.013 0.014 0.017 0.012 0.017 0.025	0.013 0.014 0.014 0.017 0.014 0.016 0.020 0.014 0.020 0.030
B. CANALES REVESTIDOS	B.1 METAL	a. Acero liso sin pintar pintado b. Corrugado	0.011 0.012 0.021	0.012 0.013 0.025	0.014 0.017 0.030
	B.2 NO METÁLICO	a. Madera Sin tratamiento Tratada Planchas b. Concreto afinado con plana afinado con fondo de grava sin afinar excavado en roca de buena calidad excavado en roca descompuesta c. Albañilería piedra con mortero piedra sola	0.010 0.011 0.012 0.011 0.015 0.014 0.017 0.022 0.017 0.023	0.012 0.012 0.015 0.013 0.017 0.017 0.020 0.027 0.025 0.032	0.014 0.015 0.018 0.015 0.020 0.020 0.030 0.035
C. EXCAVADO		a. Tierra, recto y uniforme nuevo grava con algo de vegetación b. Tierra, sinuoso sin vegetación con malezas y pasto maleza tupida, plantas fondo pedregoso - malezas. c. Roca suave y uniforme irregular d. Canales sin mantención maleza tupida Fondo limpio, bordes con vegetación	0.016 0.022 0.022 0.023 0.025 0.030 0.025 0.025 0.035 0.035 0.050 0.040	0.018 0.025 0.027 0.025 0.030 0.035 0.035 0.040 0.040 0.080 0.050	0.020 0.030 0.033 0.030 0.033 0.040 0.040 0.050 0.120 0.080

Fuente: Manual de Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Transito (2008)

- También se utiliza el Coeficiente de Strickler (K) cuya expresión es  $(1/n)$  (Ver Tabla N° xxx)

**Tabla 23** Valores de K más usados

Cunetas excavadas en el terreno	K = 33
Cunetas en roca	K = 25
Cunetas de concreto	K = 67

Fuente: Ingeniería Vial de Hugo Morales Sosa

**Tabla 24** Velocidades límites admisibles

TIPO DE SUPERFICIE	VELOCIDAD LÍMITE ADMISIBLE (M/S)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras no pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (2008)

A modo práctico se presenta el diseño de una sección típica de cuneta

interior (V:H) 1:2 y exterior (V:H) 1:2

- Radio hidráulico (Rh):

$$R_h = \frac{5x\sqrt{H}}{6} \quad (4.1)$$

$$R_h = \left( \frac{nv}{\sqrt{S}} \right)^{3/2} \quad (4.2)$$

- Sección mojada (A):

(4.3)

-Con talud interior 1:1.5 y talud exterior 1:1.5

- Radio Hidráulico (Rh):

$$R_h = \frac{\sqrt{13}H}{10} \quad (4.4)$$

$$R_h = \left( \frac{nv}{\sqrt{S}} \right)^{3/2} \quad (4.5)$$

- Sección mojada (A):

(4.6)

Para cualquier pendiente se tomarán las siguientes ecuaciones hallando su máxima capacidad de cunetas semejantes a la velocidad permitida.

Procedimiento de cálculo de Rh usando la ecuación (4.1) o (4.4)

- Emplear cualquier valor para "H" < 0.60m
- Determino mi incógnita "Rh", haciendo uso de las ecuaciones (4.1) o (4.4)

- Seguidamente obtengo mi área de la sección mojada, a través de las ecuaciones (4.3) o (4.6)
- Se determina el caudal con la ecuación (4.0) de Manning, y tendrá que cumplir la siguiente condición, como factor de seguridad.

$$Q_{\text{Manning}} > Q_{\text{de aporte}}$$

En caso contrario, se deberá retornar al primer paso, para cumplir lo establecido, mediante dándole valores a "H".

**f. Caudal Q de aporte**

Se calcula con el área aportante de la cuenca longitudinal, este caudal es el diseño más cercano a lo real y será comparado con el de diseño teórico.

**Tabla 25:** Caudal "Q" de aporte

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3.6}$$

DONDE	
Q	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
C	Coefficiente de escurrimiento de la cuenca
A	Área aportante (km <sup>2</sup> )
I	Intensidad de la lluvia de diseño (mm/h)

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2018)

**g. Dimensiones mínimas**

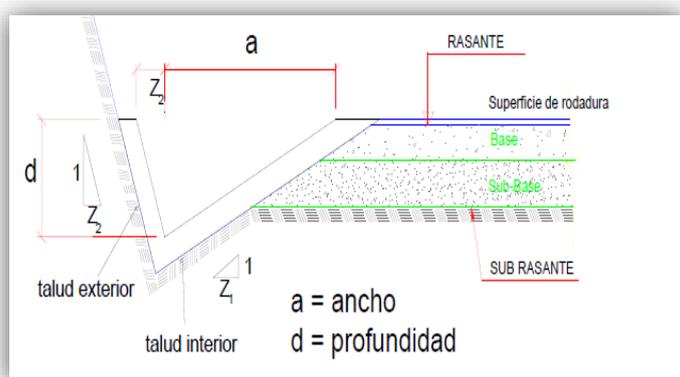
En la tabla 26, brinda su dimensionamiento que, estarán en función de las condiciones pluviales.

**Tabla 26** Dimensiones mínimas de cunetas

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras no pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (2008)

A fin de tener un óptimo desarrollo de una sección hidráulica, se deberá tener en cuenta: La ejecución de una berma exterior con una amplitud transversal de 0.60m; teniendo así una mayor captación ante cualquier residuo sólido, que pudiese dañar la superficie de la loza; darle un mantenimiento de dos veces anualmente, específicamente entre el periodo de lluvia, en zonas alto andinas y tropicales. Cuando el ancho de la vía este ajustado, son las cunetas las que serán polifuncionales, cumpliendo con su labor de encausar el agua captada y como zona de apoyo, donde se construirá una berma, siendo estas cubiertas en toda su superficie, estas serán: berma-cuneta, cuneta tipo batea, etc.



**Figura 15.** Sección transversal de cuneta

Fuente: Manual de Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Transito (2008)

#### **h. Desagüe de las cunetas**

Se encargan de direccionar el agua captada por los canales a lugares de mayor amplitud; estas se ubican de manera transversal a la vía y su distanciamiento longitudinal dependerá del tipo de clima donde serán colocadas, así como para regiones secas o poco lluviosas serán instaladas cada 250m y para regiones lluviosas cada 200m.

Son algunos casos excepcionales al encontrarse adyacentes una área agrícola o vivienda, pudiendo ser afectadas; donde los desagües de cunetas no pueden desembocar; buscando otras opciones de desfogue. (Alonso 2005).

#### **i. Revestimiento de las cunetas**

Para mayor durabilidad en su cubierta, por la erosión debido a que el caudal alcanza velocidades superiores, abriendo paso a su caída de capa con el tiempo; para evitar todos estos malestares se deberá emplear un concreto de resistencia de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  y  $e = 0.075\text{m}$  o hacer uso de la mampostería de piedra. (Alonso 2005).

### **2.2.9.1.2 Drenaje transversal**

Se encarga de evacuar las aguas que se encuentran en sus superficies que se sitúan en su infraestructura, las cuales se interceptaron en estas por sus cauces artificiales o naturales, de manera estable o pasajera, con el objetivo de prevalecer en el tiempo.

Sean las alcantarillas, badenes y puentes sus elementos, la primera mencionada es considerada una estructura menor, su densidad en toda la longitud de la vía se deberá prestar la mayor atención ya que influye de gran manera en el presupuesto; siendo los siguientes elementos tener características particulares en su estudio hidrológico e hidráulico.

Su principal función es establecer la sección hidráulica favorable al paso libre de los fluidos y sólidos, para dirigirlos a un cauce adecuado, preservando la integridad de la vía y aledaños.

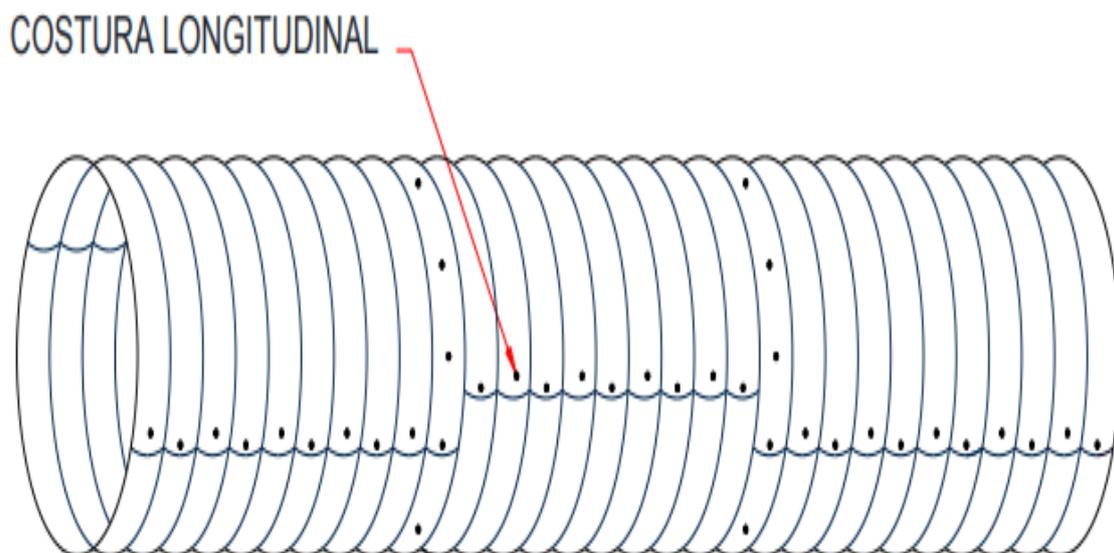
#### **2.2.9.1.2.1 Alcantarillas**

Se encuentran transversalmente a la vía, siendo de gran consideración debido a su costo de ejecución, por ende,

la debida atención a sus componentes de dimensionamientos previos. (Alonso 2005).

Para sus especificaciones técnicas establecidas, esta tendrá como mínimo 4 metros de largo, pudiendo ser cerradas o abiertas, por su forma estas pueden ser rectangular (cajón), elíptica, estas son revestidas de concreto armado, siendo de Tubería Metálica Corrugada TMC, como muestra la figura 16.

Tiene como finalidad recepcionar las aguas longitudinales, captadas en primera instancia por las cuentas, para desembocar en lugares donde no perturben la integridad de la vía. (Alonso 2005).



**Figura 16.** Detalle de tubería metálica corrugada.

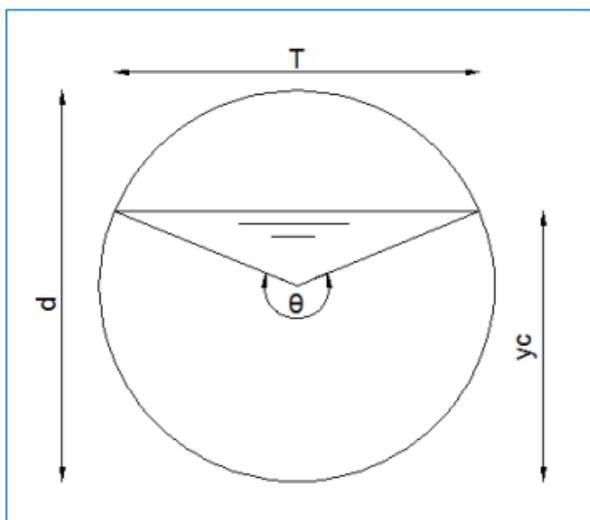
Fuente: Alonso (2005)

En base a los componentes para el dimensionamiento y material de elaboración, que estará hecho la obra de arte transversal como muestra la figura 17, estas deben cumplir labores de canalización para su confiabilidad, a su vez estarán relacionadas por la formulación de Manning. (Ven Te Chow 1994)

Sea uno de sus componentes de su diseño el caudal máximo, será calculado adicionando los mismos que transcurren por los canales y su captación de las

aguas superficiales que tendrá un tiempo de retorno establecido. (Ven Te Chow 1994)

El respectivo manual no propone un parámetro para la selección de un material idóneo que tendrá la alcantarilla, los especialistas señalan que su composición dependerá de la estratigrafía del lugar donde será instalado, a su vez sugieren que se debe priorizar lo requerido por parte de los estudios competentes sobre lo económico, siendo los más empleados del tipo TMC. (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2014).



**Figura 17.** Elementos geométricos en una alcantarilla de sección circular.

Fuente: Castillo (2017)

$$\theta = 2 \arccos\left(1 - \frac{2y}{d}\right)$$

$$A = \frac{d^2}{8}(\theta - \text{sen}\theta)$$

$$P = 0.5d\theta$$

$$T = \theta \text{sen}(\theta / 2)$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$Q = A \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

### 2.2.9.1.2.2 Badenes

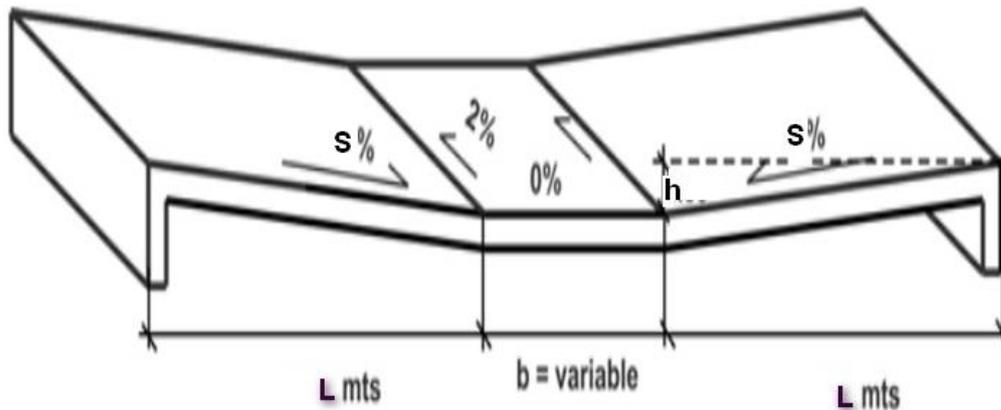
La figura 18 es una obra de drenaje generalmente compuestas de concreto armado y/o empedrado, con el objetivo de dar un libre curso a las aguas intersecante de residuos sólidos y líquidos en la vía, ubicadas en los cruces de quebradas y rasantes a la superficie de rodadura.



**Figura 18.** Detalle típico de badén

Fuente: Castillo (2005)

El diseño de badenes es similar al diseño de cunetas, pero se considera una sección trapezoidal como muestra la figura 19, revestido generalmente de concreto armado o albañilería. A continuación, se presenta una recomendación de predimensionamiento de la sección del badén (Chow 1994).



**Figura 19.** Sección de badén trapezoidal.

Fuente: Universidad Pedro Ruiz Gallo

Dimensiones recomendadas (Chow, 1994):

S% -> 8% - 10%

L -> 3.5m - 4m

B -> 2m - 3m

Las fórmulas a utilizar son las de canal trapezoidal, las que se muestran a continuación:

$$A = \frac{(Za + Zb)h^2}{2} + bh$$

$$P = \left( \sqrt{1 + Za^2} + \sqrt{1 + Zb^2} \right) h + b$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$Q = A \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Donde Za y Zb son los taludes de ambos lados del trapecio.

De manera similar como en las cunetas, se debe verificar que los caudales de aporte deben ser menores que el caudal de manning.

### **2.2.10 Estudios de mecánica de suelos**

Se pretende el conocimiento del terreno a trabajar, mediante la visita a campo y retiro de muestras, determinando la nomenclatura, el comportamiento a múltiples ensayos efectuados y normados.

Brinda información acerca de la aplicación de fuerza que se aplicará a un material clasificado y las fuerzas externas que recibirán un agregado grueso para los intereses requeridos y experimentados, además de la composición estratigráfica del terreno en su profundidad, gracias a estos estudios se puede llegar a diseñar fundaciones adecuadas y económicas. Con la variedad de ensayos que tiene esta rama (capacidad portante, humedad, clasificación de suelos, etc.) ayuda a determinar si el terreno es apto cumpliendo con los criterios mínimos que nos señala el Manual de Ensayo de Materiales – 2016; y así obtener la resistencia del terreno donde se va a ejecutar ya sea una obra de edificación o carretera.

“Para un mayor conocimiento del suelo a trabajar, ya sea un proyecto de construcción de viviendas, centros de mayor congregación de aforos, etc., o un proyecto vial para un aperturamiento, rehabilitación y mantenimiento; con antelación se deberá hacer el estudio geotécnico mediante los ensayos correspondientes y requeridos”. (Rodríguez, 1984).

Ensayos de Laboratorio

#### **a. Muestreo**

Para un mayor conocimiento amplio y específico del material, se deberá realizar la toma de este en las proporciones y distanciamiento a muestrear según la indica la norma, por lo cual esta sería una fracción del todo. Sea el número de calicatas a tomar, estará en función a su clasificación por demanda, representándonos los vehículos diarios transcurridos por esta vía como muestra la figura 20.

Tipo de Carretera	Profundidad	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor a 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido - Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido - Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras duales o multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 40001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido - Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido - Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- 3 calicatas x km	
Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- 2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo volumen de tránsito: con una carretera con un IMDA < 200 veh/día, de una calzada	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	- 1 calicata x km	

**Figura 20.** Número de Calicatas para Exploración se suelos

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013)

### b. Estratigrafía

El estudio estratigráfico ayuda a identificar e interpretar las rocas sedimentarias, metamórficas, etc., a partir de la capa de rodadura del lugar alcanzando un distanciamiento vertical hacia abajo apreciable para observar el color, sales y carbonatos. A continuación, en la figura 21 y 22, se observa la simbología y clasificación de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, nos brinda unos cuadros en donde nos indican unos signos convencionales para los perfiles de calicatas según sea el tipo de clasificación.

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

**Figura 21.** Signos Convencionales para perfiles de Calicatas–Clasificación AASHTO

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013)

	Gravas bien mezclada arena, grava con poco o nada de material fino, variación en tamaños granulares.		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja.
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco nada de material fino.		Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcillosa.
	Gravas limosas mezclas de grava arena limosa.		Limas orgánicas y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas o limas arcillosas con ligera plasticidad.
	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-arcilla grava con material fino cantidad apreciable de material fino.		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja o mediana, arcillas gravas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas negras.
	Arena bien graduada, arenas con grava, poco o nada de material fino. Arenas limpias poco o nada, amplia variación en tamaño granulares y cantidades de partículas en tamaño intermedios.		Limas orgánicas y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad.
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias.		Limo inorgánicas suelos finos granosos o limosas, micáceas o diatomáceas, limas elásticas.

**Figura 22.** Signos Convencionales para perfiles de Calicatas – Clasificación AASHTO

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013)

### c. Clasificación de los suelos

Se determinará por dos tipos, sea una de esta por el método AASTHO, donde se analizará el peso retenido en las mallas señaladas para su análisis, y calculando los límites de la muestra, seguidamente se tendrá el cálculo del índice de grupo, deliberando cada tipo en función a los requerimientos; sea el siguiente método SUCS, donde se empleará la carta de casa grande, previamente en conocimiento del registro de los límites líquidos, plásticos y la diferencia de estos como índice de plasticidad, lo expuesto anteriormente es concordante en la Tabla 30. Esto permite tener una idea acerca del comportamiento del terreno donde se va a edificar y en el presente trabajo de investigación clasificaremos mediante los sistemas normados internacionalmente.

Previamente se deberá tener el análisis e interpretación de las dimensiones del material para seguidamente realizarle los ensayos correspondientes requeridos para su clasificación, señalando la tabla 27, la denominación por los métodos normados internacionalmente.

**Tabla 27** Correlación de Tipos de suelos AASHTO-SUCS

<b>Clasificación se Suelos AASHTO</b>	<b>Clasificación de Suelos SUCS</b>
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013

Para poder entender las siglas de la clasificación SUCS (Sistema unificado de clasificación de suelos) y ASHTOO, presentaremos las tabla 28, en el cual nos ayudara a interpretar dichas siglas.

**Tabla 28** Clasificación de suelos AASHTO

Clasificación General	Materiales Granulares (pasa menos del 35% por el tamiz Nro. 200)							Materiales Limo-arcillosos (más del 35% por el tamiz Nro. 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Sub grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-76
<b>Análisis Granulométrico</b>												
N 10	50 max	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N 40	30 max	50 max	51 min	-	-	-	-	-	-	-		
N 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min	36 min
<b>Estado de Consistencia</b>												
Límite Líquido			NP	<=40	>41	<=40	>41	<=40	>=41	<=40	>41(IP<L.L-30)	>41(IP>L.L-30)
Índice de plasticidad	<=6			<=10	<=10	>=11	>=11	<=10	<=10	>=11	>=11	>=11
Índice Grupo	0		0	0		<=4		<=8	<=12	<=20	<=20	
<b>Tipología</b>	Fragmento de piedra, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
<b>Calidad</b>	Excelente a Buena							Aceptable a mala				

Fuente: Principios de Geotécnica (1998)

#### d. Análisis granulométrico por tamizado

Clasifica y establece los pesos retenidos en cada malla, este análisis se aplica en partículas inferiores a 3" y mayores al tamiz Nro. 200, o a la fracción que está compuesta por graves y arenas. Con este ensayo nos permite clasificar el suelo mediante el sistema SUCS o AASHTO.

Los suelos se clasifican de acuerdo al tamaño de partículas, se presentará en la tabla 29 dicha clasificación:

**Tabla 29** Clasificación de suelos según Tamaños de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		72 mm - 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75mm - 2.00 mm
		Arena media: 2.00mm - 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075mm - 0.005 mm
	Arcilla	menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013)

Los tamices que usualmente se utilizan para el ensayo granulométricos se encuentra en la tabla 30.

**Tabla 30** Relación de tamices y aberturas

Tamices	Abertura (mm)
3"	75.00
2"	50.80
1 1/2"	38.10
1"	25.40
3/4"	19.00
3/8"	9.50
Nro. 4	4.76
Nro. 10	2.00
Nro. 20	0.84
Nro. 40	0.43
Nro. 60	0.26
Nro. 140	0.11
Nro. 200	0.08

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (2016)

### e. Plasticidad

La plasticidad es la capacidad del material fino de mantenerse estable hasta cierto límite de humedad sin que este se disgregue. Los límites de Atterberg sirven de apoyo para la nominación y naturaleza del material calculado al igual que el de granulometría, y definimos el cálculo del ensayo de límites con respecto a los estados de consistencia según la humedad, partiendo desde el carente de agua denominado Estado Sólido, Estado Semisólido, Estado Plástico y Estado Líquido en cada intersección de estos se presentan los ensayos de límite de retracción, líquido y plástico determinando así el índices de plasticidad por la diferencia del índice líquido y plástico, lo mencionado anteriormente se presenta en la tabla 31.

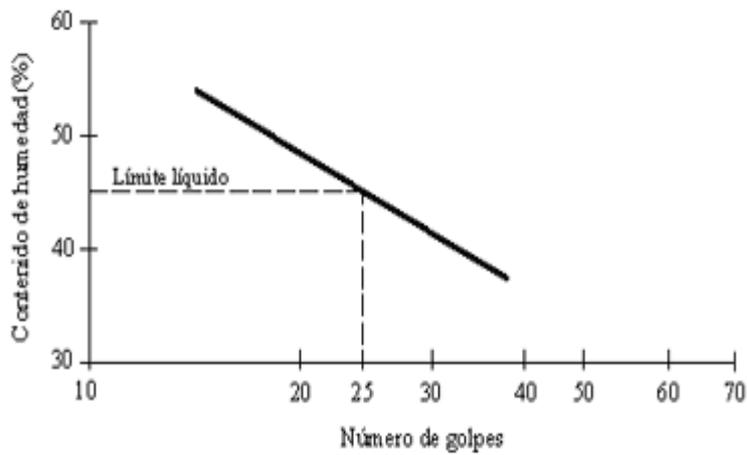
La presente tabla nos proporciona la clasificación mediante el cálculo determinado por ensayos correspondientes a límites de Atterberg.

**Tabla 31** Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$IP < 20$ o $IP > 7$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No plástico (NP)	Suelos extensos de arcilla

**Fuente:** Manual de Ensayo de Materiales (2016)

Para el ensayo de límite líquido, la norma nos indica dos métodos para poder obtener dicha variable, estas son con cálculos de multipunto y el método de un punto. Para el método de multipunto, corresponde realizar tres ensayos tal y como manda la norma, y obtener el gráfico porcentaje de húmedas vs número de golpes, después de ello se obtiene el porcentaje de humedad para un total de 25 golpes. En la figura 23 representa este ensayo.



**Figura 23.** Relación número de golpes vs contenido de humedad

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (2016)

Para ambos métodos se usará el equipo de ensayo Cuchara de Casagrande el cual nos permitirá determinar el número de golpes necesarios para determinar los límites del suelo con mencionado equipo.

Para el método de un punto se aplicarán las siguientes formulas:

**Tabla 32:** Limite Liquido

$$L.L = W^n * \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} \quad \text{O} \quad L.L = kW^n$$

DONDE	
N	Número de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad
$w^n$	Contenido de humedad del suelo
k	Factor dado en la Tabla 25

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (2016)

**Tabla 33:** Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

<b>N</b> <b>(número de golpes)</b>	<b>K</b> <b>(factor para límite líquido)</b>
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.001
28	1.014
29	1.018
30	1.022

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (2016)

La determinación del cálculo de límite plástico estará relacionado con el cociente de la diferencia del peso húmedo y seco, peso seco del material multiplicado por la constante cien, que indica la unidad porcentual u otra forma de determinarlo es como se muestra en la gráfica N°

$$L.P = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso suelo seco}} \times 100$$

**f. Ensayo de peso unitario**

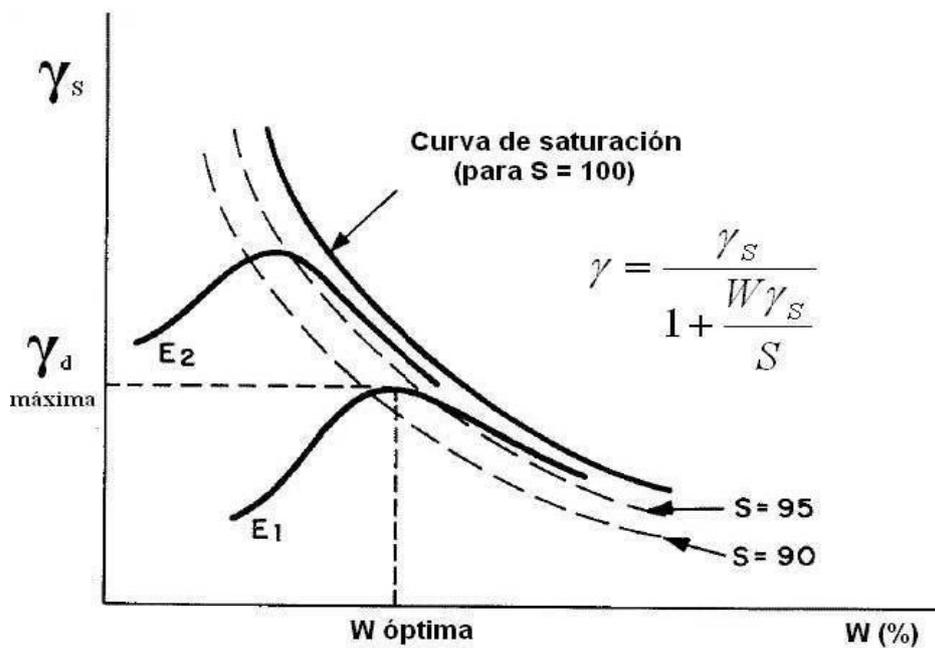
Se realiza colocando en material en un recipiente cilíndrico pesando la muestra, este ensayo se puede realizar de dos formas, ya sea suelto o compacto, el compacto consiste en colocar el suelo 3 capas, el cual con ayuda de la varilla se chucea cada capa, después de ello se enrasa el suelo y se pesa y mediante cálculos se podrá hallar el peso unitario, este se halla de la relación del peso de suelo y el volumen del molde.

**g. Ensayo de proctor modificado**

Determina la máxima densidad seca con un contenido de humedad óptimo para que el terreno pueda alcanzar una máxima resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad o permeabilidad. Para este ensayo, se llena un molde de 4 o 6" de diámetro con un suelo colocado en 3 capas golpeando cada capa con un

pisón metálico dándole cierta cantidad de golpes y mediante cálculos obtener nuestra curva de compactación.

El ensayo de compactación consta de dos métodos, el proctor modificado y estándar, variando estos en la cantidad de golpes siendo 25 y 56 respectivamente y con una energía diferente de pisón. Sea la curva de compactación tal y como señala en la Figura 25.



**Figura 24.** Curva de Compactación

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (2016)

#### **h. Humedad natural**

Se realiza en suelos que se extraen del terreno a estudiar sin alterar sus características, para después ser estudiado en laboratorio y determinar la humedad natural así podemos comparar la humedad óptima que se obtiene en los ensayos de Proctor modificado. En caso la humedad natural fuera menor o igual al contenido de humedad óptimo, se compactará sin alterar el suelo, en caso fuera mayor se dejará secar el suelo o se reemplaza el material saturado.

### i. Ensayo de C.B.R

(Californian Bearing Ratio), tiene como función evaluar la capacidad portante que presenta un suelo. Esta prueba consiste en compactar un suelo en un molde cilíndrico normado, esta prueba se repite 3 veces en cada molde se le aplican golpes de 12, 25 y 56 golpes respectivamente, realizando los ensayos de expansión y penetración el cual consta en colocar la muestra en un equipo que tiene un pisón con un área determinada y esto ingresa a la muestra, en el cual tomaremos datos de la carga en determinados tiempos. La norma nos indica que debemos tomar dichas lecturas hasta obtener una penetración de 0.1” y 0.2”, después se determina el índice de CBR se presenta en la formula siguiente expresándose en porcentaje.

$$C.B.R = \frac{\text{carga unitaria de ensayo}}{\text{carga unitaria patron}} \times 100\%$$

Con este ensayo podemos ver el comportamiento de los suelos que son usados para bases y sub rasante en carreteras. Realizado el CBR de diseño, como muestra la tabla 34.

**Tabla 34:** Clasificación de subrasante

<b>Categorías de Subrasante</b>	<b>CBR</b>
S0: Subrasante inadecuada	CBR<3%
S1: Subrasante pobre	De CBR>=3% a CBR<6%
S2: Subrasante regular	De CBR>=6% a CBR<10%
S3: Subrasante buena	De CBR>=10% a CBR<20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR>=20% a CBR<30%
S5: Subrasante excelente	CBR>=30%

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013)

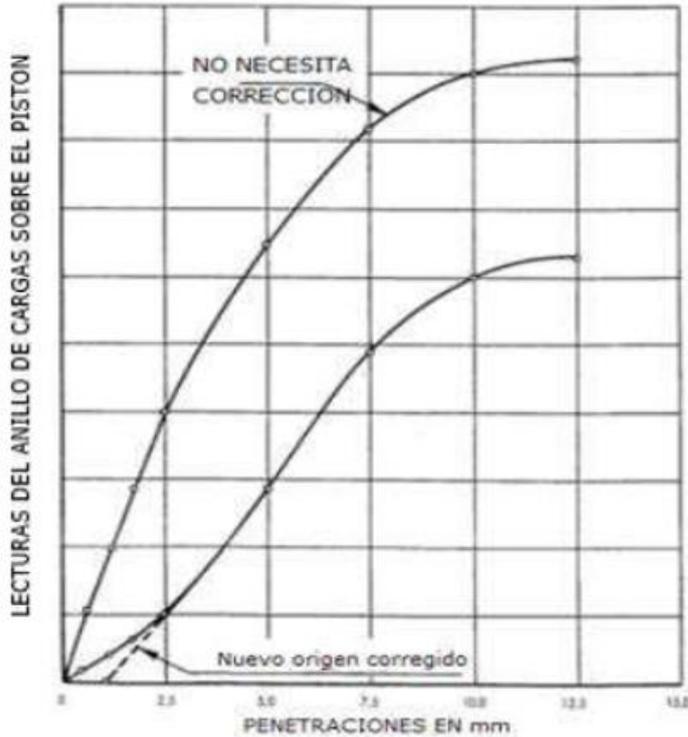
Como ya se había mencionado anteriormente para determinar el valor del C.B.R debemos tener en cuenta la carga unitaria de la piedra triturada, para ello la norma nos indica en la siguiente tabla que debemos tomar los valores de 0.1” y 0.2”.

**Tabla 35** Cargas unitarias de la muestra patrón

Penetración		Carga Unitaria patrón		
mm	pulgada	Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	psi
2.54	0.1	6.90	70.00	1000
4.08	0.2	10.30	105.00	1500
7.62	0.3	13.10	133.00	1900
10.16	0.4	15.80	162.00	2300
12.7	0.5	17.90	182.00	2600

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013)

Con todos los datos obtenidos en este ensayo procederemos a dibujar la gráfica donde tendremos los datos de la penetración del pisón al suelo vs la resistencia para los moldes en que se hicieron los 12,25 y 56 golpes.



**Figura 25.** Curva de compactación

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (2016)

### 2.2.11 Canteras

Con lo concerniente a el Manual Especificaciones técnicas Generales para la construcción-2015.

A fin de poder realizar la explotación de canteras es necesario realizar trabajos de campo de topografía, para el levantamiento de coordenadas UTM de toda la cantera a estudiar, colocándose líneas de referencia que limiten el lugar de explotación y su delimitación, se recomienda colocar los puntos de deben de ser tomados antes del inicio de la limpieza, explotación y cuando haya terminado los trabajos de explotación.

Se pretende la ubicación, identificación y clasificación de canteras que servirán de banco de materiales a emplearse ya sea para concreto hidráulico, rellenos, subbase y afirmado. El objetivo es encontrar centros de acopio de materiales que se empleará en obra, para tener en consideración la magnitud de estos sean los requeridos y necesarios, resultando estos económicamente útiles, cumpliendo con los criterios

requeridos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas generales para la construcción 2013).

El análisis para la identificación de uso de canteras estará en base a la calidad que estas presenten; sean de fácil transporte, teniendo así una extracción rápida y rentable; estos centros de acopios no deberán estar inmersos en problemas legales; la distancia que estas presentan deberán ser las mínimas y por último su rendimiento de extracción sea el suficiente y establecido. A continuación, se desarrollan en los ensayos correspondientes.

- **Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino (MTC E 114).**

Tiene como objetivo señalar bajo condiciones estándar, las proporciones relativas de suelos arcillosos, polvo en suelos granulares y agregados finos pasantes de la malla N°4 (4,75mm). Con la finalidad de dar un cálculo lo más cercano posible a la cantidad relativa, fineza y carácter del material arcilloso presente en el espécimen de ensayo. Pudiéndose demostrar un valor mínimo del equivalente de arena para limitar la cantidad permisible de finos arcillosos en los agregados. Mediante su aplicación da facilidad de demostrar cambios en la calidad de los agregados durante su empleo.

Se determinará mediante la siguiente formula:

$$\text{Equivalente de Arena (E.A.)} = (\text{Lectura de Arena} / \text{Lectura de Arcilla}) \times 100$$

- **Gravedad específica y absorción de agregados finos (MTC E 205).**

Tiene como objetivo determinar el peso específico (gravedad específica) seco y saturado; peso específico aparente y absorción después de 24 horas de sumergido en agua. Con la finalidad para calcular el volumen ocupado por el agregado en varias dosis.

- **Peso específico y absorción de agregados gruesos (MTC E 206).**

Tiene como objetivo establecer el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas). Para su realización se pone la muestra en agua durante un día, seguidamente se retirará para determinar su peso, obteniendo otro dato de la balanza calibrada, sean tres en total, el peso específico y absorción.

### **2.2.12 Topografía y trazado**

Es una representación gráfica de la realidad y tiene como finalidad mostrar las distancias horizontales del trazo y cotas o elevaciones de la vía, de los elementos representados del plano, todo esto se hace que el ingeniero a cargo tome las decisiones de diseño del trazo.

También se recomienda trabajar con planos de escala en rangos entre 1:2000 y 1:10000 con curvas de nivel, a intervalos de altura de 5 m.

Una vez obtenido los datos de campo y procesados es necesario realizar el diseño definitivo del trazo, y para eso se recomienda que los planos de diseños definitivos esten en rangos de 1:500 y 1:1000 para áreas urbanas; y de 1:1000 y 1:2000 para áreas rurales. Y curvas a nivel a intervalos de 0.5 m. a 1.0 m. de altura en áreas rurales y a intervalos de 0.5 m. en áreas urbanas.

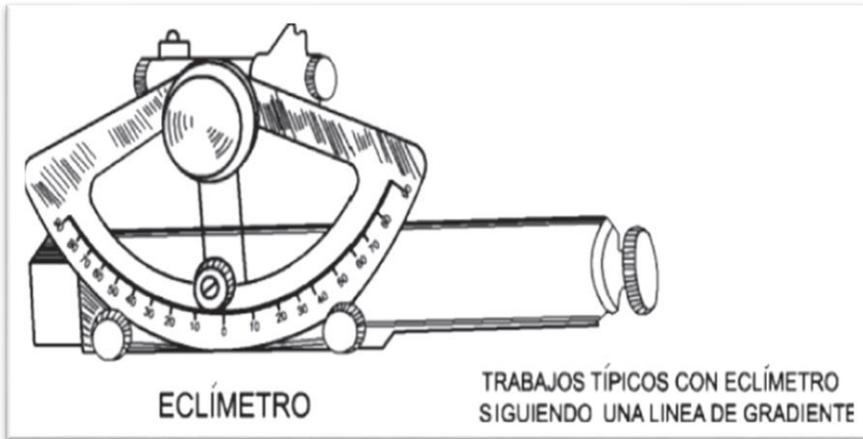
#### **2.2.12.1 El trazo directo**

Consiste según el manual correspondiente, en ejecutar un estacado preliminar señalando la ruta calculando la pendiente entre cada estacado para el diseño directo de la vía, entre estos estacados se hace la medición de estas distancias con winchas métricas, comúnmente para estos trazos en necesario de un eclímetro (figura 26), ya que son fáciles de transportar.

Conocida la ruta a ejecutarse en el terreno se procede a formar una brigada de trazo para cada trazo de lo estacados se realiza una sección transversal de un ancho de pendiente de acuerdo a la envergadura de la obra y del terreno.

En gabinete se hace la representación gráfica la faja de dominio los perfiles longitudinales y transversales.

El quipo encomendado como la cuadrilla de topógrafos deben de levantar adicionalmente puntos de zonas agrícolas, propiedades privadas, cursos de agua, quebradas y por último casa ya documentadas, esto con la finalidad de saber que tan fiable es el trazo por la zona planteada.



**Figura 26.** Eclímetro

Fuete: Manual de Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Transito (2008)



**Figura 27.** Equipo topográfico de campo para Corte y Relleno

Fuete: Manual de Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Transito,2008

### 2.2.12.2 Trabajos topográficos

Aspectos que se deben de tomar en cuenta al momento del levantamiento fotográfico

- **Georreferenciación**

Para este paso consiste en establecer puntos de control geográficos mediante coordenadas UTM, con un GPS, estas deben de ser ubicadas a aproximadamente a 5km, ubicados a lo largo de la carretera. estos puntos serán ubicados en lugares secanos y de fácil acceso, estos puntos no deben de ser afectados por la obra por la población, circulación de transporte y de personas, estos serán monumentados con concreto y una placa de bronce en la que se definirá el punto por la intersección de 2 líneas, estas placas llevaran consigo un código que permita establecer el punto.

Estos puntos sean las bases de donde se jalarán los puntos de trabajo, y también para los replanteos.

- **Puntos de control**

A veces suelen ser disturbados por las operaciones constructivas de la vía, estos deberán ser reubicados en áreas donde no sean afectadas.

- **Sección transversal**

Al seguir el trazo de la vía se harán secciones transversales en la vía, el espaciamiento de estas secciones se harán cada 20m para tramos en tangente y cada 10m en tramos en curva.

También en estas secciones se tomarán puntos a los extremos para los taludes de corte y relleno y las obras de drenaje hasta los límites que se requiera.

- **Estacas de talud y referencias**

Se deberán establecer estacas de corte y relleno en todas las secciones transversales con la finalidad de establecer en campo el punto de intersección de los taludes de las secciones transversales de diseño de la vía trazada del terreno natural, estos estacados deberán ser ubicados en los límites exteriores de la vía diseñada con la finalidad de que sea de fácil dirección de la máquina y de limpieza.

- **Límites de limpieza y roce**

Estos nos ayudarán a tener una mejor vista para los replanteos tanto de la vía como del drenaje y serán realizados antes de la ejecución de los drenajes.

- **Restablecimiento de la línea del eje**

Para la reconstrucción de la faja de dominio de la vía, será restablecida a partir de los puntos de control.

El estacado será replanteado cuantas veces sean necesario para la ejecución de cada etapa de la obra.

### **2.2.12.3 Elementos de drenaje**

El drenaje que se establece en la propuesta deberá ser reubicada, después de haber aperturamiento de la trocha, para fijarlos en la condición del terreno.

Se tendrá en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Replanteo de la vía, de las obras de drenaje que tenga en lo posible las mismas pendientes de la vía.
- Ubicar de cada obra de arte desde su punto de inicio hasta su final.
- Replantar y definir los puntos de las obras de drenaje cuantas veces sean necesario, con la finalidad de determinar las longitudes de cada elemento de drenaje.

### **2.2.12.4 Canteras**

Para la realización del levantamiento topográfico se tuvo que haber definido si el material de préstamo fue el favorable y la cantidad deseada, luego de esto se hace el levantamiento de la zona de cantera de préstamo. Al igual que el trazo de la vía se levantará una línea base para luego generar sus secciones de la cantera es toda esta área, Estas secciones se tomarán antes al inicio de la limpieza y explotación y después de finalizada la obra.

### **2.2.12.5 Monumentación**

Todo los hitos y monumentación deberán serán levantados topográficamente y georreferenciados. Estos se determinarán mediante el uso de estacas remarcando todos los elementos vitales, para las siguientes áreas, sean para los lugares donde se dejará los desechos, vías adyacentes, cunetas, zanjas de coronación y drenaje. Otros componentes que sea de importancia y de cuidado para la correcta mejora de la vía.

### **2.2.12.6 Trabajos topográficos intermedios**

Consiste en la replantear los puntos, estacado de vía, estacado de obras de drenaje, serán realizados de forma constante de acuerdo a los procesos constructivos hasta que termine la obra.

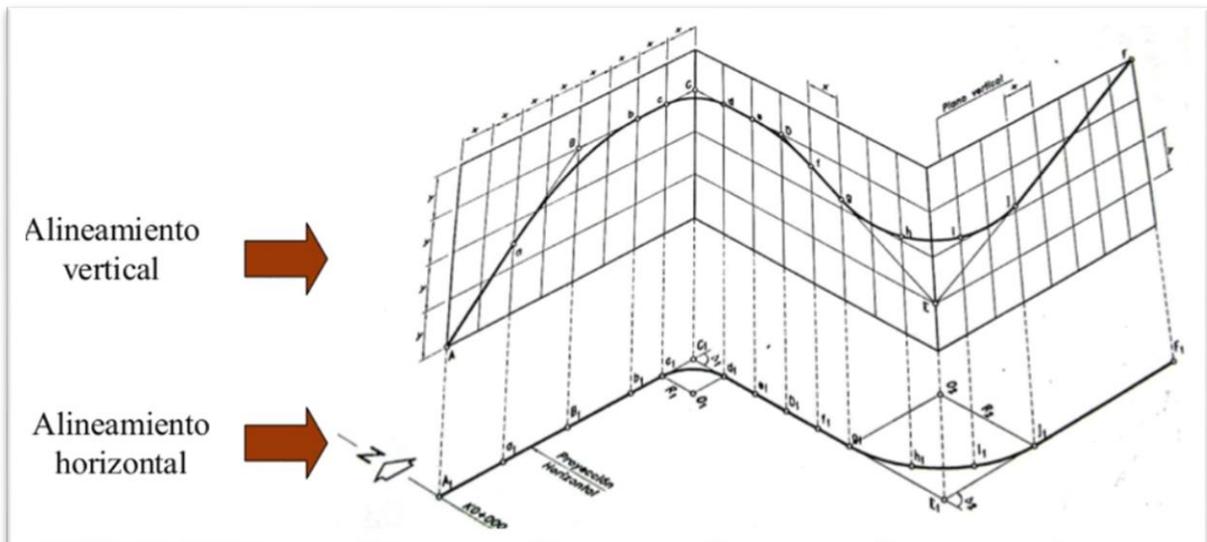
### 2.2.12.7 Geometría del alineamiento vertical

- **Alineamiento vertical**

Es la expresión gráfica del eje de la vía, teniéndose el perfil longitudinal, estos tramos rectos está compuesto siempre de (curvas CONCAVAS) y curvas convexas.

- **Secciones transversales**

Brindará un plano más amplio de detalles, mediante la intersección perpendicular a lo largo de la vía, señalando la carencia de obras de drenaje y el volumen de tierra a remover. Estos cortes proyectados se darán mediante un software de apoyo, pudiendo cambiar de tangente y en curva como muestra la figura 28 a continuación.



**Figura 28.** Representación Tridimensional de la trocha

Elaboración: Los autores

### 2.3 Definición de términos básicos

- **Transitabilidad:** Servicio de circulación que brinda una vía, para los peatones y vehículos
- **Trocha Carrozable:** Vía sin pavimentar, que generalmente une poblados, caseríos o campos de cultivo
- **Hidrología:** Ciencia que estudia el agua, desde las precipitantes hasta llegar a su cauce.
- **Hidráulica:** Estudio de los flujos, sea una sección abierta o cerrada
- **Clima:** Conjunto de condiciones atmosféricas, predominantes en una región y comúnmente se obtiene analizando las últimas décadas de la misma.
- **Lluvia:** Es la caída de partículas líquidas de agua en toda una superficie.
- **Estación Pluviométrica:** Contabilizador de aguas precipitantes, ubicados en las partes más altas.
- **Precipitación:** Término empleado para las aguas descendientes, que ingresan a los canales causados por los fenómenos meteorológicos.
- **Intensidad:** Cantidad de agua precipitante que cae en un tiempo determinado.
- **Parámetros estadísticos:** Es la representación de una gran información de datos, asemejándola a una variable estadística, el resultado es notoriamente determinado, a través de fórmulas aritméticas adquiridas por datos de la población.

- **Riesgos admisibles:** Es un factor de seguridad que permite ser mas cauteloso al momento del diseño.
- **Caudal:** Volumen de agua, llevada por una corriente que nace en una fuente.
- **Tiempo de concentración:** Registro de llegada de una gota, desde la parte más lejana de una cuenca hasta su salida.
- **Vida Útil:** Tiempo de duración de una obra de arte, para lo cual estará en óptimas condiciones de servicio
- **Cunetas:** Obra de arte ubicada paralela a la vía, que capta las aguas precipitantes en toda la superficie de la vía, evitando empozamientos.
- **Alcantarilla:** Drenaje transversal, ubicada intersectante a la vía, que capta las aguas acumuladas de las cunetas, designándolas a lugares donde no perturben la vía.
- **Baden:** Obra de arte de drenaje transversal, edificada por empedrado y/o concreto. Posibilita el paso de materiales sólidos en toda la superficie de rodadura intersectante a la vía, ubicada en quebradas.
- **Obras de drenaje:** Grupo de infraestructuras que ayudan a despejar las aguas superficiales precipitantes, ubicadas en las quebradas que la interceptan y paralela a la vía.
- **Plazoletas de cruce:** Superficie de apoyo para vías de un solo carril, ubicadas en las curvas de volteo.
- **HEC-RAS:** Software de modelamiento, que brinda simulaciones que tendrá el flujo del agua ya sean mediante los ríos u otros canales.
- **Bombeo:** Inclinação transversal en toda la superficie de la vía, evitando la acumulación de las aguas precipitantes.
- **Vía:** Sistema de transporte o comunicación entre dos lugares.
- **Caminos vecinales:** Ruta que une centros poblados o con destino a campos de cultivo, donde generalmente hay poca circulación vehicular.
- **Análisis Granulométrico:** Contabilización del peso retenido en cada malla, comprendida desde las 3 pulgadas hasta la número 200.

- **Arcillas:** conjunto de partículas minerales de dimensiones microscópicas de 0.001mm.
- **Arenas:** conformado por Partículas de suelo con diámetro medio comprendido entre los 0.06mm y los 2mm.
- **Calicata:** Hueco realizado en la superficie de un lugar, para tener un mayor conocimiento de su naturaleza mediante ensayos normados correspondientes.
- **Cantera:** Acopio del lugar donde se extraerán los materiales para futuros usos.
- **Compactación:** Reordenamiento de las partículas de un suelo bajo el efecto de una presión, en virtud d la cual las partículas pequeñas se alojan en los espacios que quedan entre las mayores.
- **Curva Granulométrica:** Formada por el porcentaje pasante de cada malla, indicando si el material es apto para su uso.
- **Densidad:** Cociente resultante de dividir el peso entre el volumen.
- **Ensayo Granulométrico por tamizado:** cálculo de la retención de un material mediante las mallas establecidas, normadas.
- **Fisuras:** capacidad de un material de deformarse superficialmente.
- **Gravas:** ubicada los primeros lugares de clasificación, enfocado a sus diámetros.
- **Humedad:** capacidad que tiene todo material de absorber líquidos, incrementando su peso.
- **Limites liquido:** capacidad de hidratación, a partir el suelo se comporta como un líquido espeso.
- **Limite plástico:** capacidad de hidratación que tiene una muestra, de reaccionar como un sólido.
- **Límites de consistencia:** Está enfocado a la naturaleza de los suelos pasante por la malla número cuatro.
- **Limos:** Ubicada en el penúltimo lugar de la clasificación de suelos en función a sus diámetros.
- **Peso del agua:** se obtiene de la diferencia del peso del molde más la muestra húmeda y peso del mismo molde y el suelo seco respectivamente.

- **Peso del suelo seco:** Se obtiene del retiro del horno, disminuyendo ante la carencia de líquidos.
- **Peso específico:** Es el cociente obtenido de la relación entre los pesos específicos del suelo y del agua respectivamente.
- **Plasticidad:** Capacidad del suelo para deformarse sin romperse, y permanecer deformado aun cuando desaparezca la fuerza deformante.
- **Porosidad:** capacidad que tiene un material de absorber los líquidos adyacentes, incrementando su peso seco

## 2.4 Hipótesis

### 2.4.1 Hipótesis general:

El diseño de las obras de arte en la vía, que une los centros poblados de Río Espino -Bellavista mejora la transitabilidad al distrito de Monzón -Huánuco.

### 2.4.2 Hipótesis específicas:

- Los estudios hidráulicos permiten crea el diseño de la vía de Río Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco
- Los estudios de suelos permiten disminuir el deterioro de la vía en Río Espino–Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco
- Los estudios topográficos mejoran los alineamientos físicos de la vía en Río Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipología de la investigación**

La **orientación de la investigación es aplicada**, porque propone el diseño de las obras de arte en los Centros Poblados de Río Espino y Bellavista, para mejorar la transitabilidad del distrito de Monzón -Huánuco, mediante la implementación de cunetas, alcantarillas, badenes y pontones, estos darán una mejora en la vía, para el transporte de sus productos en el menor tiempo, dando un impulso socio-económico para el sector agrícola y sus principales productos de venta e integración de crianzas de animales como la piscicultura.

El **enfoque de esta investigación es cuantitativo**, porque se mide fenómenos hidrológicos y empleamos la probabilidad estadística, mediante los procesos o secuencias de los manuales competentes correspondientes para el

diseño de obras de arte, obteniendo resultados para prever los fenómenos que afectaran a la vía.

La **investigación es explicativa**, porque manifiesta las causas o circunstancias que ocasionas el deterioro de la vía que une los Centros Poblados de Rio Espino – Bellavista, esta tesis busca comprobar las hipótesis causales.

### **3.2. Nivel de la investigación**

**Aplicativo**, pues está orientada a resolver un problema aplicando los softwares requeridos, para el diseño del mejoramiento de la vía. Enfocándonos en el diseño de las cunetas, alcantarillas, carteles informativos, badenes dándole un óptimo uso a esta, que por recurrentes lluvias y huaicos se ve afectada, haciéndola de difícil transito tanto peatonal como vehicular.

### **3.3. Diseño de la investigación**

**Experimental**, pues a aplicar y manipular los estudios hidrológicos, hidráulicos, topográficos y suelos, se logrará mejorar los efectos sobre la variable dependiente, que es la transitabilidad de la vía Rio Espino-Bellavista.

**Longitudinal**, porque se realizan varias mediciones a través del tiempo, como son: los estudios hidrológicos, que se tomarán en cuenta los últimos 20 años de las precipitaciones máximas; los estudios topográficos y los estudios de suelos, este instrumento se adaptan en diferentes momentos del tiempo.

**Prospectivo**, porque se toma los datos en el presente para procesarlo probabilísticamente, hallando precipitaciones y caudales de diseño futuros, para la duración de las obras de arte estimadas en el tiempo.

### **3.4. Operacionalización de variables**

#### **3.4.1 Variable independiente**

VARIABLES INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
DISEÑOS DE OBRAS DE ARTE	SON CONJUNTO DE DISEÑOS, PREVIA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS, SUELOS Y TOPOGRÁFICOS CON EL OBJETIVO DE MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DE LA VÍA	SERÁ MEDIDO A TRAVÉS DE LOS DISEÑO PROBABILISTICOS ,APLICANDO EL MÉTODO RACIONAL	ESTUDIO HIDROLÓGICO	-Precipitaciones pluviales Max. (mm).
				Caudal de diseño (m3/s).
				-Diseño hidráulico de obras de Arte.
			ESTUDIO DE SUELOS	-Granulometría (%).
				Contenido de Humedad (%).
				Límites de Atterberg (%).
				-CBR (%).
				-Peso Específico (Kg/cm3).
			ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	-Levantamiento topográfico de canteras.
				-Levantamiento topográfico de Obras de arte.
				-Levantamiento topográfico en canteras.
				Replanteo vial con respecto a las obras de arte

### 3.4.2 Variable Dependiente

VARIABLES DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
MEJORA DE LA TRANSITABILIDAD	SE BASARÁ EN LA CREACIÓN DEL DRENAJE DE LA VÍA, DISMINUYENDO EL DETERIORO DE ESTA Y MEJORANDO EL ALINEAMIENTO.	SERÁ MEDIDO A TRAVÉS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PRE-DISEÑO	CREACIÓN DEL DRENAJE DE LA VÍA	Encuesta de "CREACIÓN DEL DRENAJE VÍAL "
			DISMINUCIÓN DEL DETERIORO DE LA VÍA	Encuesta de "DISMINUCIÓN DEL DETERIORO DE LA VÍA "
			MEJORAMIENTO DE LOS ALINEAMIENTOS FÍSICOS DE LA VÍA	Encuesta del "MEJORAMIENTO DE LOS ALINEAMIENTOS FÍSICOS DE LA VÍA "

### **3.5. Población y muestra**

**Población:** Está conformada por todas las vías pertenecientes al distrito de Monzón, provincia de Huamalíes, departamento Huánuco.

**Muestra:** Está comprendida entre el km 00+000 en el centro poblado de Rio Espino y finalizando con una longitud de 5 +000.00 km. en el centro poblado de las alturas de Bellavista.

### **3.6. Técnicas de investigación**

**Observación científica,** se realizó la visita a campo de los centros poblados a Rio Espino y Bellavista, haciendo la recolección de datos de la gradiente de la vía, así como las ubicaciones de nuestras obras arte con un GPS, registrándose las posibles soluciones a adoptar, reconociéndose que, en las zonas, las precipitaciones erosionaban fuertemente la vía de acceso, haciéndose intransitable esta. Por esta técnica observacional se propuso el diseño de estas obras de arte.

### **3.7. Instrumentos de recolección de datos**

- Se recopiló datos de la estación de Tingo María a través del SENAMHI, con el objetivo de procesarlos, para los caudales de diseño.
- Se empleó formatos de laboratorio de suelos, para determinar la estratigrafía de este para el posterior análisis.
- Se recopiló datos topográficos por parte del área de Infraestructura y acondicionamiento territorial de la municipalidad competente.
- Se realizó formulario de encuestas a los especialistas y encargados de áreas competentes para obtener su punto de vista en base a los resultados proyectados.

### **3.8. Técnicas de procesamiento de análisis de datos**

Sean estos para la variable independiente:

- Arc Gis: Procesador de hidráulico.
- Auto CAD /Civil 3D.
- MS Excel: Procesador de datos numéricos.
- MS Word: Procesador de datos
- Google Earth

Sean estos para la variable dependiente:

- Encuestas de "Creación del drenaje vial "
- Encuestas de " Disminución el deterioro de la vía "
- Encuestas del "Mejoramiento de los alineamientos Físicos de la vía

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

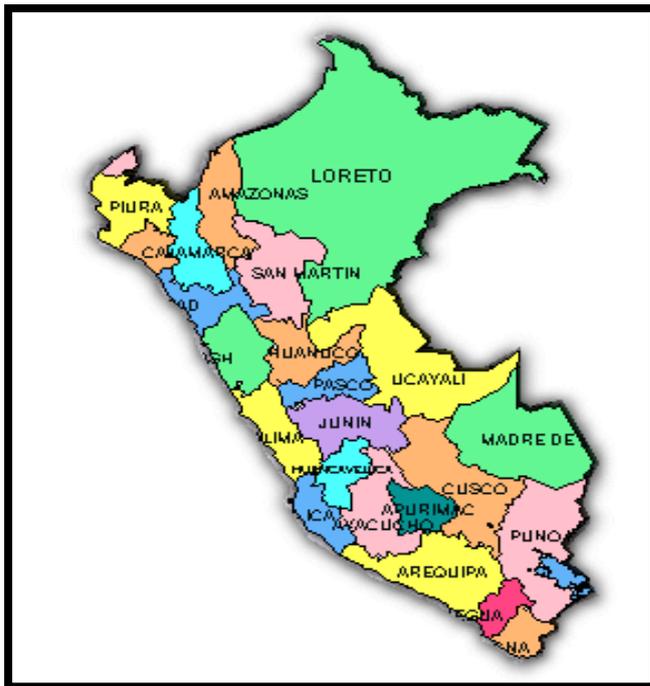
#### **4.1. Caso de investigación**

##### **a) Ubicación**

La trocha carrozable que une los Centros Poblados de Rio Espino- Bellavista por ser ambos lugares centros poblados del distrito de Monzón, siendo los principales beneficiarios de los Centros Poblados de Bellavista, Rio Espino bajo, Rio Espino alto y Buenavista, se procederá a dar su ubicación política y geográfica.

##### **Ubicación Política**

- Localidad : Rio Espino, Bellavista.
- Distrito : Monzón
- Provincia : Huamalíes
- Región : Huánuco.
- Región Natural : Selva Alta
- Altitud : 844 m.s.n.m.



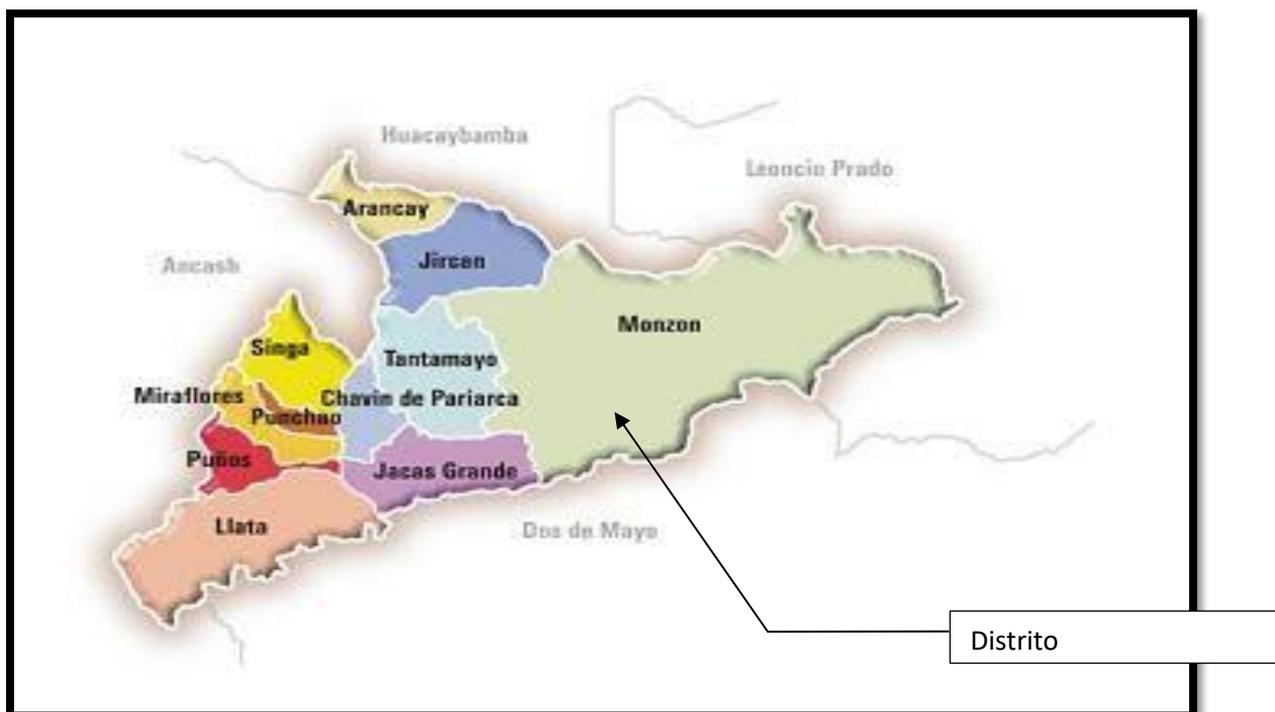
**Figura 29.** Ubicación departamental del proyecto

Elaboración: Los autores



**Figura 30.** Ubicación provincial del proyecto

Elaboración: Los autores



**Figura 31.** Ubicación distrital del Proyecto

Elaboración: Los autores

- **Ubicación geográfica**

Los Centros Poblados de Río Espino, Bellavista y Buenavista.

Se localiza en las siguientes Coordenadas UTM:

**Tabla 36** Coordenadas UTM

DESCRIPCIÓN	PROGRESIVAS	ESTE(E)	NORTE(N)	COTA
INICIO RIO ESPINO	00+000.00	369317.08	8979020.08	844.000
FINAL BELLAVITA	05+000.00	370926.7	8976816.38	1120.54

Elaboración: Los Autores

### b) Vías de acceso a la localidad

Para llegar a los Centros Poblados de Rio Espino y Bellavista. Solo se recorre los siguientes tramos:

**Tabla 37** Distancia y tiempo de llegada a la localidad de rio espino

De	A	Vía	Distancia
Lima	Huánuco	Vía Asfaltada	410 Km.
Huánuco	Tingo María	Vía Asfaltada	135 Km.
Tingo María	Puente Monzón	Vía Asfaltada	6.80 Km.
Puente Monzón	Rio Espino	Afirmado	35.0 Km.

Elaboración: Los autores

### c) Poblaciones beneficiadas

Para caracterizar las condiciones actuales de la zona de influencia se ha realizado trabajo de campo en las cuales se determinaron 136 familias, estas van desde los 4 a 9 integrantes. Por lo cual el estudio se proyectó en función a esta identificación de las manzanas, tiene una población de 680 habitantes.

**Tabla 38** Poblaciones beneficiadas

Nº	POBLACION	Nº FAMILIAS	Nº HABITANTES	%
1	Rio Espino Bajo	43	214	31.47%
2	Rio Espino Alto	33	111	16.32%
3	Bellabista	38	213	31.32%
4	Buenvista	22	142	20.88%
TOTAL:		136	680	100%

Fuente: Municipalidad de Monzón área de desarrollo social

## 4.2.Recolección de datos

### 4.2.1. Recolección de datos del SENAMHI

En la tabla 39, se considera la estación Tingo María, porque es aledaña, a esto se agrega que en la actual no hay datos estadísticos en la zona de interés, y tampoco registros de pluviometría en la zona.

**Tabla 39:** Datos técnicos estación meteorológica – Tingo María

ESTACION	ALTITUD	COOR. GEOGRAFICAS		PRECIPITACION ANUAL (mm)
		LATITUD	LONGITUD (°C)	
Tingo María	647	09°30'	76°00'	3472.8

Fuente: SENAMHI

La información hidrológica utilizada en el estudio es la hidrometeorológica, de la precipitación total mensual (39 años de registro), precipitación máxima de 24 horas de 20 años de registro histórico de la estación Tingo María que se encuentra en la provincia de Leoncio Prado, cercana a la zona de influencia del proyecto. La fuente, Oficina General de Estadística e Informática SENAMHI.

La información del registro histórico de la precipitación pluviométrica utilizada de fuente que se indica en las tablas 40 y 41, la estación empleada, será previo análisis de consistencia y ajuste de las funciones de distribución para eventos extremos máximos extraordinarios.

- **Precipitaciones acumuladas**

Con la extracción de datos de la Estación de Tingo María, que se muestra en la Tabla 45, también se procedió a extraer las precipitaciones acumuladas con el fin de obtener un patrón de estaciones del año.

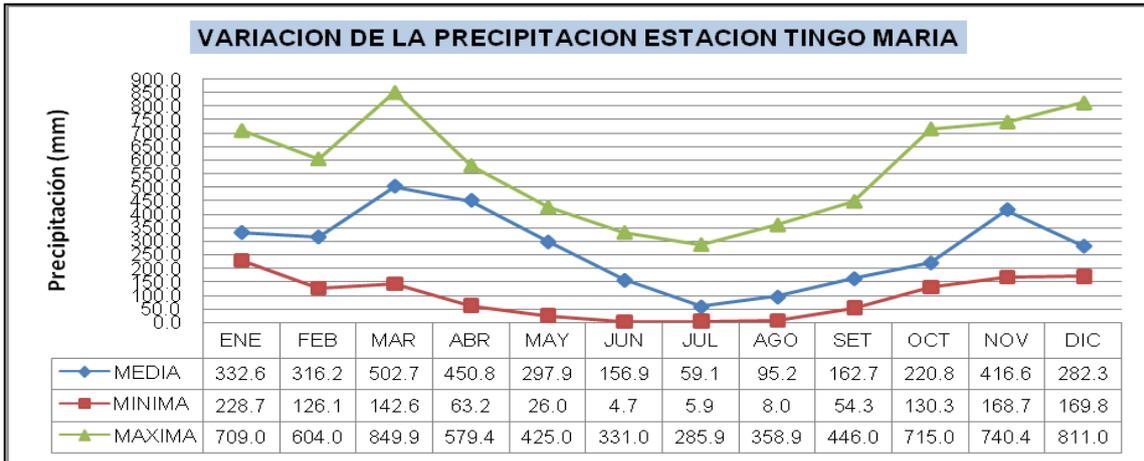
**Tabla 40** Precipitaciones mensuales acumuladas Tingo María

PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION TINGO MARIA AÑOS 1960-1998													
DEPARTAMENTO	:HUANUCO			LATITUD	:09° 17' 31"								
PROVINCIA	:LEONCIO PRADO			LONGITUD	:75° 59' 16"								
DISTRITO	:RUPA RUPA			ALTITUD	:691 msnm								
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	TOTAL
1960	463.1	396.80	464.60	231.70	203.80	109.80	106.60	270.40	117.10	315.00	421.70	273.60	3,374.20
1961	349.6	305.00	331.00	556.20	416.30	203.00	117.90	104.50	206.60	454.70	302.60	441.60	3,789.00
1962	426.6	416.70	354.10	579.40	121.10	82.80	209.70	168.50	132.00	258.60	182.40	356.00	3,287.90
1963	228.70	363.10	365.90	368.50	281.00	202.60	102.10	149.80	114.30	249.20	269.70	275.70	2,970.60
1964	276.30	354.70	387.70	328.90	354.50	88.40	134.90	60.30	196.90	130.30	280.90	184.00	2,777.80
1965	420.70	126.10	244.00	184.50	301.60	24.30	67.50	70.00	130.00	293.00	245.00	349.80	2,456.50
1966	232.00	413.50	300.00	264.10	110.00	252.20	130.10	46.80	71.10	201.30	168.70	180.20	2,370.00
1967	304.30	356.80	142.60	63.20	26.00	4.70	44.70	84.30	115.70	327.30	190.70	333.60	1,993.90
1968	261.10	208.70	231.50	235.00	93.40	161.90	54.90	107.80	78.00	349.60	346.00	426.30	2,554.20
1969	274.00	315.50	422.00	459.70	259.50	71.20	115.60	278.10	124.80	265.80	370.00	345.20	3,301.40
1970	288.50	310.10	380.50	276.70	240.10	249.80	119.60	101.00	142.30	202.20	183.90	437.80	2,932.50
1971	391.40	242.80	549.20	212.00	84.70	178.60	285.90	89.80	208.90	254.40	377.10	381.80	3,256.60
1972	313.20	410.90	332.40	241.40	223.80	124.00	142.50	358.90	208.70	237.30	631.90	449.00	3,674.00
1973	524.70	498.60	463.80	496.30	297.60	198.20	259.20	138.60	147.90	264.70	647.90	402.40	4,339.90
1974	574.80	593.60	440.70	476.10	148.10	262.10	141.10	332.20	108.00	506.00	594.10	403.80	4,580.60
1975	325.50	526.20	526.00	300.50	260.90	264.10	132.90	191.20	167.10	200.90	388.20	217.60	3,501.10
1976	301.30	344.60	335.50	133.70	224.70	151.00	98.60	89.50	240.00	405.00	483.80	437.40	3,245.10
1977	501.10	546.70	506.50	344.00	230.10	84.50	198.30	96.70	141.50	230.30	381.20	314.10	3,575.00
1978	296.20	144.40	321.40	268.80	160.10	100.70	254.30	8.00	54.30	297.20	314.30	586.20	2,805.90
1979	240.70	400.80	505.50	288.40	294.30	41.00	123.70	51.60	64.00	150.10	S/D	330.80	2,490.90
1980	423.50	594.50	289.80	141.00	173.50	278.30	130.50	148.20	224.80	283.50	244.20	331.00	3,262.80
1981	543.10	399.20	412.00	202.80	425.00	305.10	39.00	83.30	187.70	715.00	740.40	784.00	4,836.60
1982	709.00	562.80	849.90	338.90	275.10	161.20	161.10	47.00	283.30	253.90	491.70	542.40	4,676.30
1983	688.50	467.80	367.00	341.00	242.30	168.00	99.00	97.00	117.00	405.10	666.60	595.70	4,255.00
1984	671.00	499.20	348.00	405.40	113.10	331.00	235.00	205.90	117.60	261.10	464.60	169.80	3,821.70
1985	480.00	604.00	231.30	517.40	57.00	59.40	265.80	179.50	231.00	299.00	369.90	263.80	3,558.10
1986	387.00	373.80	577.20	308.60	338.00	85.00	78.00	163.30	179.00	214.00	353.80	478.00	3,535.70
1987	628.00	284.40	196.30	403.00	275.50	47.50	129.50	56.40	121.60	359.10	608.30	532.40	3,642.00
1988	509.20	325.20	506.00	218.00	254.00	67.00	5.90	8.00	212.00	183.50	281.00	403.00	2,972.80
1989	468.00	503.00	503.00	457.50	154.00	73.00	77.00	204.00	166.00	313.00	260.00	197.00	3,375.50
1990	684.00	303.00	221.00	252.00	247.00	182.00	198.00	55.00	94.00	358.00	247.00	372.00	3,213.00
1991	455.00	157.00	379.00	274.00	157.00	145.00	12.00	74.00	108.00	206.00	461.00	254.00	2,682.00
1992	330.00	258.00	185.00	150.00	244.00	120.00	75.00	242.70	326.00	425.00	295.00	305.00	2,955.70
1993	525.00	249.00	358.00	336.00	242.00	80.00	216.10	347.00	446.00	223.00	740.00	811.00	4,573.10
1994	584.50	386.00	208.30	303.80	357.90	129.30	92.00	96.00	384.50	264.50	363.30	404.40	3,574.50
1995	373.80	323.70	539.40	166.70	136.30	72.90	153.00	72.60	148.10	390.70	308.40	488.20	3,173.80
1996	508.90	385.90	261.30	438.00	267.70	152.60	45.70	124.10	219.30	267.30	277.30	178.30	3,126.40
1997	396.30	247.10	295.50	218.80	310.30	173.20	152.20	91.20	240.60	207.70	359.20	741.80	3,433.90
1998	332.60	316.20	502.70	450.80	297.90	156.90	59.10	95.20	162.70	220.80	416.60	282.30	3,293.80
Promedio	427.98	372.19	380.40	313.66	228.18	144.67	129.85	133.04	172.78	293.41	387.59	391.31	3,365.12
D. Estand.	138.20	124.40	138.37	124.65	94.46	81.01	71.01	89.80	83.68	108.59	158.59	158.80	656.47
C. Variabi.	0.32	0.33	0.36	0.40	0.41	0.56	0.55	0.68	0.48	0.37	0.40	0.41	0.20
Maximo	709.00	604.00	849.90	579.40	425.00	331.00	285.90	358.90	446.00	715.00	740.40	811.00	4,836.60
Minimo	228.70	126.10	142.60	63.20	26.00	4.70	5.90	8.00	54.30	130.30	168.70	169.80	1,993.90
Años Reg.	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	38.00	39.00	39.00

Elaboración: Los autores

Con las precipitaciones acumuladas en la tabla 41, se procedió a hacer una tabla de identificación de estaciones del año, en la cual se presenta a continuación.

**Tabla 41** Variación de la precipitación estación Tingo María



Elaboración: Los autores

De los cuales se obtuvo la tabla 42, en la cual se establece los lineamientos de estaciones del año para su análisis posterior para el diseño de los taludes interiores y exteriores.

**Tabla 42** Estaciones anuales de Monzón

"INVIERNO" O EPOCA DE LLUVIAS					
NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
Siendo estos los más marcados					
"VERANO" O ESTACIÓN SECA					
MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
Siendo estos los más marcados					

Elaboración: Los autores

- **Precipitaciones mensuales y diarias**

**Tabla 43** Precipitación total mensual

ESTACIÓN	PROVINCIA	TIPO	COORDENADAS			PERIODO DE REGISTRO
			LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	
Tingo María	Leoncio Prado	Pluviométrica	75° 59' 16"	09° 17' 31"	691 msnm	1960/1998 (39)

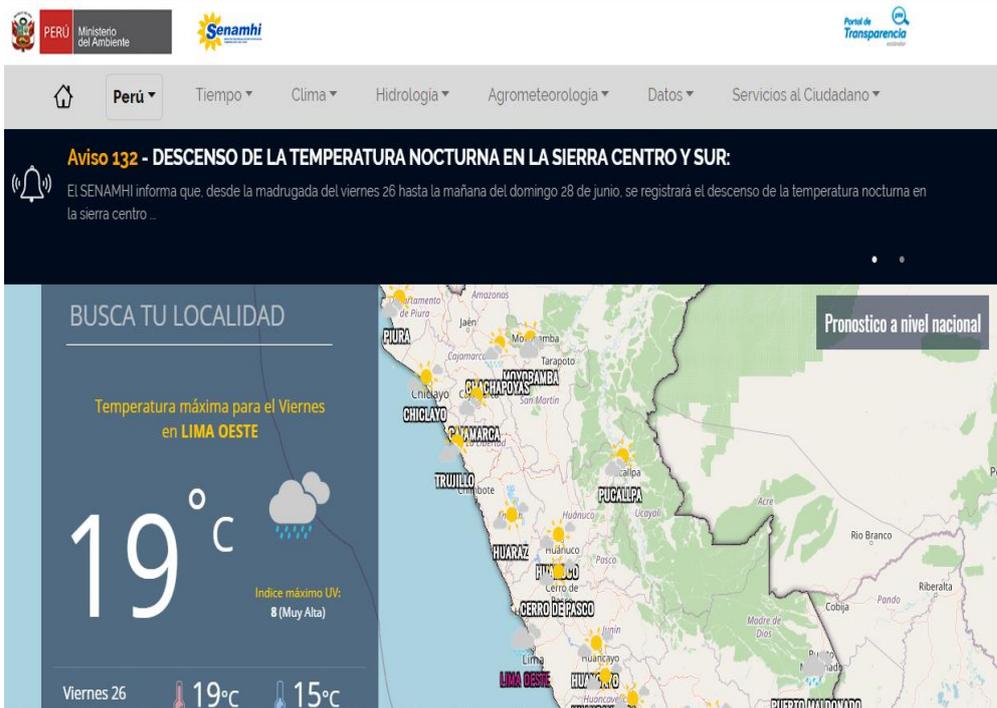
Fuente: SENAMHI

**Tabla 44** Precipitación máxima en 24 Horas

ESTACIÓN	PROVINCIA	TIPO	COORDENADAS			PERIODO DE REGISTRO
			LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	
Tingo María	Leoncio Prado	Pluviométrica	75° 59' 16"	09° 17' 31"	691 msnm	1979/1998 (20 años)

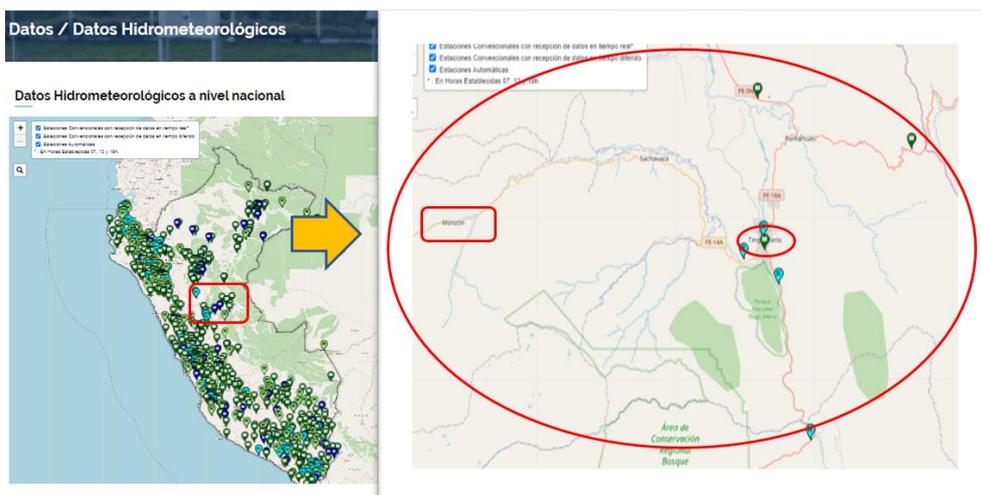
Fuente: SENAMHI

La figura 32 y 33 precipitaciones abundantes en todas las estaciones del año, con humedad relativa calificada como muy húmeda, con temperaturas promedio máxima de 25.7°C y mínima 18.5°C; precipitaciones que oscilan entre los 1,993 y 4,836 mm, en general esta provincia climática se distribuye en toda el área de influencia (directa e indirecta) de la obra.



**Figura 32.** Situación climatológica

Fuente: SENAMHI



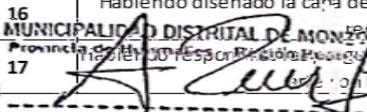
**Figura 33.** Datos hidrometeorológicos a nivel nacional

Fuente: SENAMHI

## 4.2.2. Encuesta en base a la mejora de la transitabilidad

**Tabla 45:** Encuesta en base a la mejora de la transitabilidad

 <b>USMP</b> <small>SAN MARTÍN DE PORRES</small>		Encuesta del proyecto de:		Realizada por:	
		"Diseños de Obras de arte en Río Espino-Bellavista, para mejorar la transitabilidad en el distrito de Monzón-Huánuco"		Alca Ascencio, José Antonio Estelo Gamarra, Rony Omar	
		Entrevistado (a):			
N°	Formulación de la creación de drenaje vial	SI	NO		
1	Cree usted que si se diseña las cunetas, mejorará la transitabiidad de la vía?	X			
2	Cree usted que si se diseña las alcantarillas, eliminando las aguas superficiales en cunetas y quebradas, mejorará la transitabiidad de la vía?	X			
3	Cree usted que si se diseña las badenes, discurrirá las aguas superficiales, nacies de las quebradas, asi mejorará la transitabiidad de la vía?	X			
4	Cree usted que si se diseña el ponton, discurrirá las aguas superficiales, nacies de las quebradas y laderas, asi mejorará la transitabiidad de la vía?	X			
5	Habiendo diseñado las obras de arte, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
6	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios hidrológicos?	X			
Formulación de la mejora de los alineamientos fisicos de la vía		SI	NO		
7	Cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las cunetas, mejorará el ali neamiento dela vía?	X			
8	Cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las alcantarillas, mejorará el alineamiento dela vía?	X			
9	Cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de los badenes, mejorará el ali neamiento dela vía?	X			
10	Cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones del ponton, mejorará el alineamiento dela vía?	X			
11	Habiendo replanteado el alienamiento fisico, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
12	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios topográficos?	X			
Formulacion de la disminución del deterioro de la vía		SI	NO		
13	Cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará las oquedades dela vía?	X			
14	Cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los arrugamientos dela vía?	X			
15	Cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los abollamientos dela vía?	X			
16	Habiendo diseñado la capa de rodadura, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
17	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios de suelos?	X			

  
 Michael Neill Rubio Gabriel  
 DNI: 46640938  
 ALCALDE

Fuente: Propia de los Autores

Elaboración: Los autores

### 4.3. Desarrollo del diseño

#### 4.3.1. Estudio de suelos a la vía de los centros poblados de Rio Espino-Bellavista

A continuación, se presentará el resultado de las calicatas que se realizó en el tramo de Rio Espina – Bellavista desde el km 0+000 al km 05+000 respectivamente, como indica en la tabla 46.

**Tabla 46:** Clasificación de calicatas

Calicata	Progresiva	Humedad Natural	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
C-01	0+000	14.77%	SC	A-6
C-02	0+500	14.91%	CL	A-7-6
C-03	1+000	10.11%	SC	A-2-6
C-04	1+500	15.82%	CL	A-7-6
C-05	2+000	15.99%	CL	A-7-6
C-06	2+500	14.00%	CL	A-7-6
C-07	3+000	8.58%	SC	A-2-6
C-08	3+500	14.19%	SC	A-2-7
C-09	4+000	16.15%	SC	A-6
C-10	4+500	18.08%	CL	A-7-6
C-11	5+000	17.60%	CL	A-6

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

#### a. Análisis granulométrico

Anteriormente se presentó la tabla 46, con los resultados finales del suelo, pero esto salió previo a unos ensayos mencionados en el presente trabajo, uno de estos es el análisis granulométrico, mostrado en la tabla 47.

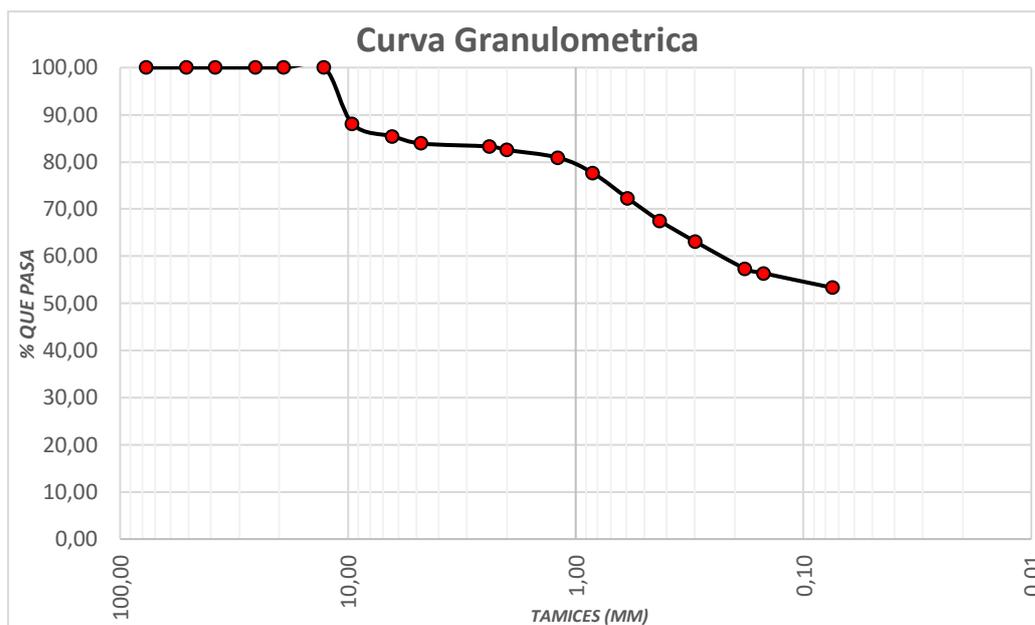
**Tabla 47:** Análisis granulométrico de C-1

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>					
<b>Ubicación:</b>		Monzón - Huamalies - Huánuco			
<b>Muestra:</b>		C-1 - Km 0+000			
<b>Tamices</b>		<b>Peso Retenido (gr)</b>	<b>% Retenido parcial</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% que pasa</b>
<b>Diametro</b>	<b>mm</b>				
3"	76.20	0.00	0	0	100.00
2"	50.80	0.00	0	0	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0	0	100.00
1"	25.40	0.00	0	0	100.00
3/4"	19.05	0.00	0	0	100.00
1/2"	12.70	316.50	8.82	8.82	91.18
3/8"	9.52	83.70	2.33	11.15	88.85
1/4"	6.35	51.10	1.42	12.57	87.43
Nro 4	4.76	34.60	0.96	13.53	86.47
Nro 8	2.38	130.60	3.64	17.17	82.83
Nro 10	2.00	77.10	2.15	19.32	80.68
Nro 16	1.19	140.40	3.91	23.23	76.77
Nro 20	0.84	155.50	4.33	27.56	72.44
Nro 30	0.59	171.00	4.76	32.33	67.67
Nro 40	0.43	131.90	3.67	36.00	64.00
Nro 50	0.30	132.80	3.70	39.70	60.30
Nro 80	0.18	223.40	6.22	45.92	54.08
Nro 100	0.15	40.90	1.14	47.06	52.94
Nro 200	0.07	133.90	3.73	50.79	49.21
Fondo	-	1766.60	49.21	100.00	0.00
<b>Total</b>	-	<b>3590.00</b>	<b>100.00</b>	-	-

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

Después de realizar los ensayos y hacer los cálculos correspondientes se procede a realizar la gráfica de curva granulométrica en base a la Tabla 50.

**Figura 34.** Curva granulométrica



Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

**b. Límites de consistencia**

Se presente a continuación los resultados y cálculos realizados que se hallaron mediante los límites de consistencia. Tabla 51. Resultados de Limite de Consistencia

**Tabla 48:** Límites de Atterberg

<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>		
	<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>
<b>Ubicación</b>	0+000	0+000
<b>Muestra</b>	C-01	C-01
Nro. Tara	03	04
Peso de tara	28.98	30.15
Peso de tara + suelo húmedo (gr)	55.87	32.06
Peso de tara + suelo seco (gr)	48.03	31.75
Peso del agua (gr)	7.84	0.31
Peso suelo seco (gr)	19.05	1.60
Porcentaje de humedad (%)	41.15	19.38
Nro. Golpes	23.00	

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

Para el límite líquido usamos el método de un punto, el cual consiste en realizar el ensayo una vez, y después hallamos el porcentaje de humedad aplicando la fórmula de:

$$\text{Límite líquido} = KW^n$$

Siendo  $w^n$  el número de golpes aplicado para el primer punto, y k un factor obtenido en la tabla Nro. Se obtuvo un valor de 40.78%

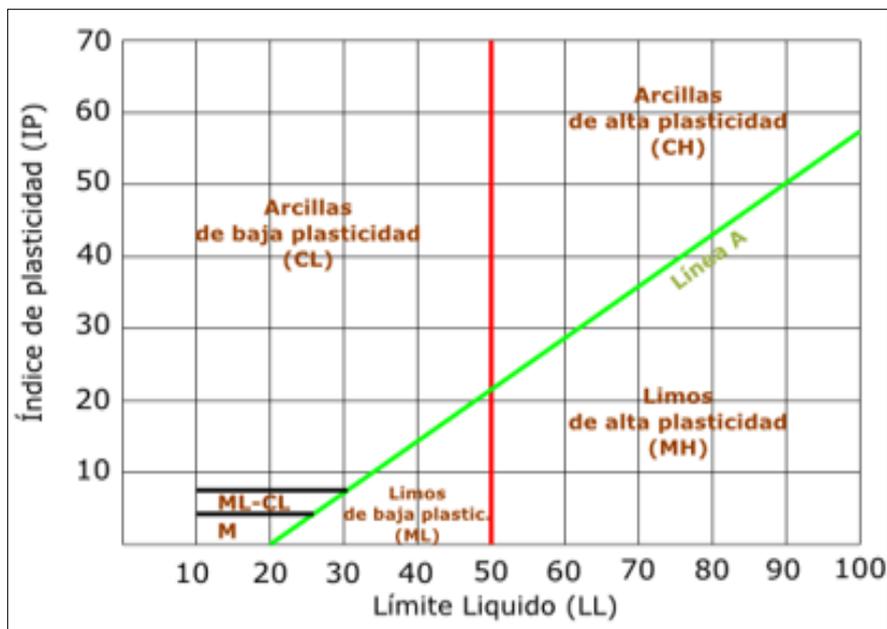
Después realizamos los cálculos para poder obtener el valor del límite plástico, el cual se obtiene calculando el porcentaje de humedad de los pequeños rodillos de suelo de diámetro 3mm, que se obtiene del ensayo de límite líquido. Para nuestra muestra de la calicata 01 obtuvimos un valor de 19.4%.

Finalmente procedemos a calcular el índice de plasticidad, que es la resta del límite líquido y límite plástico, obteniendo un valor de 21.38 %. Cabe recordar que estos valores de límites lo aplicamos para la clasificación de los suelos.

### **c. Clasificación de suelos**

Se debe tener los límites de consistencia que ya hallamos anteriormente, para la clasificación de los suelos mediante la carta de Casagrande aplicamos los siguientes procedimientos.

Analizar el peso retenido expresándolo en porcentaje el pasante por el tamiz Nro. 200 y definimos si el suelo es fino o grueso, en caso fuera fino (>50%) usamos la carta de Casagrande.



**Figura 35.** Carta de Casagrande

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

- En caso fuera un suelo grueso (<50%), pasamos a verificar si el suelo es (>50% o <50%) para determinar si es arena o grava. Después de ello se clasifica con la tabla Nro. que se menciona en el punto de clasificación de suelos.

Para la clasificación AASHTO emplearemos los siguientes procedimientos:

- Analizamos el “%” que pasa el tamiz Nro. 200 igualmente verificamos si es suelo fino (>35%) o grueso (<=35%)
- Hallamos el índice de grupo y los límites de consistencia para poder aplicarlo a la tabla Nro.

Por lo tanto, para nuestra calicata 01 en clasificación SUCS tenemos que es SC y en AASHTO se clasifica en el grupo A-6

#### d. Contenido de humedad

Una vez sacada la muestra de cada calicata se procedió a determinar la humedad natural de nuestro suelo, para nuestra calicata 01 tenemos los siguientes resultados indicada en la tabla 49:

**Tabla 49:** Contenido de húmeda

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	
Ubicación	km 5+000
Perforación	Cielo Abierto
Muestra	C-11
Profundidad (m)	1.50
Peso Recipiente (gr)	244.72
Peso recipiente + material húmedo (gr)	4175.60
Peso recipiente + material seco (gr)	3587.42
Peso Agua (gr)	588.18
Peso material seco (gr)	3342.70
Contenido de Humedad (%)	17.60

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

#### e. Ensayo de proctor

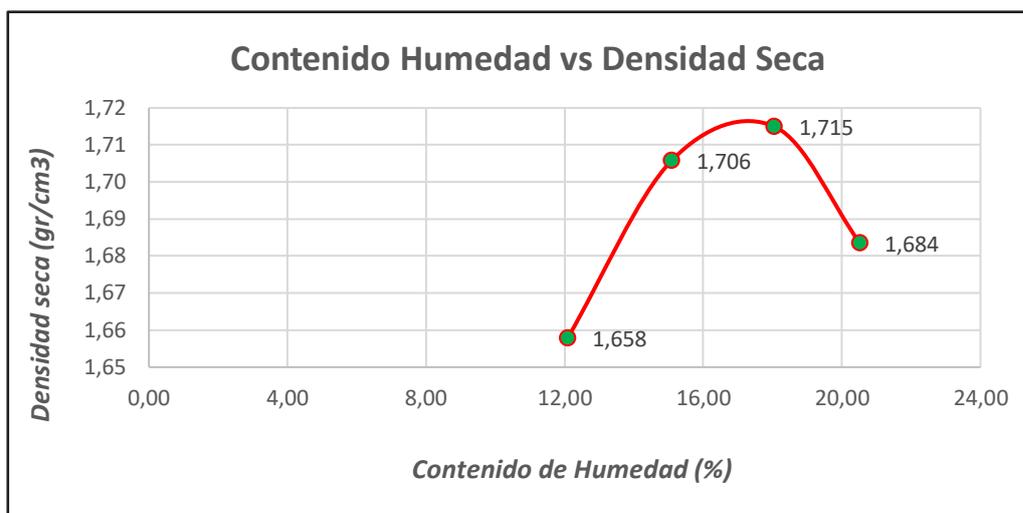
De este obtendremos la máxima densidad seca y la humedad óptima, indicada en la tabla 50.

**Tabla 50:** Ensayo de Proctor modificado

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO				
	ENSAYO DE COMPACTACION			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2286.40			
Nro. Molde	1	2	3	4
Peso del molde + muestra (gr)	7280.00	7520.00	7660.00	7670.00
Peso del molde (gr)	3031.00	3031.00	3031.00	3031.00
Peso de la muestra humedad (gr)	4249.00	4489.00	4629.00	4639.00
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.86	1.96	2.02	2.03
	CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara	1	2	3	4
Peso de la tara (gr)	148.01	146.26	146.72	152.46
Peso tara + suelo húmedo (gr)	912.00	926.30	874.50	879.60
Peso tara + suelo seco (gr)	829.60	824.00	763.20	755.80
Peso del agua (gr)	82.40	102.30	111.30	123.80
Peso suelo Seco (gr)	681.59	677.74	616.48	603.34
Contenido de humedad (%)	12.09	15.09	18.05	20.52
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.658	1.706	1.715	1.684

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

Con estos datos procedemos a calcular la gráfica:



**Figura 36.** Gráfica de compactación

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

De la Figura 37, determinamos que nuestra máxima densidad seca es: 1.70(gr/cm<sup>3</sup>)

Y nuestro óptimo contenido de humedad es: 17.20%

#### f. Ensayo de CBR

En el ensayo C.B.R (California Bearing Ratio), determinamos la resistencia de nuestra sub rasante, primero mostraremos la tabla 54 del ensayo de compactación que forma parte del ensayo general del CBR:

**Tabla 51:** Resultados de ensayo Proctor modificado

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R)			
Nro. Molde	I	II	III
Nro capas	5	5	5
N golpes por capa	56	25	12
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	1.61	1.47
Contenido de humedad (%)	17.20	17.14	17.15

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

Estos resultados son de la calicata que se hizo en el km 2+500.

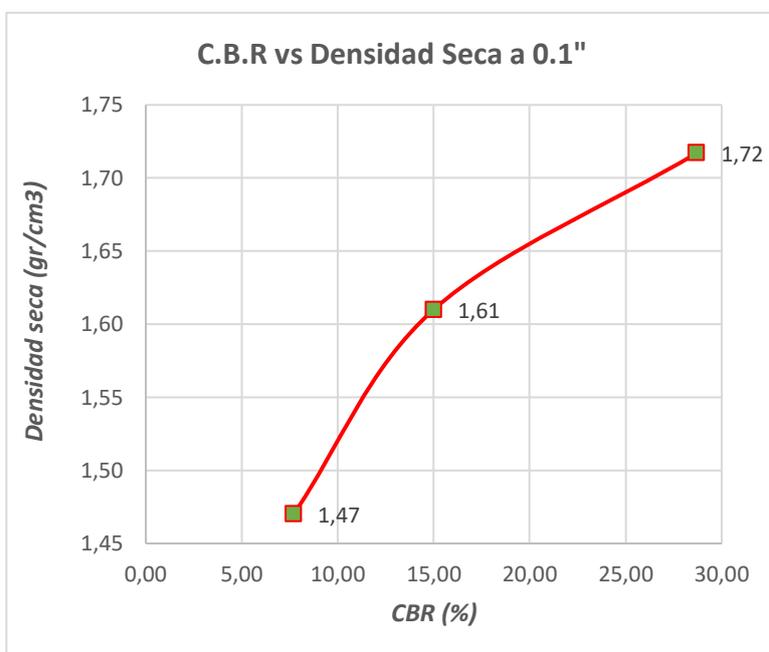
Después de ello presentamos los resultados del ensayo de penetración que se hizo a la muestra, a continuación, mostramos la tabla 55 de dicho ensayo:

**Tabla 52:** Resultados ensayo de penetración

ENSAYO DE PENETRACIÓN							
Área pisón	3" o 19.4	I		II		III	
Penetración (mm) - Pulgadas	Carga Tipo (lb/pulg2)	Esfuerzo (lb/pulg2)	CBR (%)	Esfuerzo (lb/pulg2)	CBR (%)	Esfuerzo (lb/pulg2)	CBR (%)
0 - 0"							
0.635 - 0.025"							
1.24 - 0.05"							
1.905 - 0.075"							
2.54 - 0.100"	1000.00	287	28.70	150	15.00	77	7.70
5.08 - 0.200"	1500.00	417	27.80	217	14.47	77	5.13
7.62 - 0.300"	1900.00						
10.16 - 0.400"	2300.00						
12.7 - 0.500"	2600.00						

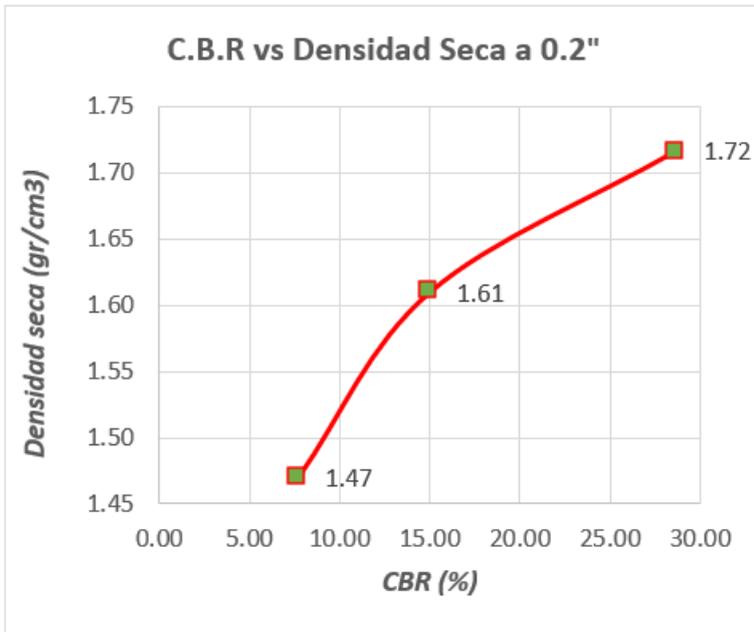
Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

Finalmente realizamos las Figuras 57 y 58, para una penetración de 0.1" y 0.2" y hallamos el valor CBR de una densidad de 1.64 al 95% y al 100%



**Figura 37.** CBR para 0.1"

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón



**Figura 38.** CBR para 0.2”

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

De la figura 37, obtenemos un CBR de 28.7% al 100% y 16.6% al 95% y de la figura 38, obtenemos un CBR de 27.8% al 100% y 16.4% al 95%, la norma nos indica que debemos tomar los valores para una penetración de 0.1”, por tanto, obtenemos un CBR de 16.6%, y con este resultado verificamos con la tabla Nro (colocar el Nro de tabla de Sub rasante está más arriba), y definimos que nuestro sub rasante es buena, por lo tanto, no necesitamos mejorar el suelo.

#### **4.3.2. Estudio de suelos de la cantera Manchuria Km 34 de la carretera Monzón-Tingo María, para afirmado**

Los depósitos sedimentarios y de agregados producidos mediante procesos naturales para la extracción de materiales finos y granulares, que puedan usarse en la construcción de rellenos, sub-base, base y afirmado, y evaluar la producción en volumen por m<sup>3</sup> (la potencia), estas fueron seleccionadas por su rendimiento y su fácil llegada a las futuras construcciones de los proyectos, que produzca materiales suficientes para los trabajos indicados, por lo cual se evaluó una cantera de cerro ubicado en el Km. 34 de la Carretera Monzón – Tingo María Cercana a la localidad de Manchuria. Coordenadas: UTM 18L 373497.18 – 8981761.78

Mediante la ejecución de ensayos en específicos, desarrollándose así el análisis estratigráfico de los lugares de acopio; para su futuro empleo en obra.

En general el material de afirmado deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Límite Líquido: No debe de exceder de 35 (MTC E 110).
- Índice de Plasticidad: 4 – 9 (MTC E 111)
- CBR: 40% min. (MTC E 132), referido al 100% de la MDS y una penetración de carga de 2.5 mm.
- Tamaño máximo de material de afirmado: 2”

En la Tabla 56, muestra la clasificación de suelos para ambos métodos SUCSS y AASHTO; la capacidad portante del suelo (MDS), la humedad óptima (OCH), los ensayos de California Bearing Ratio (CBR).

**Tabla 53:** Resumen de los ensayos correspondientes

<b>PARAMETROS</b>	<b>RESULTADOS MATERIAL PARA AFIRMADO</b>
Tamaño máximo	2" Pulgadas
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-2-4
MDS	2.150 Kg/Cm2
OCH	8.10%
CBR 100%	69.30
CBR 95%	52.00
Humedad Natural	8.84 %
Equivalente de arena	38.20 %

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

- **Ensayos de laboratorio para relleno, sub-base, base y afirmado**

A las muestras obtenidas, se le realizaron los siguientes ensayos de laboratorio como señala en la tabla 54.

**Tabla 54:** Ensayos correspondientes para cantera de afirmado

ENSAYO	USO	NORMA DE REFERENCIA			PROPOSITO DEL ENSAYO
		MTC	AASHTO	ASTM	
Clasificación de Suelos SUCCS, AASHTO	Clasificación			D-2487	Identificar el tipo de suelo según los estándares existentes.
Límite Líquido	Clasificación	E-110	T89	D-4318	Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo
Límite Plástico	Clasificación	E-111	T90	D-4318	Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo
Índice de Plasticidad	Clasificación	E-111	T90	D-4318	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual el suelo está en un estado plástico.
Material que pasa el tamiz de 75 um (N° 200)	Clasificación	E-202	T11	C-117	Determinar la cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200, tales como arcillas, agregados muy finos y materiales solubles en el agua.
Análisis Granulométrico por Tamizado.	Clasificación	E-107	T88	D-422	Determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
Equivalente de arena	Calidad de agregados	E-114	T178	D-2419	Determinar la porción relativa del contenido de polvo fino nocivo en los agregados.
Contenido de Humedad	Clasificación	E-108		D-2216	Determinar el contenido de humedad de suelos y agregados.
Compactación Proctor Modificado	Diseño de Espesores	E-115		D-1557	Determinar la Máxima Densidad Seca y el Contenido de Humedad Óptimo.
Valor relativo de Soporte (CBR)	Diseño de Espesores	E-132	T193	D-1883	Determinar la capacidad de carga del suelo de fundación y canteras.

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

- **Volumen a explotar**

Empleando una medición con secciones cada 10 m, en base a las exploraciones realizadas en toda el área disponible. Como se muestra en la Tabla 58.

**Tabla 55:** Levantamiento topográfico de la cantera Manchuria Km 34

PARÁMETROS	MEDIDAS
LARGO	100 m.
ANCHO	80 m.
ALTURA TALUD PROMEDO	4.00 m.
VOLUMEN TOTAL	32,000 m <sup>3</sup>
RENDIMIENTO	90 %
VOLUMEN NETO	38,800 m <sup>3</sup>

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

- **Tipo de material:** Fluvial-terracea, Material granular.
- **Explotación:** La extracción se realizará de la siguiente manera:
- Se procederá a retirar el primer estrato de material no aprovechable (desechable) de un espesor promedio de 0.15 m. Luego se extraerá el material aprovechable en forma directa, con cargador frontal, tractor de oruga y volquete efectuando el zarandeo.
- **Limitaciones:** No existe limitaciones para la extracción de material.

Tabla 56, presenta los ensayos correspondientes a la cantera para relleno, Sub base, base y afirmado.

**Tabla 56:** Evaluación de las características de la cantera Manchuria Km 34

ENSAYOS DE LABORATORIO/ EXIGENCIAS	REQUERIMIENTO
GRANULOMETRIA	
LIMITE LIQUIDO, MALLA N° 40 (%)	35% Max.
INDICE PLASTICO, MALLA N° 40 (%)	4%-9%
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	20% Min.
ABRASION LOS ANGELES (%)	50% Max.
CBR (0.10) DEL 100% DE LA MDS	40% Min.
FINOS PASA MALLA NRO. 200 (%)	5% - 20%

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

### 4.3.3. Estudio de suelos de la cantera La Granja para la producción de concreto hidráulico con cemento portland.

Localizado a la derecha del río Monzón en la localidad de La Granja. El acceso hasta la localidad de Río Espino es a través de la carretera Monzón – Tingo María Km. 22 y de ahí se continua por un camino vecinal hacia Alto Río Espino con una distancia total de 8.726 Kms. Coordenadas: UTM 18L 363756.02 – 8981492.44. En la Tabla 57 y 58, muestran los ensayos correspondientes a la cantera a explotar.

**Tabla 57:** Ensayos correspondientes a la cantera La Granja

ENSAYO	USO	NORMA DE REFERENCIA			PROPOSITO DEL ENSAYO
		MTC	AASHTO	ASTM	
Clasificación de Suelos SUCCS, AASHTO	Clasificación			D-2487	Identificar el tipo de suelo según los estándares existentes.
Límite Líquido	Clasificación	E-110	T89	D-4318	Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo
Límite Plástico	Clasificación	E-111	T90	D-4318	Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo
Índice de Plasticidad	Clasificación	E-111	T90	D-4318	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual el suelo está en un estado plástico.
Material que pasa el tamiz de 75 um (N° 200)	Clasificación	E-202	T11	C-117	Determinar la cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200, tales como arcillas, agregados muy finos y materiales solubles en el agua.
Análisis Granulométrico por Tamizado.	Clasificación	E-107	T88	D-422	Determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
Peso Unitario	Rendimientos	E-203		C-29	Determinar el peso unitario suelto o compactado y el porcentaje de vacío de los agregados

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

**Tabla 58:** Ensayos correspondientes de la Cantera La Granja

ENSAYO	USO	NORMA DE REFERENCIA			PROPOSITO DEL ENSAYO
		MTC	AASHTO	ASTM	
Equivalente de arena	Calidad de agregados	E-114	T178	D-2419	Determinar la porción relativa del contenido de polvo fino nocivo en los agregados.
Abrasión de Los Ángeles	Calidad de agregados	E-207	T96	C-131	Determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados.
Gravedad Específica y Absorción – Agregado Grueso	Rendimiento	E-206	T185	C-127	Determinar los pesos específicos aparente y nominal de agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm.
Gravedad Específica y Absorción – Agregado Fino	Rendimiento	E-205	T184	C-128	Determinar los pesos específicos aparente y nominal de agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm.
Contenido de Humedad	Clasificación	E-108		D-2216	Determinar el contenido de humedad de suelos y agregados.
Compactación Proctor Modificado	Diseño de Espesores	E-115		D-1557	Determinar la Máxima Densidad Seca y el Contenido de Humedad Óptimo.

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

En la tabla 59, se muestra la inspección de los resultados obtenidos por el personal topográfico en la cual habiendo ubicado los datos de los puntos de BM (Bench Mark), dio como producto la explotación de mencionada cantera para la fabricación del concreto.

**Tabla 59:** Levantamiento topográfico de la cantera La Granja

PARÁMETROS	MEDIDAS
LARGO	150 m.
ANCHO	20 m.
PROFUNDIDAD PROMEDIO	1.50 m.
VOLUMEN TOTAL	4,500 m <sup>3</sup>
RENDIMIENTO	80 %
VOLUMEN NETO	3,600 m <sup>3</sup>

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

**Tabla 60:** Resumen de estudio de cantera La Granja.

<b>PARAMETROS</b>	<b>RESULTADOS AGREGADO GLOBAL (HORMIGON)</b>
Tamaño máximo	2" Pulgada en canto rodado zarandeado
Módulo de Fineza.	5.562
%Absorción	0.83 %
%Humedad	1.95 %
Peso Suelto	1,856 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Compactado	1,988 Kg/m <sup>3</sup>
Abrasión	22.00 %

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

Sea en la tabla 60, en la utilización de estos materiales se debe cumplir, además de lo establecido en las normas vigentes, con las siguientes especificaciones:

- Los agregados serán extraídos de la cantera definida y procesada para cumplir con las especificaciones de la norma ASTM C 33.
- El tamaño máximo del agregado no debe ser mayor de 1/5 de la menor dimensión del elemento en el cual se va a emplear, ni mayor de 3/4 del espaciamiento libre mínimo entre las barras de la armadura de refuerzo.

El agregado grueso consistirá de piedra o grava, u otro material inerte con similares características, deberá ser duro con resistencia última mayor que la del concreto a emplear, químicamente durable, sin materias orgánicas o extrañas adheridas a su superficie. Las piedras de forma angulosa y superficie rugosa serán las preferentes, a fin de asegurar una buena adherencia con el mortero circundante. Además: Este agregado deberá satisfacer los requisitos de graduación de la AASHTO designación M 80.

#### **4.3.4. Estudios topográficos**

En las secciones transversales se todos los puntos extremos de la vía con la finalidad de replantear la faja longitudinal y las ubicaciones de cada una de las obras de arte como son las cunetas, alcantarillas, badenes y pontón.

- **Perfil longitudinal y diseño de la sub-rasante**

KM 00+000 AL 05+000 RIO ESPINO – BELLAVISTA.

Este tramo presenta una topografía accidentada, sección corte cerrado. La pendiente máxima es de 12.00% en ascenso en una longitud de 120 metros. Cuenta con un total de 94 PI's.

- **Puntos de control**

Para los puntos de control horizontal: puntos de BMs, se procedió con los siguientes pasos:

Antes de iniciar las mediciones angulares y de distancias se han monumentados todos los puntos de control, hitos de Concreto de 3" de Diámetro por 0.40 m. de profundidad. En el centro de cada hito se ha empotrado un clavo de calamina y anclados en el terreno.

Para puntos BM (Bench Mark o Marca fija de nivelación), es un hito de concreto igual que los puntos de control de GPS. Estos hitos están marcados cada uno, de acuerdo a sus ubicaciones respectivas, se presenta los resultados en la tabla 61.

**Tabla 61:** Cuadros de coordenada de BMs

CUADROS DE BMS		COORDENADAS		COTA
DESCRIPCION	UBICACIÓN	ESTE	NORTE	
BM-1	DERECHO	369312.4953	8979017.007	845.09
BM-2	DERECHO	369166.5493	8978635.77	877.3
BM-3	DERECHO	369402.4871	8978447.831	873.51
BM-4	DERECHO	369720.6246	8978241.471	910.61
BM-5	DERECHO	369936.6612	8978009.248	925.06
BM-6	DERECHO	370361.6745	8977779.907	957.06
BM-7	IZQUIERDO	370269.8798	8977304.882	997.74
BM-8	DERECHO	370348.2296	8977161.568	1036.71
BM-9	DERECHO	370593.9358	8977052.803	1084.74
BM-10	DERECHO	370683.4023	8976792.346	1092.28
BM-11	DERECHO	370910.9683	8976810.997	1124.92
BM-12	DERECHO	369153.9583	8978186.698	891.18
BM-13	IZQUIERDO	369069.1948	8977904.997	914.89
BM-14	DERECHO	369048.6115	8977749.741	854.12
BM-15	IZQUIERDO	369161.4518	8977505.44	986.01

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

- **Sección transversal en tangente**

Con respecto al levantamiento topográfico se obtuvo las siguientes secciones con sus respectivos taludes de corte, como se muestra en las siguientes Tablas

**Tabla 62:** Talud de corte

CLASE DE TERRENO	TALUD (V:H)
ROCA FIJA	10:1
ROCA SUELTA	4:1
CONGLOMERADO CEMENTADOS	4:1
SUELOS CONSOLIDADOS COMPACTOS	4:1
CONGLOMERADOS COMUNES	3:1
TIERRA COMPACTA	2:1
TIERRA SUELTA	1:1
ARENA SUELTA	1:2

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

- **Características geométricas de la vía**

A continuación, se presenta la recopilación topográfica brindada por la municipalidad. Las características técnicas de diseño de las obras de arte, han sido fijadas en concordancia con la información, de las condiciones Topográficas y viales existentes en el tramo.

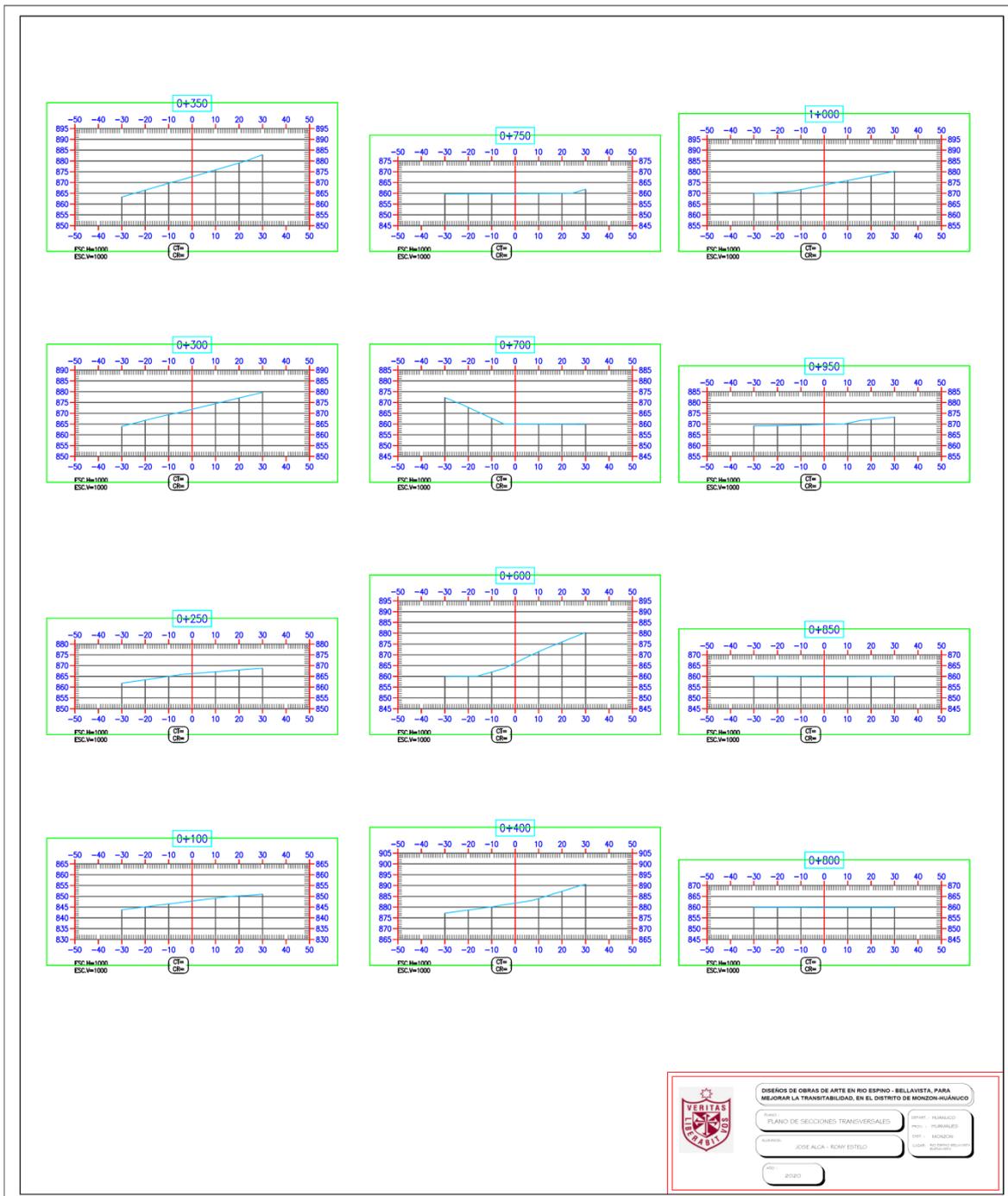
En la tabla 63, se presentan los datos recopilados topográficos de la vía, para su posterior análisis en el diseño de secciones.

**Tabla 63:** Características topográficas

DESCRIPCION	CARACTERÍSTICAS
RIO ESPINO - BELLAVISTA	: KM 00+000 AL 05+000
SUPERFICIE DE RODADURA	: 4.00m
BERMA	: 0.00m
CLASIFICACIÓN SEGÚN LA JURISDICCION	: SISTEMA VECINAL
CLASIFICACIÓN DE LA VIA SEGÚN EL SERVICIO	: TROCHA CARROZABLE
INDICE MEDIO DIARIO ANUAL IMDA	: < 15 veh/día
VELOCIDAD DIRECTRIZ	: VD= 20-30 km/h
PENDIENTE (Máxima Excepcional)	: 12%
BOMBEO	: 2%
ANCHO DE CALZADA	: 4.50m

Fuente: Municipalidad distrital de Monzón

**Figura 39.** Secciones transversales de la vía



Elaboración: Los autores

#### 4.3.5. Diseño hidrológico

Se establecieron los parámetros estadísticos, una vez recopilada la información de SENAMHI y teniendo en cuenta las teorías

probabilísticas de Distribución Normal, Distribución Log Normal, Distribución Log Pearson Tipo III, y Distribución de Gumbel se procede a ordenar las precipitaciones extraídas del SENMHI, para luego, ingresar las precipitaciones máximas como muestra la tabla 64.

**Tabla 64** Precipitación máxima En 24 Horas (mm)

AÑOS	P MAX AN 24H	P MAYOR A MENOR	P MENOR A MAYOR
1979	75.3	156	75.3
1980	81.4	149.2	78
1981	134	134	80
1982	99.7	111	81.4
1983	109	109	85.7
1984	80	104	86.3
1985	100	100.7	89
1986	111	100	94.4
1987	85.7	99.8	98.4
1988	89	99.7	98.4
1989	94.4	98.4	99.7
1990	86.3	98.4	99.8
1991	98.4	94.4	100
1992	100.7	89	100.7
1993	104	86.3	104
1994	149.2	85.7	109
1995	98.4	81.4	111
1996	78	80	134
1997	99.8	78	149.2
1998	156	75.3	156

Elaboración: Los autores

- **Distribución Normal**

**Tabla 65:** Distribución Normal de las precipitaciones max(mm) de la estación Tingo María

Nº	Año	Mes	Precip. (mm)	
		Max. Precip.	xi	(xi - x)^2
1	1979	0	75.30	677.82
2	1980	0	81.40	397.40
3	1981	0	134.00	1067.00
4	1982	0	99.70	2.67
5	1983	0	109.00	58.75
6	1984	0	80.00	455.18
7	1985	0	100.00	1.78
8	1986	0	111.00	93.41
9	1987	0	85.70	244.45
10	1988	0	89.00	152.15
11	1989	0	94.40	48.09
12	1990	0	86.30	226.05
13	1991	0	94.80	42.71
14	1992	0	100.70	0.40
15	1993	0	104.00	7.10
16	1994	0	149.20	2291.06
17	1995	0	98.40	8.61
18	1996	0	78.00	544.52
19	1997	0	99.80	2.36
20	1998	0	156.00	2988.26
		<b>Suma</b>	2026.7	
		<b>Promedio</b>	101.335	
		<b>Desviación</b>	22.13571239	

Elaboración: Los autores

**Tabla 66:** Resultados de probabilidad de la distribución Normal

Nº	Periodo Retorno Años	Precip. (mm) XT'(mm)
1	2	101.34
2	5	119.96
3	10	129.70
4	25	140.09
5	50	146.80
6	100	152.83
7	500	165.05

Elaboración: Los autores

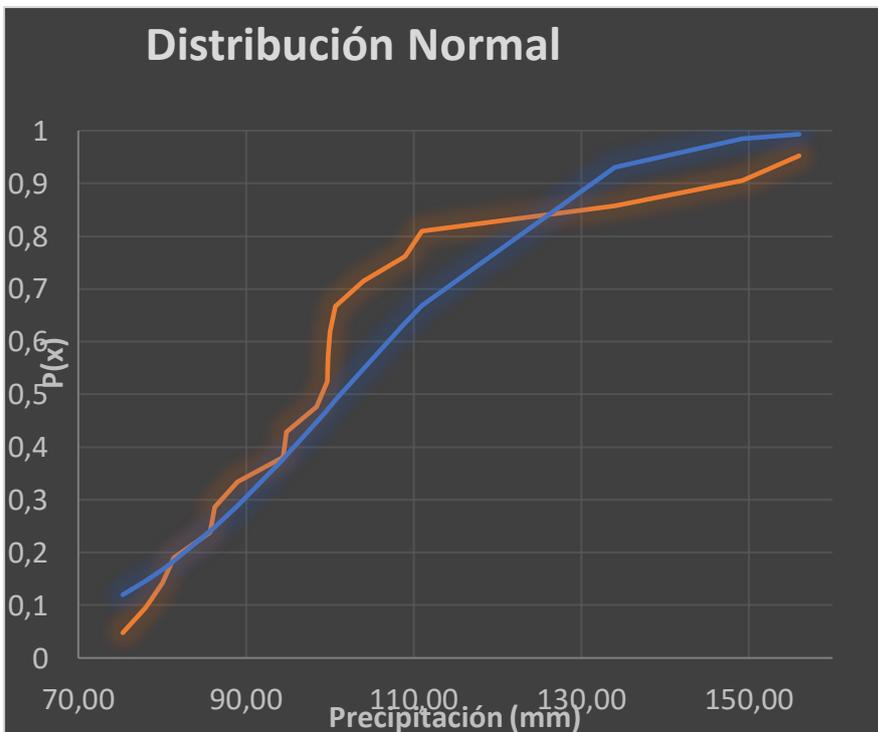
**Tabla 67:** Prueba de kolmogorov Smirnov de la distribución Normal

Nº		Max. Precip.	xi	xi ordenado	Fi	z	Fi(teorico)	Fi-FiTeorico
1	1979	0	75.30	75.30	0.047619048	-1.176153698	0.119767	0.072147684
2	1980	0	81.40	78.00	0.095238095	-1.054178857	0.145901	0.050662424
3	1981	0	134.00	80.00	0.142857143	-0.963827123	0.167566	0.02470916
4	1982	0	99.70	81.40	0.19047619	-0.90058091	0.183906	0.006570596
5	1983	0	109.00	85.70	0.238095238	-0.706324681	0.239993	0.001897886
6	1984	0	80.00	86.30	0.285714286	-0.679219161	0.2485	0.037214782
7	1985	0	100.00	89.00	0.333333333	-0.55724432	0.28868	0.044653077
8	1986	0	111.00	94.40	0.380952381	-0.313294638	0.377028	0.003923969
9	1987	0	85.70	94.80	0.428571429	-0.295224291	0.383911	0.044660155
10	1988	0	89.00	98.40	0.476190476	-0.13259117	0.447258	0.028932118
11	1989	0	94.40	99.70	0.523809524	-0.073862543	0.47056	0.053249643
12	1990	0	86.30	99.80	0.571428571	-0.069344956	0.472358	0.09907105
13	1991	0	94.80	100.00	0.619047619	-0.060309783	0.475954	0.143093164
14	1992	0	100.70	100.70	0.666666667	-0.028686676	0.488557	0.178109425
15	1993	0	104.00	104.00	0.714285714	0.120393686	0.547914	0.166371361
16	1994	0	149.20	109.00	0.761904762	0.176153698	0.619048	0.143093164

<b>Max   Fi-FiTeorico  </b>	<b>0.178109</b>
<b>D(confianza=0.05,n=20)</b>	<b>0.29408</b>

Elaboración: Los autores



**Figura 40.** Distribución normal vs Weibull

Elaboración: Los autores

- **Distribución Log Normal**

**Tabla 68:** Distribución Log Normal de las precipitaciones max(mm) de la estación Tingo María

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	$(x_i - \bar{x})^2$	Log( $x_i$ )
		Max. Precip.	$x_i$		
1	1979	0	75.30	677.82	4.32
2	1980	0	81.40	397.40	4.40
3	1981	0	134.00	1067.00	4.90
4	1982	0	99.70	2.67	4.60
5	1983	0	109.00	58.75	4.69
6	1984	0	80.00	455.18	4.38
7	1985	0	100.00	1.78	4.61
8	1986	0	111.00	93.41	4.71
9	1987	0	85.70	244.45	4.45
10	1988	0	89.00	152.15	4.49
11	1989	0	94.40	48.09	4.55
12	1990	0	86.30	226.05	4.46
13	1991	0	94.80	42.71	4.55
14	1992	0	100.70	0.40	4.61
15	1993	0	104.00	7.10	4.64
16	1994	0	149.20	2291.06	5.01
17	1995	0	98.40	8.61	4.59
18	1996	0	78.00	544.52	4.36
19	1997	0	99.80	2.36	4.60
20	1998	0	156.00	2988.26	5.05
		Suma	2026.7		
		Promedio	101.335		
		Desviación	22.13571239		

Elaboración: Los autores

**Tabla 69:** Resultados de probabilidad de la distribución Log Normal

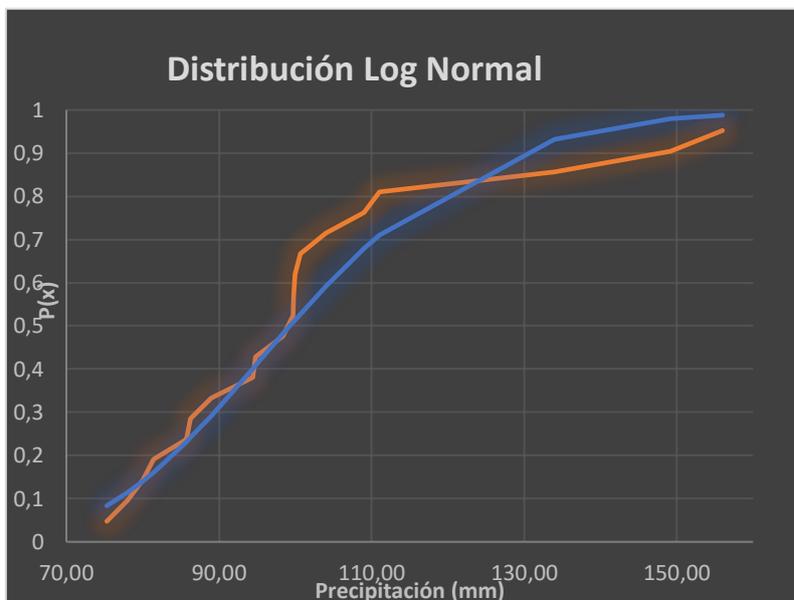
Nº	Periodo Retorno Años	Precip. (mm) $X_T$ (mm)
1	2	99.32
2	5	117.55
3	10	128.38
4	25	141.03
5	50	149.86
6	100	158.27
7	500	176.77

Elaboración: Los autores

**Tabla 70:** Prueba de kolmogorov Smirnov de la distribución Log Normal

Nº	Años	Max. Precip.	xi	xi ordenado	Ln(xi ordenado)	Fi	z	Fi(teorico)	Fi-FiTeorico
1	1979	0	75.30	75.30	4.321480135	0.047619048	-1.3819919	0.083487099	0.035868051
2	1980	0	81.40	78.00	4.356708827	0.095238095	-1.2061218	0.113885266	0.018647171
3	1981	0	134.00	80.00	4.382026635	0.142857143	-1.0797292	0.140131387	0.002725756
4	1982	0	99.70	81.40	4.399375273	0.19047619	-0.9931207	0.160325576	0.030150614
5	1983	0	109.00	85.70	4.450852826	0.238095238	-0.7361324	0.230825067	0.007270171
6	1984	0	80.00	86.30	4.457829598	0.285714286	-0.7013027	0.241557074	0.044157211
7	1985	0	100.00	89.00	4.48863637	0.333333333	-0.5475079	0.292014929	0.041318405
8	1986	0	111.00	94.40	4.547541073	0.380952381	-0.2534415	0.399963537	0.019011156
9	1987	0	85.70	94.80	4.551769409	0.428571429	-0.2323326	0.408139841	0.020431588
10	1988	0	89.00	98.40	4.589040804	0.476190476	-0.0462649	0.481549565	0.005359089
11	1989	0	94.40	99.70	4.602165677	0.523809524	0.01925763	0.507682208	0.016127315
12	1990	0	86.30	99.80	4.603168183	0.571428571	0.02426238	0.509678341	0.061750231
13	1991	0	94.80	100.00	4.605170186	0.619047619	0.03425686	0.513663837	0.105383782
14	1992	0	100.70	100.70	4.6121458	0.666666667	0.0690808	0.527537346	0.13912932
15	1993	0	104.00	104.00	4.644390899	0.714285714	0.23005606	0.590975896	0.123309818
16	1994	0	149.20	109.00	4.691347882	0.761904762	0.46447657	0.678846831	0.083057931
17	1995	0	98.40	111.00	4.709530201	0.80952381	0.55524707	0.710637161	0.098886648
18	1996	0	78.00	134.00	4.8978398	0.857142857	1.49533372	0.932586315	0.075443458
19	1997	0	99.80	149.20	5.005287688	0.904761905	2.03173933	0.978909974	0.074148069
20	1998	0	156.00	156.00	5.049856007	0.952380952	2.25423506	0.987909308	0.035528356
								Sup  Fi-FiTeorico	0.13912932
								D(confianza=0.05,n=20)	0.29408

Elaboración: Los Autores



**Figura 41.** Distribución Log Normal vs Weibull

Elaboración: Los autores

- **Distribución de Gumbel**

**Tabla 71:** Distribución de Gumbel de precipitaciones max(mm) de la estación Tingo María

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	(xi - x)^2	
		Max. Precip.	xi		
1	1979	0	75.30	677.82	
2	1980	0	81.40	397.40	
3	1981	0	134.00	1067.00	
4	1982	0	99.70	2.67	
5	1983	0	109.00	58.75	
6	1984	0	80.00	455.18	
7	1985	0	100.00	1.78	
8	1986	0	111.00	93.41	
9	1987	0	85.70	244.45	
10	1988	0	89.00	152.15	
11	1989	0	94.40	48.09	
12	1990	0	86.30	226.05	
13	1991	0	94.80	42.71	
14	1992	0	100.70	0.40	
15	1993	0	104.00	7.10	
16	1994	0	149.20	2291.06	
17	1995	0	98.40	8.61	
18	1996	0	78.00	544.52	
19	1997	0	99.80	2.36	
20	1998	0	156.00		
<b>Suma</b>			2026.7	d	0.057938049
<b>Promedio</b>			101.335	u	91.37392942
<b>Desviación</b>			22.13571239		

Elaboración: Los autores

**Tabla 72:** Resultados de probabilidad de la distribución de Gumbel

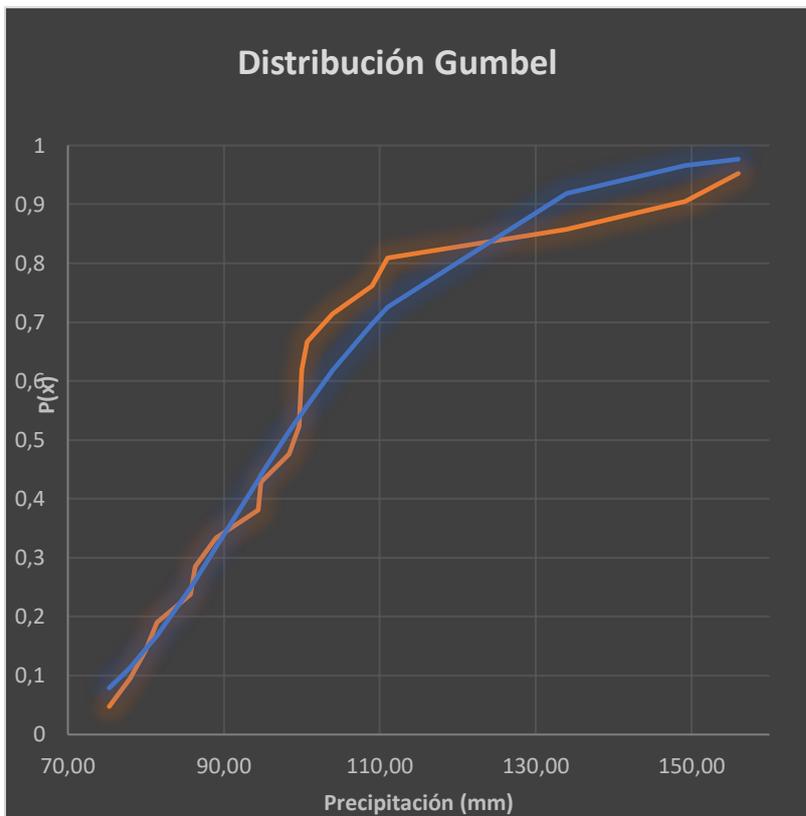
Nº	Periodo	Precip.
	Retorno	XT'(mm)
	Años	
1	2	97.70
2	5	117.26
3	10	130.21
4	25	146.58
5	50	158.72
6	100	170.77
7	500	198.62

Elaboración: Los autores

**Tabla 73:** Prueba de kolmogorov Smirnov de la distribución de Gumbel

Nº	Años	Max. Precip.	xi	xi ordenado	Fi	Fi(teorico)	Fi-FiTeorico
1	1979	0	75.30	75.30	0.047619048	0.079041189	0.031422142
2	1980	0	81.40	78.00	0.095238095	0.114144861	0.018906765
3	1981	0	134.00	80.00	0.142857143	0.144738559	0.001881416
4	1982	0	99.70	81.40	0.19047619	0.168261116	0.022215075
5	1983	0	109.00	85.70	0.238095238	0.249271749	0.011176511
6	1984	0	80.00	86.30	0.285714286	0.261388246	0.02432604
7	1985	0	100.00	89.00	0.333333333	0.317445678	0.015887655
8	1986	0	111.00	94.40	0.380952381	0.432062703	0.051110322
9	1987	0	85.70	94.80	0.428571429	0.440449318	0.011877889
10	1988	0	89.00	98.40	0.476190476	0.513968626	0.03777815
11	1989	0	94.40	99.70	0.523809524	0.539397565	0.015588041
12	1990	0	86.30	99.80	0.571428571	0.541324592	0.030103979
13	1991	0	94.80	100.00	0.619047619	0.545165694	0.073881925
14	1992	0	100.70	100.70	0.666666667	0.558470518	0.108196149
15	1993	0	104.00	104.00	0.714285714	0.618058429	0.096227285
16	1994	0	149.20	109.00	0.761904762	0.697568035	0.064336727
17	1995	0	98.40	111.00	0.80952381	0.725605321	0.083918488
18	1996	0	78.00	134.00	0.857142857	0.918868131	0.061725273
19	1997	0	99.80	149.20	0.904761905	0.965535135	0.06077323
20	1998	0	156.00	156.00	0.952380952	0.976625536	0.024244584
<b>Sup Fi-FiTeorico </b>							<b>0.108196149</b>
<b>D(confianza=0.05,n=20)</b>							<b>0.29408</b>

Elaboración: Los autores



**Figura 42.** Distribución de Gumbel vs Weibull

Elaboración: Los autores

- **Distribución Log Pearson Tipo III**

**Tabla 74:** Distribución Log Pearson Tipo III de las precipitaciones max(mm) de la estación Tingo María

Nº	Año	Mes	Precipitación (mm)	$(x_i - \bar{x})^2$	Log( $x_i$ )
		Max. Precip.	$x_i$		
1	1979	0	75.30	677.82	4.32
2	1980	0	81.40	397.40	4.40
3	1981	0	134.00	1067.00	4.90
4	1982	0	99.70	2.67	4.60
5	1983	0	109.00	58.75	4.69
6	1984	0	80.00	455.18	4.38
7	1985	0	100.00	1.78	4.61
8	1986	0	111.00	93.41	4.71
9	1987	0	85.70	244.45	4.45
10	1988	0	89.00	152.15	4.49
11	1989	0	94.40	48.09	4.55
12	1990	0	86.30	226.05	4.46
13	1991	0	94.80	42.71	4.55
14	1992	0	100.70	0.40	4.61
15	1993	0	104.00	7.10	4.64
16	1994	0	149.20	2291.06	5.01
17	1995	0	98.40	8.61	4.59
18	1996	0	78.00	544.52	4.36
19	1997	0	99.80	2.36	4.60
20	1998	0	156.00	2988.26	5.05
		<b>Suma</b>	2026.7	<b>Promedio(Logx)</b>	4.60
		<b>Promedio</b>	101.335	<b>Desviacion(Logx)</b>	0.20
		<b>Desviación</b>	22.13571239	<b>Coef.Asimetria</b>	0.93
				<b>Coef.Asimetria/6</b>	0.15

Elaboración: Los autores

**Tabla 75:** Resultados de probabilidad de la Distribución Log Pearson Tipo III

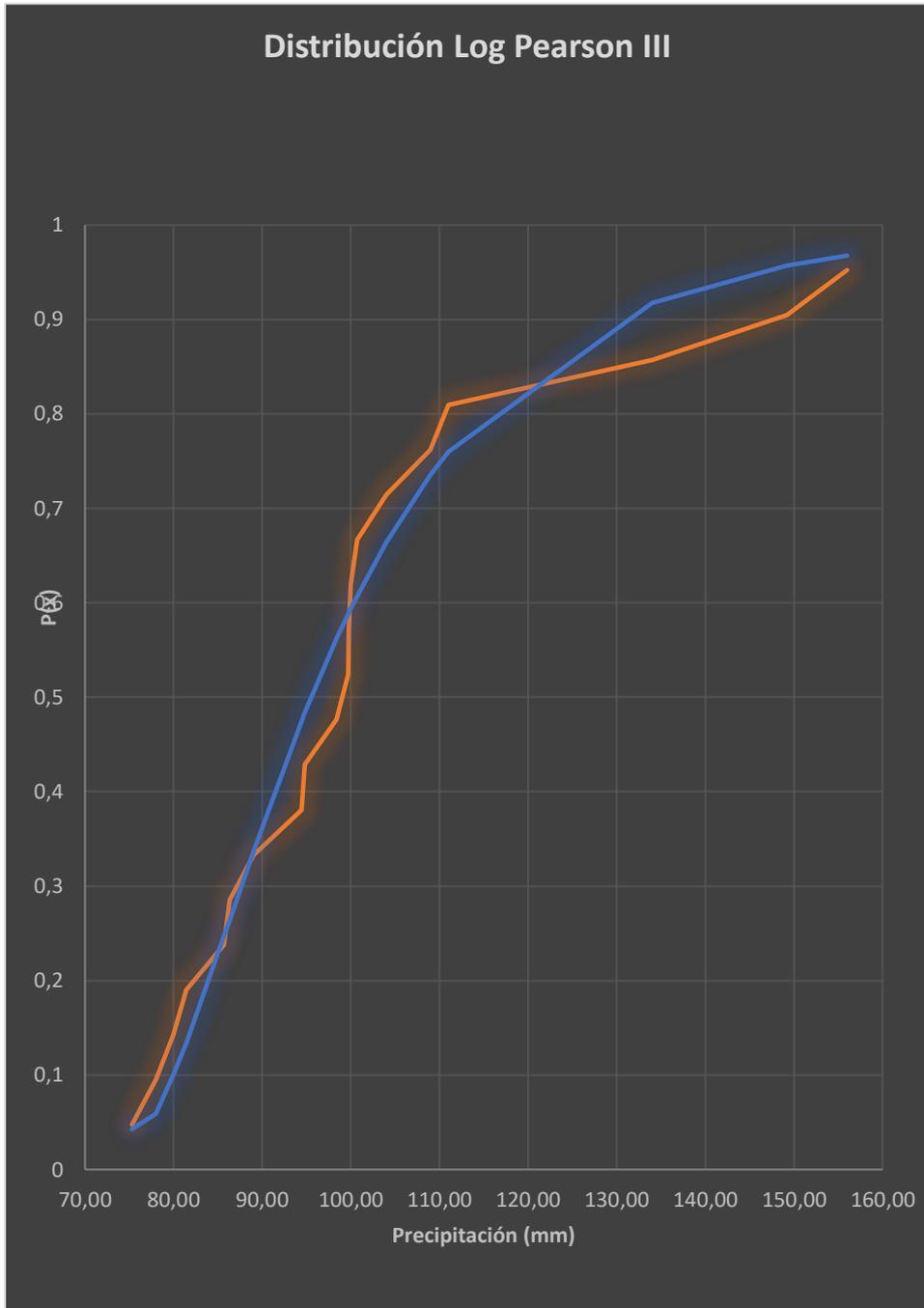
Nº	Periodo Retorno Años	w	z	Kt	Precip. (mm) XT'(mm)
1	2	1.1774	-1.01007E-07	-0.15122279	96.35
2	5	1.7941	0.841456717	0.76216466	115.70
3	10	2.1460	1.281728757	1.33501777	129.77
4	25	2.5373	1.751076531	2.02351793	148.95
5	50	2.7971	2.054188589	2.51311196	164.30
6	100	3.0349	2.326785333	2.98485813	180.59
7	500	3.5255	2.878506108	4.03486627	222.86

Elaboración: Los autores

**Tabla 76:** Prueba de kolmogorov Smirnov de la distribución de Log Pearson Tipo III

N°	Años	Max. Precip.	$x_i$	$x_i$ ordenado	$\ln(x_i \text{ ordenado})$	$F_i$	$z$	$F_i(\text{teorico})$	$ F_i - F_i(\text{teorico}) $
1	1979	0	75.30	75.30	4.321480135	0.047619048	-1.38199	0.04290997	0.004709075
2	1980	0	81.40	78.00	4.356708827	0.095238095	-1.20612	0.05932702	0.03591108
3	1981	0	134.00	80.00	4.382026635	0.142857143	-1.07973	0.10050541	0.042351732
4	1982	0	99.70	81.40	4.399375273	0.19047619	-0.99312	0.1335918	0.056884388
5	1983	0	109.00	85.70	4.450852826	0.238095238	-0.73613	0.24712592	0.009030682
6	1984	0	80.00	86.30	4.457829598	0.285714286	-0.7013	0.26357079	0.022143501
7	1985	0	100.00	89.00	4.48863637	0.333333333	-0.54751	0.3371086	0.003775269
8	1986	0	111.00	94.40	4.547541073	0.380952381	-0.25344	0.47425815	0.093305767
9	1987	0	85.70	94.80	4.551769409	0.428571429	-0.23233	0.4836382	0.055066775
10	1988	0	89.00	98.40	4.589040804	0.476190476	-0.04626	0.56238884	0.086198366
11	1989	0	94.40	99.70	4.602165677	0.523809524	0.019258	0.58823053	0.064421003
12	1990	0	86.30	99.80	4.603168183	0.571428571	0.024262	0.5901725	0.018743932
13	1991	0	94.80	100.00	4.605170186	0.619047619	0.034257	0.59399964	0.025047975
14	1992	0	100.70	100.70	4.6121458	0.666666667	0.069081	0.60718127	0.0594854
15	1993	0	104.00	104.00	4.644390899	0.714285714	0.230056	0.66420044	0.050085272
16	1994	0	149.20	109.00	4.691347882	0.761904762	0.464477	0.73570929	0.026195475
17	1995	0	98.40	111.00	4.709530201	0.80952381	0.555247	0.75986907	0.049654744
18	1996	0	78.00	134.00	4.8978398	0.857142857	1.495334	0.91760412	0.060461265
19	1997	0	99.80	149.20	5.005287688	0.904761905	2.031739	0.95718069	0.052418786
20	1998	0	156.00	156.00	5.049856007	0.952380952	2.201739	0.99999999	0.047619048
								<b>Sup  Fi - FiTeorico </b>	<b>0.093305767</b>
								<b>D(confianza=0.05,n=20)</b>	<b>0.29408</b>

Elaboración: Los autores



**Figura 43.** Distribución de Log Pearson Tipo III vs Weibull

Elaboración: Los autores

En conclusión, se tomará en cuenta la Tabla 79, siendo el resumen de los resultados hallados por los cuatro métodos.

**Tabla 77:** Prueba de kolmogorov Smirnov

Para Determinar Método Más Eficaz	
$D < d$	
$D (0.05) = 0.29408$	
Método	Valores (d)
Distribución Normal	0.178109
Distribución Log-Normal	0.139129
Distribución Gumbel	0.10819615
<b>Distribución Log Pearson Tipo III</b>	<b>0.093300576</b>

Elaboración: Los autores

Entonces: Emplearemos el Método de Log Pearson Tipo III por tener el valor “D” más ajustable a la curva de Weibull, en la tabla 78 se muestra la precipitación de diseño que será utilizada posteriormente para las curvas IDF.

**Tabla 78:** Diseño de precipitación

Nº	Periodo Retorno Años	Precipitación de Diseño
1	2	96.35
2	5	115.7
3	10	129.77
4	25	148.95
5	50	164.3
6	100	180.59
7	500	222.86

Elaboración: Los autores

**Tabla 79:** Coeficientes de duración lluvias

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

Elaboración: Los autores

Mediante la tabla 80, se obtiene los siguientes tiempos de duración

**Tabla 80:** Precipitación Máxima Pd(mm) por tiempos de duración

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	108.8787	130.7380	146.6347	168.3186	185.6623	204.0623	251.8298
18 hr	X18 = 91%	97.9908	117.6642	131.9712	132.9717	167.0961	183.6561	226.6468
12 hr	X12 = 80%	86.0142	103.2831	115.8414	132.9717	146.6732	161.2092	198.9455
8 hr	X8 = 68%	69.6824	83.6724	93.8462	107.7239	118.8239	130.5999	161.1711
6 hr	X6 = 61%	60.9721	73.2133	82.1154	94.2584	103.9709	114.2749	141.0247
5 hr	X5 = 57%	54.4393	65.3690	73.3173	84.1593	92.8312	102.0312	125.9149
4 hr	X4 = 52%	47.9066	57.5247	64.5193	74.0602	81.6914	89.7874	110.8051
3 hr	X3 = 46%	41.3739	49.6805	55.7212	63.9611	70.5517	77.5437	95.6953
2 hr	X2 = 39%	33.7524	40.5288	45.4568	52.1788	57.5553	63.2593	78.0672
1 hr	X1 = 30%	27.2197	32.6845	36.6587	42.0796	46.4156	51.0156	62.9575

Elaboración: Los autores

Una vez obtenida la precipitación procedemos a utilizar la siguiente fórmula para obtener la Intensidad como muestra en la Tabla 81.

**Tabla 81:** Formula de la intensidad

$i = \frac{P}{T_d} \quad I = \frac{P \text{ [mm]}}{t_{\text{duración}} \text{ [hr.]}}$	
Donde:	
i	: Intensidad.
P	: es la profundidad de la lluvia (mm).
Td	: es duración, dada usualmente en horas

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje (2018)

**Tabla 82:** Intensidades de lluvias (mm/hr) para diferentes tiempos de duración

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	4.5366	5.4474	6.1098	7.0133	7.7359	8.5026	10.4929
18 hr	1080	5.4439	6.5369	7.3317	7.3873	9.2831	10.2031	12.5915
12 hr	720	7.1678	8.6069	9.6535	11.0810	12.2228	13.4341	16.5788
8 hr	480	8.7103	10.4590	11.7308	13.4655	14.8530	16.3250	20.1464
6 hr	360	10.1620	12.2022	13.6859	15.7097	17.3285	19.0458	23.5041
5 hr	300	10.8879	13.0738	14.6635	16.8319	18.5662	20.4062	25.1830
4 hr	240	11.9767	14.3812	16.1298	18.5150	20.4229	22.4469	27.7013
3 hr	180	13.7913	16.5602	18.5737	21.3204	23.5172	25.8479	31.8984
2 hr	120	16.8762	20.2644	22.7284	26.0894	28.7777	31.6297	39.0336
1 hr	60	27.2197	32.6845	36.6587	42.0796	46.4156	51.0156	62.9575

Elaboración: Los autores

**Regresión Potencial:**

$$I = \frac{K T^m}{t^n} \quad \longrightarrow \quad d = K \cdot T^m \quad \longrightarrow \quad I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

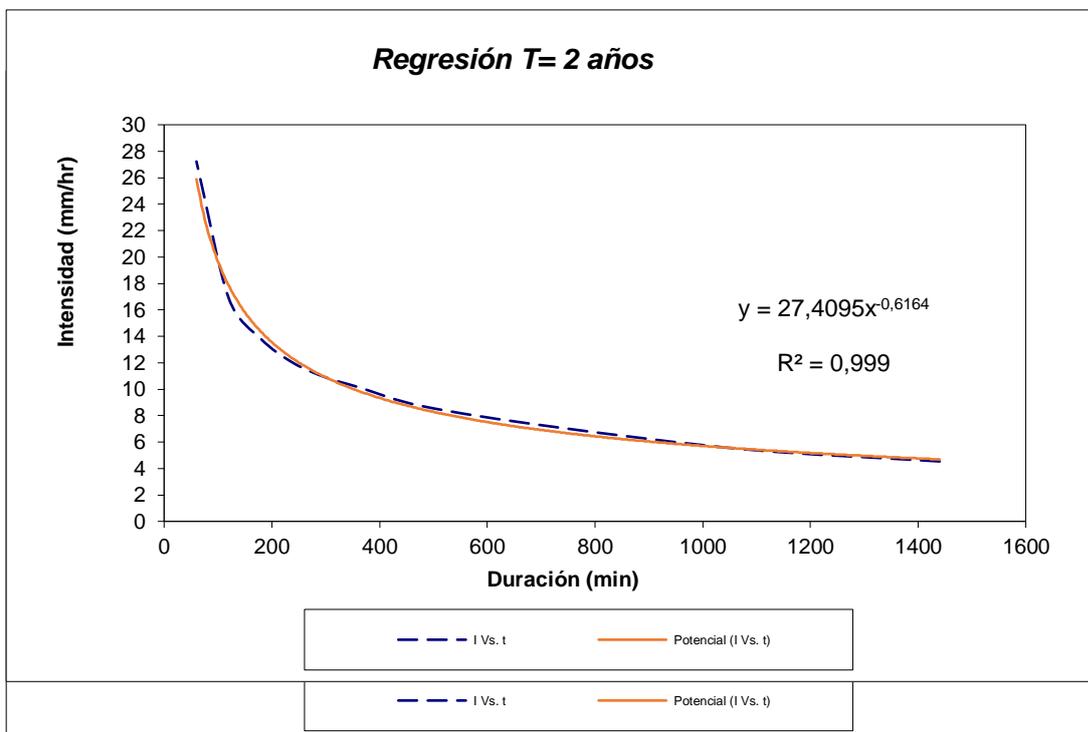
Aplicando el método racional

Se obtuvo el siguiente cuadro

**Tabla 83:** Periodo de retorno para T=2 años

<b>Periodo de retorno para T = 2 años</b>						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.5366	7.2724	1.5122	10.9972	52.8878
2	1080	5.4439	6.9847	1.6945	11.8356	48.7863
3	720	7.1678	6.5793	1.9696	12.9585	43.2865
4	480	8.7103	6.1738	2.1645	13.3632	38.1156
5	360	10.1620	5.8861	2.3187	13.6479	34.6462
6	300	10.8879	5.7038	2.3876	13.6186	32.5331
7	240	11.9767	5.4806	2.4830	13.6082	30.0374
8	180	13.7913	5.1930	2.6240	13.6265	26.9668
9	120	16.8762	4.7875	2.8259	13.5290	22.9201
10	60	27.2197	4.0943	3.3039	13.5275	16.7637
10	4980	116.7724	58.1555	23.2839	130.7122	346.9435
<b>Ln (d) = 5.4544</b>		<b>d = 233.7788</b>		<b>n = -0.5375</b>		

Elaboración: Los autores



**Figura 44.** Regresión T=2años

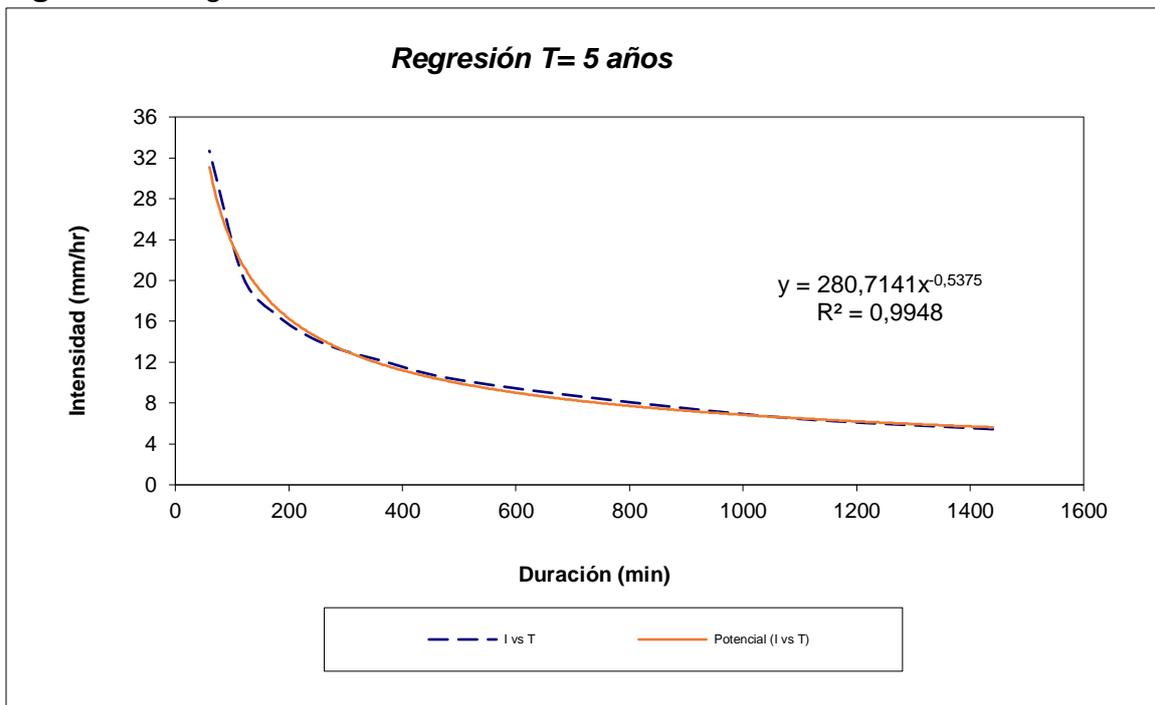
Elaboración: Los autores

**Tabla 84:** Periodo de retorno para T=5años

<b>Periodo de retorno para T = 5 años</b>						
<b>Nº</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>ln x</b>	<b>ln y</b>	<b>ln x*ln y</b>	<b>(lnx)^2</b>
1	1440	5.4474	7.2724	1.6951	12.3277	52.8878
2	1080	6.5369	6.9847	1.8775	13.1135	48.7863
3	720	8.6069	6.5793	2.1526	14.1623	43.2865
4	480	10.4590	6.1738	2.3475	14.4928	38.1156
5	360	12.2022	5.8861	2.5016	14.7248	34.6462
6	300	13.0738	5.7038	2.5706	14.6622	32.5331
7	240	14.3812	5.4806	2.6659	14.6109	30.0374
8	180	16.5602	5.1930	2.8070	14.5766	26.9668
9	120	20.2644	4.7875	3.0089	14.4049	22.9201
10	60	32.6845	4.0943	3.4869	14.2766	16.7637
10	4980	140.2166	58.1555	25.1136	141.3524	346.9435
<b>Ln (d) = 5.6373</b>		<b>d = 280.7141</b>		<b>n = -0.5375</b>		

Elaboración: Los autores

**Figura 45.** Regresión T=5años



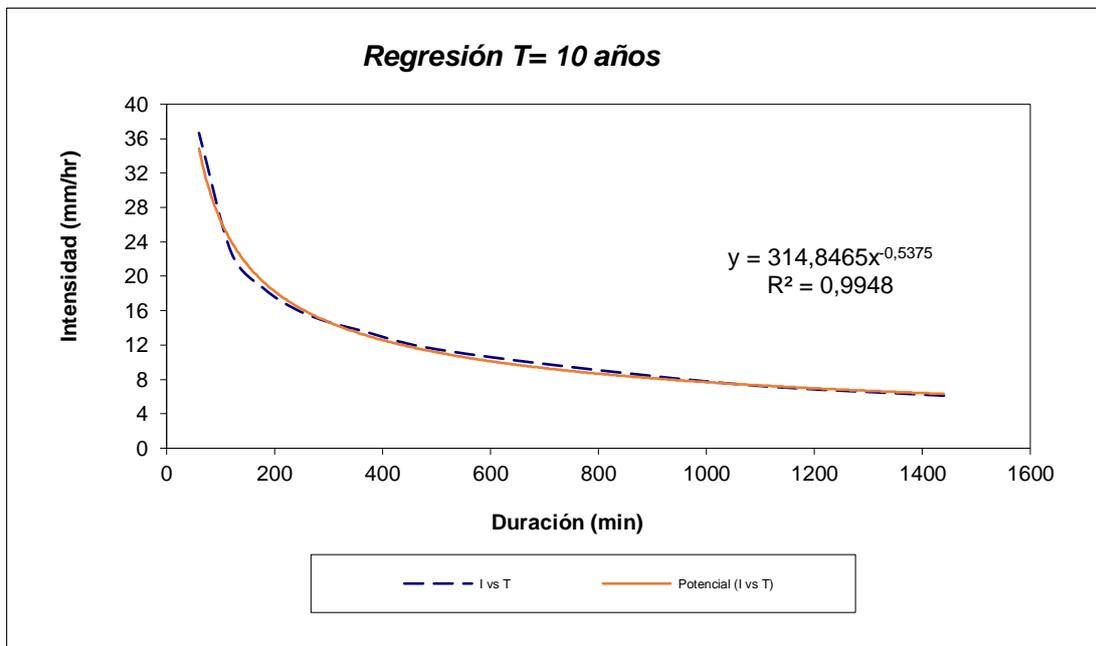
Elaboración: Los autores

**Tabla 85:** Periodo de retorno para T=10 años

<b>Periodo de retorno para T = 10 años</b>								
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2		
1	1440	6.1098	7.2724	1.8099	13.1622	52.8878		
2	1080	7.3317	6.9847	1.9922	13.9150	48.7863		
3	720	9.6535	6.5793	2.2673	14.9172	43.2865		
4	480	11.7308	6.1738	2.4622	15.2012	38.1156		
5	360	13.6859	5.8861	2.6164	15.4002	34.6462		
6	300	14.6635	5.7038	2.6854	15.3167	32.5331		
7	240	16.1298	5.4806	2.7807	15.2398	30.0374		
8	180	18.5737	5.1930	2.9217	15.1725	26.9668		
9	120	22.7284	4.7875	3.1236	14.9543	22.9201		
10	60	36.6587	4.0943	3.6017	14.7464	16.7637		
10	4980	157.2657	58.1555	26.2610	148.0257	346.9435		
<b>Ln (d) =</b>		<b>5.7521</b>	<b>d =</b>		<b>314.8465</b>	<b>n =</b>		<b>-0.5375</b>

Elaboración: Los autores

**Figura 46.** Regresión T=10 años



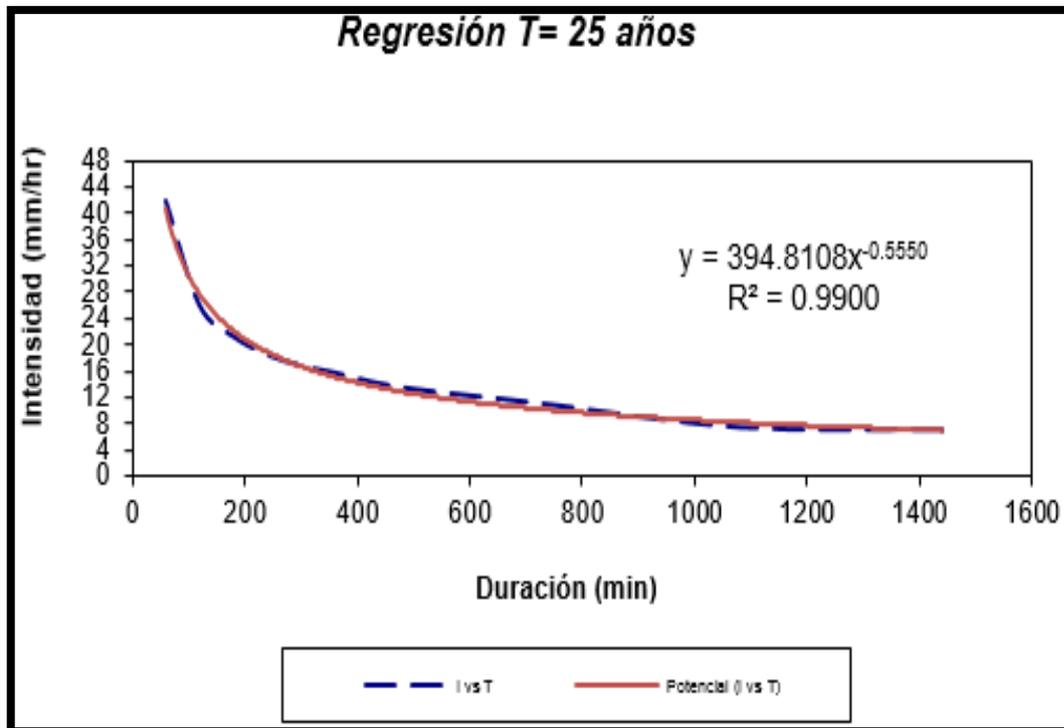
Elaboración: Los autores

**Tabla 86:** Periodo de retorno para T=25 años

<b>Periodo de retorno para T = 25 años</b>						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	7.0133	7.2724	1.9478	14.1652	52.8878
2	1080	7.3873	6.9847	1.9998	13.9678	48.7863

Elaboración: Los autores

Figura 47. Regresión T=25 años



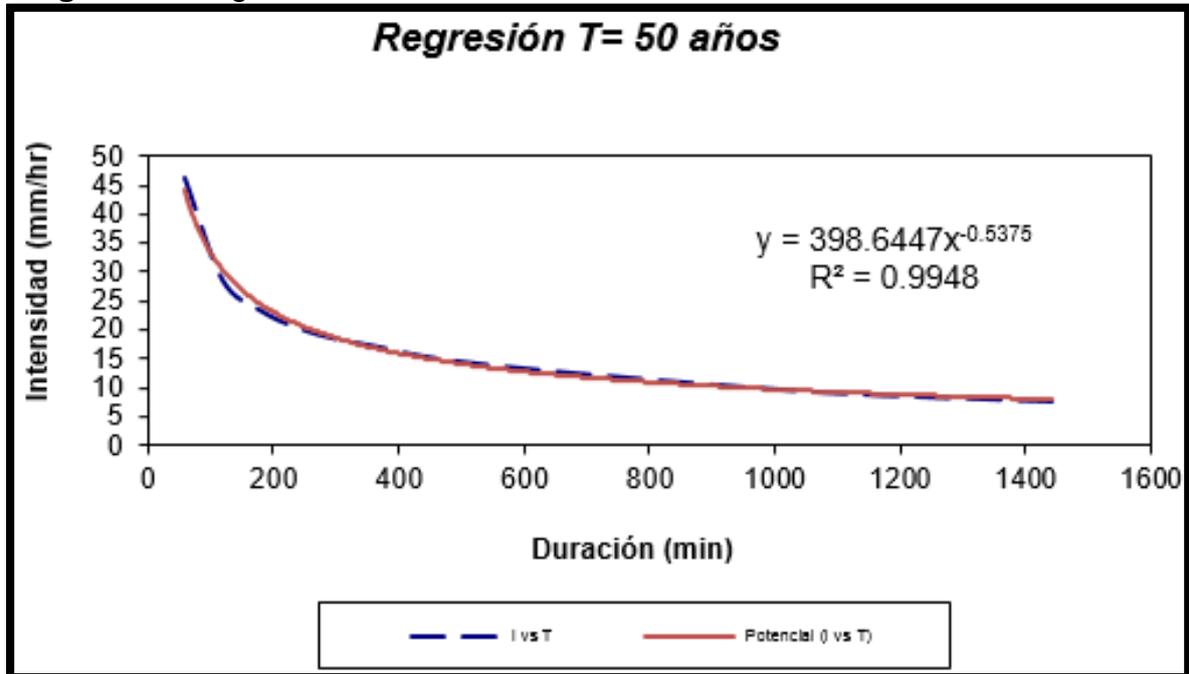
Elaboración: Los autores

**Tabla 87:** Periodo de retorno para T=50 años

<b>Periodo de retorno para T = 50 años</b>								
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2		
1	1440	7.7359	7.2724	2.0459	14.8784	52.8878		
2	1080	9.2831	6.9847	2.2282	15.5633	48.7863		
3	720	12.2228	6.5793	2.5033	16.4698	43.2865		
4	480	14.8530	6.1738	2.6982	16.6581	38.1156		
5	360	17.3285	5.8861	2.8524	16.7892	34.6462		
6	300	18.5662	5.7038	2.9213	16.6627	32.5331		
7	240	20.4229	5.4806	3.0167	16.5332	30.0374		
8	180	23.5172	5.1930	3.1577	16.3980	26.9668		
9	120	28.7777	4.7875	3.3596	16.0841	22.9201		
10	60	46.4156	4.0943	3.8376	15.7126	16.7637		
10	4980	199.1228	58.1555	28.6209	161.7495	346.9435		
<b>Ln (d) =</b>		<b>5.9881</b>	<b>d =</b>		<b>398.6447</b>	<b>n =</b>		<b>-0.5375</b>

Elaboración: Los autores

**Figura 48.** Regresión T=50años

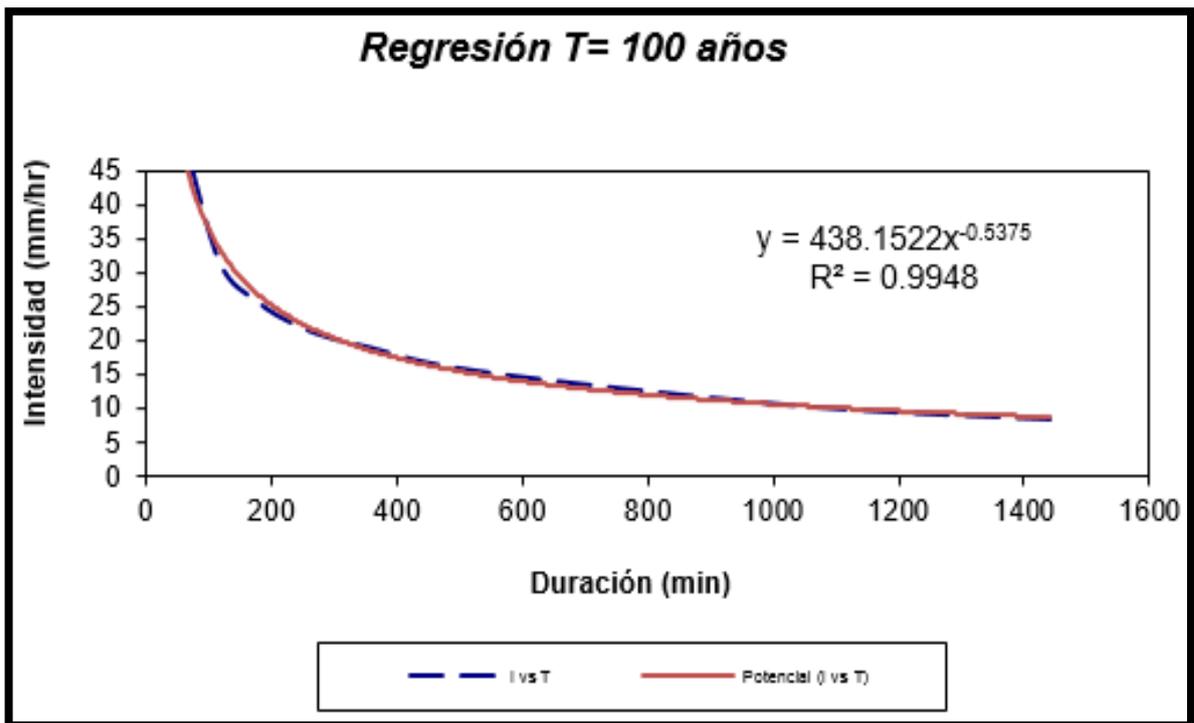


Elaboración: Los autores

**Tabla 88:** Periodo de retorno para T=100años

<b>Periodo de retorno para T = 100 años</b>						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	8.5026	7.2724	2.1404	15.5656	52.8878
2	1080	10.2031	6.9847	2.3227	16.2234	48.7863
3	720	12.4244	6.5793	2.5033	16.4698	43.2865
4	480	14.8530	6.1738	2.6982	16.6581	38.1156
5	360	17.3285	5.8861	2.8524	16.7892	34.6462
6	300	18.5662	5.7038	2.9213	16.6627	32.5331
7	240	20.4229	5.4806	3.0167	16.5332	30.0374
8	180	23.5172	5.1930	3.1577	16.3980	26.9668
9	120	28.7777	4.7875	3.3596	16.0841	22.9201
10	60	46.4156	4.0943	3.8376	15.7126	16.7637

Elaboración: Los autores



**Figura 49.** Regresión T=100años

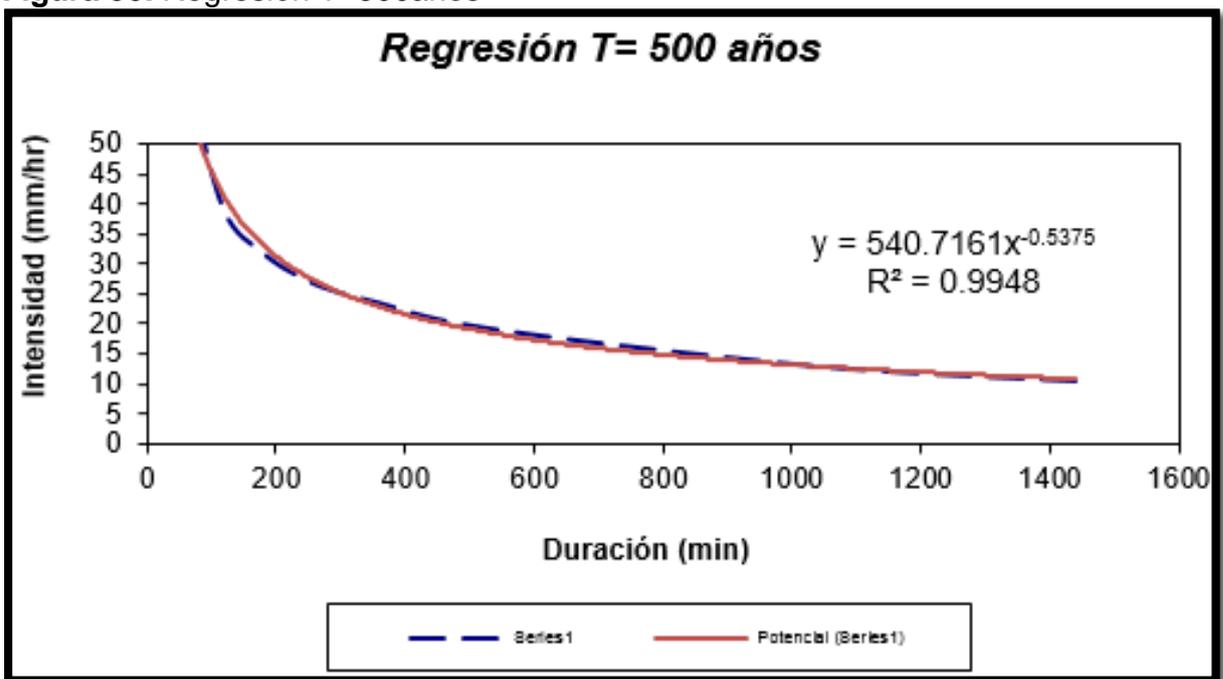
Elaboración: Los autores

**Tabla 89:** Periodo de retorno para T=500años

<b>Periodo de retorno para T = 500 años</b>						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	10.4929	7.2724	2.3507	17.0952	52.8878
2	1080	12.5915	6.9847	2.5330	17.6924	48.7863
3	720	16.5788	6.5793	2.8081	18.4754	43.2865
4	480	20.1464	6.1738	3.0030	18.5400	38.1156

Elaboración: Los autores

Figura 50. Regresión T=500años



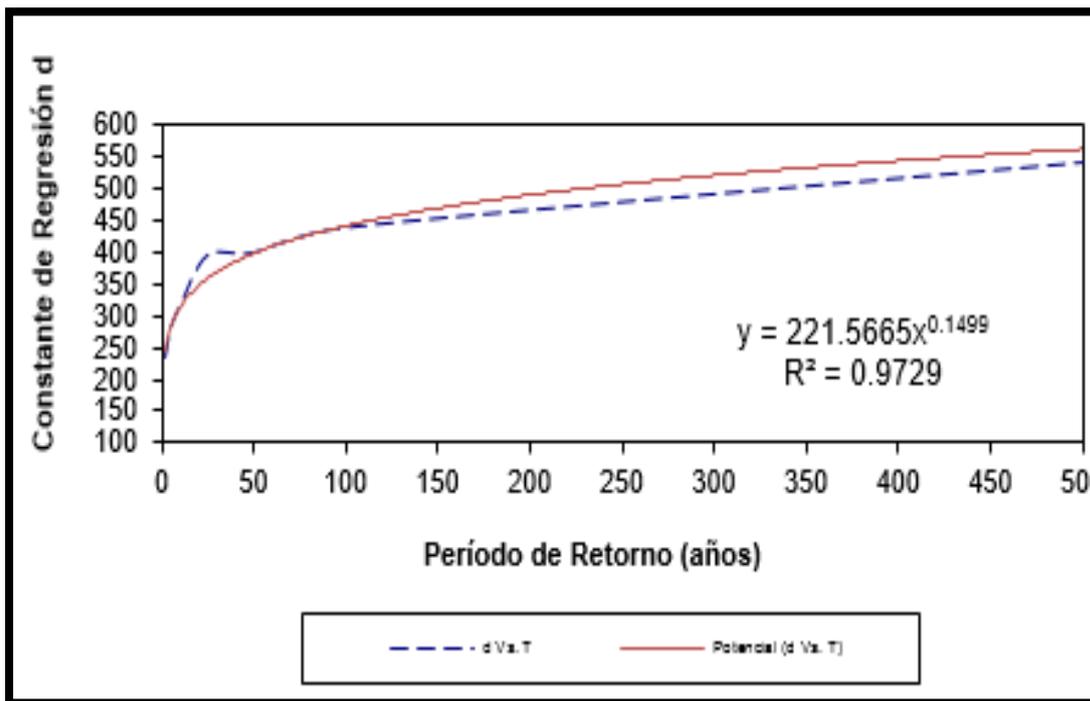
Elaboración: Los autores

**Tabla 90:** Regresión potencial

<b>Regresión potencial</b>						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	233.7788	0.6931	5.4544	3.7807	0.4805
2	5	280.7141	1.6094	5.6373	9.0729	2.5903
3	10	314.8465	2.3026	5.7521	13.2447	5.3019
4	25	394.8108	3.2189	5.9784	19.2437	10.3612
5	50	398.6447	3.9120	5.9881	23.4255	15.3039
6	100	438.1522	4.6052	6.0826	28.0113	21.2076
7	500	540.7161	6.2146	6.2929	39.1079	38.6214
7	692	2601.6632	22.5558	41.1857	135.8866	93.8667
<b>Ln (K) = 5.4007</b>		<b>K = 221.5665</b>		<b>m = 0.1499</b>		

Elaboración: Los autores

**Figura 51.** Constantes de regresión d



Elaboración: Los autores

Una vez realizados las regresiones potenciales, para los diferentes periodos de retorno, se logró hallar los coeficientes de regresión, como muestra en la Tabla93

Tabla 91: Constantes de regresión

Resultados de Constantes Halladas		
Coeficiente de Regresion	(n) =	0.54001
Coeficiente de Regresion	(m) =	0.14988
Termino Constante de Regresion	(K) =	221.56647

Elaboración: Los autores

Remplazando las constantes K, m, n para la ecuación de intensidad válida para la cuenca resultante es la siguiente:

Ecuación General

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

$$I = \frac{232.8371 * T^{0.126014}}{0.54001 t}$$

Donde:

- I = intensidad de precipitación (mm/hr)
- T = Periodo de Retorno (años)
- t = Tiempo de duración de precipitación (min)

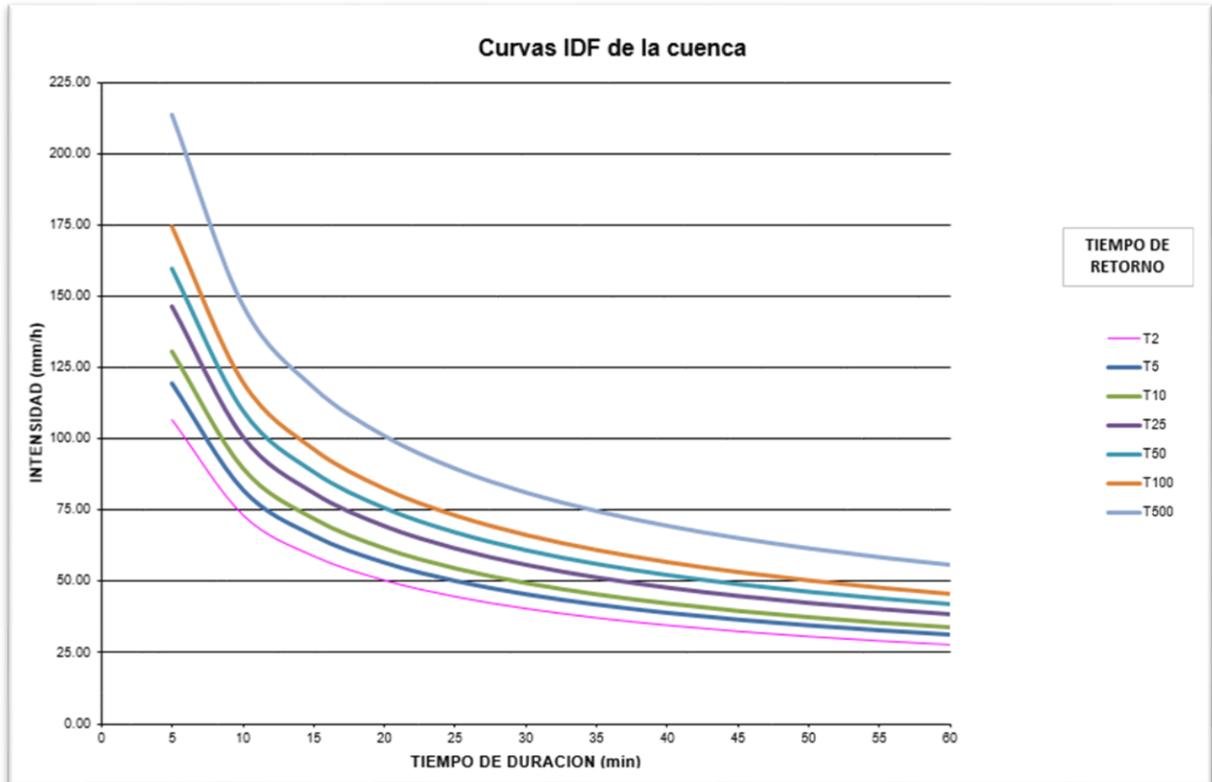
Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje (2018)

Con la ecuación general hallamos la Intensidades para diferentes tiempos de duración en minutos de la tabla 92.

**Tabla 92:** Intensidad-Duración

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	106.54	73.28	58.87	50.40	44.68	40.49	37.25	34.66	32.53	30.73	29.19	27.85
5	119.59	82.25	66.07	56.57	50.14	45.44	41.81	38.90	36.51	34.49	32.76	31.25
10	130.50	89.75	72.10	61.73	54.72	49.59	45.63	42.46	39.84	37.64	35.75	34.11
25	146.47	100.74	80.93	69.28	61.42	55.66	51.21	47.65	44.72	42.24	40.12	38.28
50	159.84	109.93	88.32	75.61	67.03	60.74	55.89	52.00	48.80	46.10	43.79	41.78
100	174.43	119.97	96.38	82.51	73.14	66.28	60.99	56.75	53.25	50.31	47.78	45.59
500	213.65	146.94	118.05	101.06	89.59	81.19	74.70	69.51	65.22	61.62	58.52	55.84

Elaboración: Los autores



**Figura 52.** Curvas IDF de la cuenca

Elaboración: Los autores

#### 4.3.6. Diseño Hidráulico

Cálculo del tiempo de concentración

**Tabla 93:** Tiempo de concentración de cunetas

TC DE CUNETAS									
DESCRIPCIÓN	PROGRESIVAS		LONGITUD DE CUENCA (m)	S(m/m) DE LA VIA	AREA m2	AREA Km2	LONGITUD DE CUENCA (m)	S(m/m) DE CUENCA	tc(min)
	INICIO	FINAL							
TRAMO A1	0+024.88	0+049.88	25.00	0.110	140.90	0.000141	3.5	4.00	0.030
TRAMO A2	0+000.00	0+049.88	49.88	0.110	220.30	0.000220	2.4	4.00	0.022
TRAMO B1	0+256.70	0+299.67	42.97	0.110	244.74	0.000245	3.7	4.00	0.031
TRAMO C1	0+415.66	0+442.56	26.90	0.110	591.30	0.000591	18.1	4.00	0.106
TRAMO C2	0+415.66	0+442.56	26.90	0.110	105.70	0.000106	5.34	4.00	0.041
TRAMO D1	0+550.12	0+640.13	90.01	0.126	870.40	0.000870	10.72	4.00	0.071
TRAMO E1	0+925.00	1+068.48	143.48	0.064	1716.90	0.001717	14.14	4.00	0.088
TRAMO E2	0+925.00	1+068.48	143.48	0.064	1088.00	0.001088	11.99	4.00	0.077
TRAMO F1	1+068.48	1+230.39	161.91	0.064	753.40	0.000753	11.29	4.00	0.074
TRAMO F2	1+068.48	1+230.39	161.91	0.064	765.80	0.000766	9.44	4.00	0.064
TRAMO G1	1+325.76	1+423.60	97.84	0.180	955.13	0.000955	14.3	4.00	0.089
TRAMO G2	1+325.76	1+418.05	92.29	0.180	676.40	0.000676	12.68	4.00	0.081
TRAMO H1	1+622.88	1+795.92	173.04	0.020	3193.00	0.003193	24.21	4.00	0.133
TRAMO H2	1+622.88	1+795.92	173.04	0.020	1143.00	0.001143	7.54	4.00	0.054
TRAMO I1	1+923.6	1+950.13	26.53	0.038	347.80	0.000348	12.46	4.00	0.080
TRAMO I2	1+923.60	1+939.00	15.40	0.038	50.93	0.000051	4.39	4.00	0.036
TRAMO J1	2+141.61	2+175.95	34.34	0.079	234.93	0.000235	5.8	4.00	0.044
TRAMO K1	2+221.00	2+440.00	219.00	0.079	837.50	0.000838	7.84	4.00	0.056
TRAMO K2	2+270.42	2+427.36	156.94	0.079	637.13	0.000637	2.41	4.00	0.022
TRAMO L1	2+649.91	2+734.52	84.61	0.073	448.11	0.000448	9.66	4.00	0.065
TRAMO L2	2+649.91	2+734.52	84.61	0.073	448.11	0.000448	8.41	4.00	0.059
TRAMO M1	2+973.42	3+000.00	26.58	0.108	128.57	0.000129	5.05	4.00	0.040
TRAMO M2	2+973.42	3+000.00	26.58	0.108	175.98	0.000176	5.37	4.00	0.042
TRAMO N1	3+035.05	3+282.50	247.45	0.108	2951.12	0.002951	28.93	4.00	0.152
TRAMO N2	3+175.00	3+274.54	99.54	0.108	729.80	0.000730	10.51	4.00	0.070
TRAMO O1	3+463.51	3+600.00	136.49	0.053	2595.25	0.002595	33.26	4.00	0.170
TRAMO O2	3+489.01	3+600.00	110.99	0.053	1237.20	0.001237	8.3	4.00	0.058
TRAMO P1	3+724.34	4+052.12	327.78	0.043	9657.70	0.009658	43.9	4.00	0.210
TRAMO P2	3+724.34	4+045.87	321.53	0.043	4310.53	0.004311	32.47	4.00	0.166
TRAMO Q1	4+095.51	4+200.00	104.49	0.036	984.10	0.000984	10.99	4.00	0.072
TRAMO Q2	4+095.51	4+200.00	104.49	0.036	6840.00	0.006840	82.83	4.00	0.342
TRAMO R1	4+350.00	4+366.52	16.52	0.062	116.20	0.000116	6.32	4.00	0.047
TRAMO R2	4+325.32	4+400.00	74.68	0.062	483.31	0.000483	9.41	4.00	0.064
TRAMO S1	4+409.37	4+747.55	338.18	0.066	8107.10	0.008107	38.11	4.00	0.188
TRAMO S2	4+409.37	4+747.55	338.18	0.066	3827.94	0.003828	69.81	4.00	0.300

Elaboración: Los autores

**Tabla 94:** Caudal de aportes de cunetas

CAUDALES MAXIMOS (Tr=10 años)									
DESCRIPCIÓN	C	INTENSIDADES						AREA(km2)	Q Aporte (m3/s)
		K	m	n	T(años)	tc(min)	I(mm/hr)		
TRAMO A1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.029957	2080.6811	0.000141	0.05705
TRAMO A2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.022405	2434.1001	0.000220	0.10435
TRAMO B1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.031267	2033.1553	0.000245	0.09683
TRAMO C1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.106166	1050.7049	0.000591	0.12090
TRAMO C2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.041474	1745.4843	0.000106	0.03590
TRAMO D1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.070929	1306.3823	0.000870	0.22127
TRAMO E1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.087785	1164.3069	0.001717	0.38901
TRAMO E2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.077315	1246.9581	0.001088	0.26401
TRAMO F1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.073815	1278.5419	0.000753	0.18745
TRAMO F2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.064313	1377.3120	0.000766	0.20525
TRAMO G1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.088549	1158.8723	0.000955	0.21540
TRAMO G2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.080719	1218.2817	0.000676	0.16036
TRAMO H1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.132816	931.0168	0.003193	0.57849
TRAMO H2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.054094	1512.2216	0.001143	0.33636
TRAMO I1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.079638	1227.1803	0.000348	0.08306
TRAMO I2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.035667	1893.6142	0.000051	0.01877
TRAMO J1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.044199	1686.5296	0.000235	0.07710
TRAMO K1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.055744	1487.8861	0.000838	0.24249
TRAMO K2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.022476	2429.8954	0.000637	0.30127
TRAMO L1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.065464	1364.1814	0.000448	0.11896
TRAMO L2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.058839	1445.0934	0.000448	0.12602
TRAMO M1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.039729	1786.4844	0.000129	0.04470
TRAMO M2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.041654	1741.4230	0.000176	0.05964
TRAMO N1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.152339	864.5563	0.002951	0.49650
TRAMO N2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.069857	1317.1733	0.000730	0.18706
TRAMO O1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.169611	815.8423	0.002595	0.41203
TRAMO O2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.058246	1453.0262	0.001237	0.34983
TRAMO P1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.210025	726.9153	0.009658	1.36616
TRAMO P2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.166500	824.0380	0.004311	0.69123
TRAMO Q1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.072300	1292.9399	0.000984	0.24761
TRAMO Q2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.342434	558.2593	0.006840	0.74308
TRAMO R1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.047220	1627.3796	0.000116	0.03680
TRAMO R2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.064156	1379.1361	0.000483	0.12971
TRAMO S1	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.188353	770.9479	0.008107	1.21628
TRAMO S2	0.7	221.566	0.15	0.54001	10	0.300185	599.4018	0.003828	0.44650

Elaboración: Los autores

**Tabla 95: Sección de cunetas**

SECCIONES DE CUNETAS															
DESCRIPCIÓN	Q aporte (m <sup>3</sup> /s)	S	n	Za	Zb	y (m)	ALTURA H(m)	ESPEJO T(m)	ANCHO (m)	AREA HIDRAULICA A (m <sup>2</sup> )	RADIO HIDRAULICO R (m)	Q manig (m <sup>3</sup> /s)	Q(manig)>Qaporte	V (m/s)	Status
TRAMO A1	0.05705	0.110	0.013	0.25	3	0.108	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.615	OK	3.0609	OK
TRAMO A2	0.10435	0.110	0.013	0.25	3	0.135	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.615	OK	3.5525	OK
TRAMO B1	0.09683	0.110	0.013	0.25	3	0.131	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.615	OK	3.4861	OK
TRAMO C1	0.12090	0.110	0.013	0.25	3	0.142	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.615	OK	3.6883	OK
TRAMO C2	0.03590	0.110	0.013	0.25	3	0.090	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.621	OK	2.7238	OK
TRAMO D1	0.22127	0.126	0.013	0.25	3	0.173	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.806	OK	4.5159	OK
TRAMO E1	0.38901	0.064	0.013	0.25	3	0.243	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.000	OK	4.0367	OK
TRAMO E2	0.26401	0.064	0.013	0.25	3	0.210	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.000	OK	3.6628	OK
TRAMO F1	0.18745	0.064	0.013	0.25	3	0.185	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.000	OK	3.3612	OK
TRAMO F2	0.20525	0.064	0.013	0.25	3	0.191	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.000	OK	3.4386	OK
TRAMO G1	0.21540	0.180	0.013	0.25	3	0.161	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	3.352	OK	5.1269	OK
TRAMO G2	0.16036	0.180	0.013	0.25	3	0.144	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	3.352	OK	4.7704	OK
TRAMO H1	0.57849	0.020	0.013	0.25	3	0.352	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	1.117	OK	2.8804	OK
TRAMO H2	0.33636	0.020	0.013	0.25	3	0.287	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	1.117	OK	2.5156	OK
TRAMO I1	0.08306	0.038	0.013	0.25	3	0.151	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	1.540	OK	2.2617	OK
TRAMO I2	0.01877	0.038	0.013	0.25	3	0.088	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	1.540	OK	1.5744	OK
TRAMO J1	0.07710	0.079	0.013	0.25	3	0.127	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.225	OK	2.9084	OK
TRAMO K1	0.24249	0.079	0.013	0.25	3	0.196	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.225	OK	3.8829	OK
TRAMO K2	0.30127	0.079	0.013	0.25	3	0.213	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.225	OK	4.1003	OK
TRAMO L1	0.11896	0.073	0.013	0.25	3	0.153	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.129	OK	3.1451	OK
TRAMO L2	0.12602	0.073	0.013	0.25	3	0.156	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.129	OK	3.1905	OK
TRAMO M1	0.04470	0.108	0.013	0.25	3	0.098	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.597	OK	2.8621	OK
TRAMO M2	0.05964	0.108	0.013	0.25	3	0.109	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.597	OK	3.0718	OK
TRAMO N1	0.49650	0.108	0.013	0.25	3	0.242	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.597	OK	5.2176	OK
TRAMO N2	0.18706	0.108	0.013	0.25	3	0.168	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.597	OK	4.0850	OK
TRAMO O1	0.41203	0.053	0.013	0.25	3	0.258	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	1.814	OK	3.8056	OK
TRAMO O2	0.34983	0.053	0.013	0.25	3	0.243	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	1.814	OK	3.6529	OK
TRAMO P1	1.36616	0.043	0.013	0.25	3	0.421	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	1.635	OK	4.7495	OK
TRAMO P2	0.69123	0.043	0.013	0.25	3	0.326	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	1.635	OK	4.0056	OK
TRAMO Q1	0.24761	0.036	0.013	0.25	3	0.229	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	1.504	OK	2.9102	OK
TRAMO Q2	0.74308	0.036	0.013	0.25	3	0.345	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	1.504	OK	3.8310	OK
TRAMO R1	0.03680	0.062	0.013	0.25	3	0.100	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	1.969	OK	2.2003	OK
TRAMO R2	0.12971	0.062	0.013	0.25	3	0.162	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	1.969	OK	3.0299	OK
TRAMO S1	1.21628	0.066	0.013	0.25	3	0.371	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.033	OK	5.4337	OK
TRAMO S2	0.44650	0.066	0.013	0.25	3	0.255	0.45	1.46	1.35	0.32906	0.17	2.0329	OK	4.2292	OK

Elaboración: Los autores

SECCIONES DE ALCANTARILLAS DE ALIVIO																		
DESCRIPCIÓN	PROGRESIVAS	Q aporte 1 (m3/s)	Q aporte 2 (m3/s)	Q total (m3/s)	S	n	D (m)	$\theta$ (Rad)	y (m)	ALTURA (m)	PM (m)	A (m2)	R (m)	Q maning (m3/s)	Ratio	Status	V (m/s)	Status
ALCANTARILLA A1	0+025	0.245520	0.724568	0.970088	0.020	0.024	0.90	4.1887902	0.554	0.68	1.88	0.5118001	0.27152	1.2646	76.71%	OK	2.3579	OK
ALCANTARILLA A2	0+256	0.674729	0.177930	0.852658	0.020	0.024	0.90	4.1887902	0.510	0.68	1.88	0.5118001	0.27152	1.2646	67.43%	OK	2.2914	OK
ALCANTARILLA A3	0+299.67	0.416928	1.015095	1.432022	0.020	0.024	1.20	4.1887902	0.585	0.90	2.51	0.9098668	0.36202	2.7234	52.58%	OK	2.6129	OK
ALCANTARILLA A4	0+418.58	0.819810	0.465373	1.285183	0.020	0.024	1.20	4.1887902	0.550	0.90	2.51	0.9098668	0.36202	2.7234	47.19%	OK	2.5417	OK
ALCANTARILLA A5	0+442.56	1.015095	0.112982	1.128077	0.020	0.024	0.90	4.1887902	0.616	0.68	1.88	0.5118001	0.27152	1.2646	89.21%	OK	2.4290	OK
ALCANTARILLA A6	0+922.34	0.106376	0.603344	0.709719	0.020	0.024	0.80	4.1887902	0.493	0.60	1.68	0.4043852	0.24135	0.9237	76.83%	OK	2.1806	OK
ALCANTARILLA A7	1+618.55	0.354614	0.466276	0.820890	0.020	0.024	0.80	4.1887902	0.546	0.60	1.68	0.4043852	0.24135	0.9237	88.87%	OK	2.2438	OK
ALCANTARILLA A8	1+920.13	0.603344	0.271817	0.875160	0.020	0.024	0.80	4.1887902	0.574	0.60	1.68	0.4043852	0.24135	0.9237	94.75%	OK	2.2677	OK
ALCANTARILLA A9	2+083.10	0.466276	0.189418	0.655694	0.020	0.024	0.80	4.1887902	0.469	0.60	1.68	0.4043852	0.24135	0.9237	70.99%	OK	2.1436	OK
ALCANTARILLA A10	2+140.01	0.271817	0.115765	0.387582	0.020	0.024	0.80	4.1887902	0.343	0.60	1.68	0.4043852	0.24135	0.9237	41.96%	OK	1.8808	OK
ALCANTARILLA A11	2+219.95	0.189418	0.617077	0.806494	0.020	0.024	0.80	4.1887902	0.539	0.60	1.68	0.4043852	0.24135	0.9237	87.31%	OK	2.2368	OK
ALCANTARILLA A12	2+650.16	0.115765	0.758466	0.874232	0.020	0.024	0.80	4.1887902	0.573	0.60	1.68	0.4043852	0.24135	0.9237	94.64%	OK	2.2675	OK
ALCANTARILLA A13	2+672.4	0.617077	0.664736	1.281812	0.020	0.024	1.20	4.1887902	0.911	0.90	2.51	0.9098668	0.36202	2.7234	47.07%	OK	2.9976	OK
ALCANTARILLA A14	3+474.38	0.758466	0.845335	1.603801	0.020	0.024	1.00	4.1887902	0.723	0.75	2.09	0.631852	0.30169	1.6748	95.76%	OK	2.6355	OK
ALCANTARILLA A15	3+729.18	0.664736	1.904005	2.568741	0.020	0.024	1.20	4.1887902	0.858	0.90	2.51	0.9098668	0.36202	2.7234	94.32%	OK	2.9695	OK
ALCANTARILLA A16	4+090.18	0.845335	2.282810	3.128145	0.020	0.024	1.50	4.1887902	0.818	1.13	3.14	1.4216669	0.45253	4.9378	63.35%	OK	3.1743	OK
ALCANTARILLA A17	4+410.13	1.904005	1.041700	2.945705	0.020	0.024	1.50	4.1887902	0.789	1.13	3.14	1.4216669	0.45253	4.9378	59.66%	OK	3.1287	OK

**Tabla 96:** Sección de alcantarilla de alivio

Elaboración: Los autores

**Tabla 97:** Tc de alcantarillas de paso

TC DE ALCANTARILLAS DE PASO							
DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA S	S ALCANTARILLA	AREA m2	AREA Km2	LONGITUD (metros)	S(m/m)	tc(min)
ALCANTARILLA	1+120.00	0.040	147700.00	0.147700	965.3	0.12	8.652
ALCANTARILLA	3+240.00	0.040	330000.00	0.330000	1014.2	0.32	6.206

Elaboración: Los autores

**Tabla 98:** Caudal de diseño en alcantarilla de paso

ALCANTARILLA DE PASO - CAUDALES MAXIMOS (Tr=25 años)									
DESCRIPCIÓN	C	INTENSIDADES						AREA(km2)	Q(m3/s)
		K	m	n	T(años)	tc(min)	I (mm/hr)		
ALCANTARILLA	0.45	221.566	0.15	0.54001	50	8.652245	124.2481	0.147700	2.29577
ALCANTARILLA	0.50	221.566	0.15	0.54001	50	6.205539	148.6756	0.330000	6.81975

Elaboración: Los autores

**Tabla 99:** Sección de alcantarilla de paso

SECCIONES DE ALCANTARILLAS DE PASO																		
DESCRIPCIÓN	PROGRESIVAS	Q aporte 1 (m3/s)	Q aporte 2 (m3/s)	Q total (m3/s)	S	n	D	$\theta$ (Rad)	y (m)	ALTURA (m)	PM (m)	A (m2)	R (m)	Q maning (m3/s)	Ratio	Status	V (m/s)	Status
ALCANTARILLA	1+120.00	2.295765	0.776917	3.072682	0.040	0.024	1.50	4.1887902	0.576	1.13	3.14	1.4216669	0.45253	6.9831	44.00%	OK	3.8299	OK
ALCANTARILLA	3+240.00	6.819750	3.589036	10.408787	0.040	0.024	1.80	4.1887902	1.410	1.35	3.77	2.0472003	0.54304	11.3553	91.66%	OK	5.5714	OK

Elaboración: Los autores

**Tabla 100:** Sección de badenes

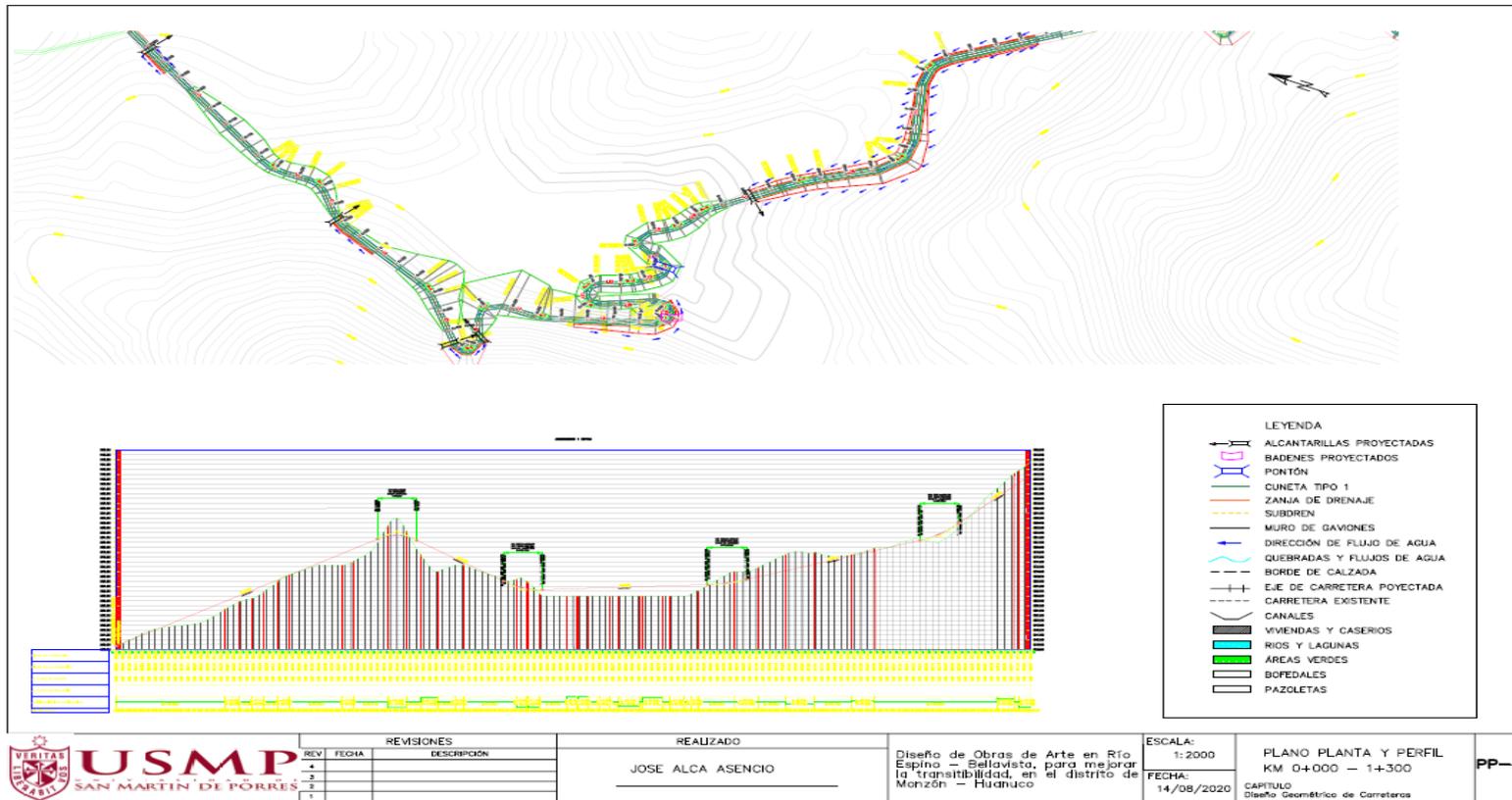
SECCIONES DE BADENES																	
DESCRIPCIÓN	PROGRESIVAS	Q aporte (m3/s)	S	n	Za	Zb	B(m)	y (m)	ALTURA (m)	A (m2)	PERIMETRO P	R (m)	Q maning (m3/s)	Ratio	Status	V (m/s)	Status
BADEN 1	0+635.45	0.286757	0.020	0.013	10	10	2.00	0.068	0.30	1.500	3.375	0.44	9.5026	3.02%	OK	1.5622	OK

Elaboración: Los autores

#### 4.3.7. Planos de obras de arte

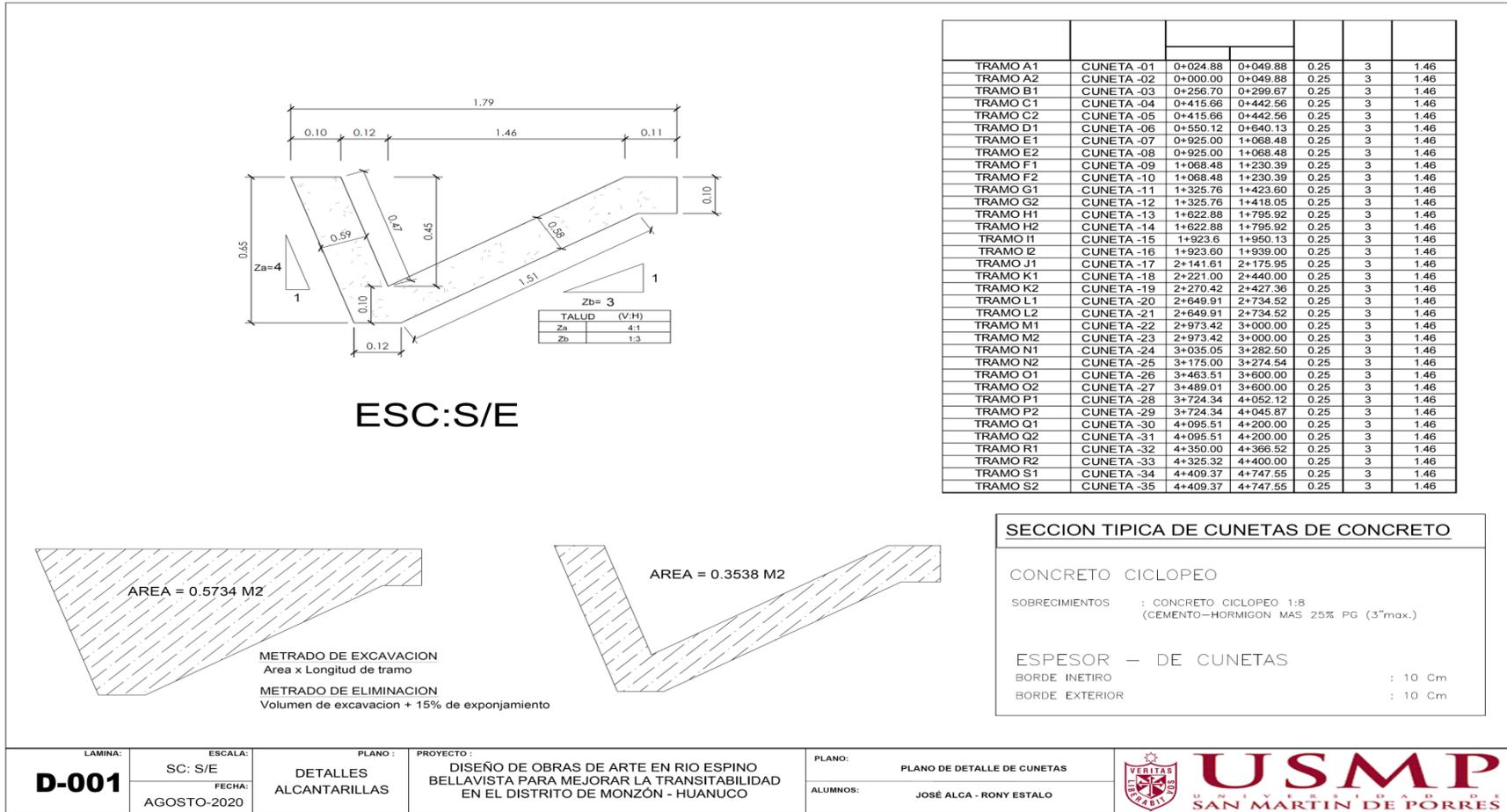
En la figura 53, se muestra la ubicación de las obras de arte y sus secciones transversales de estas

**Figura 53.** Perfil Longitudinal de la vía y de las obras de arte



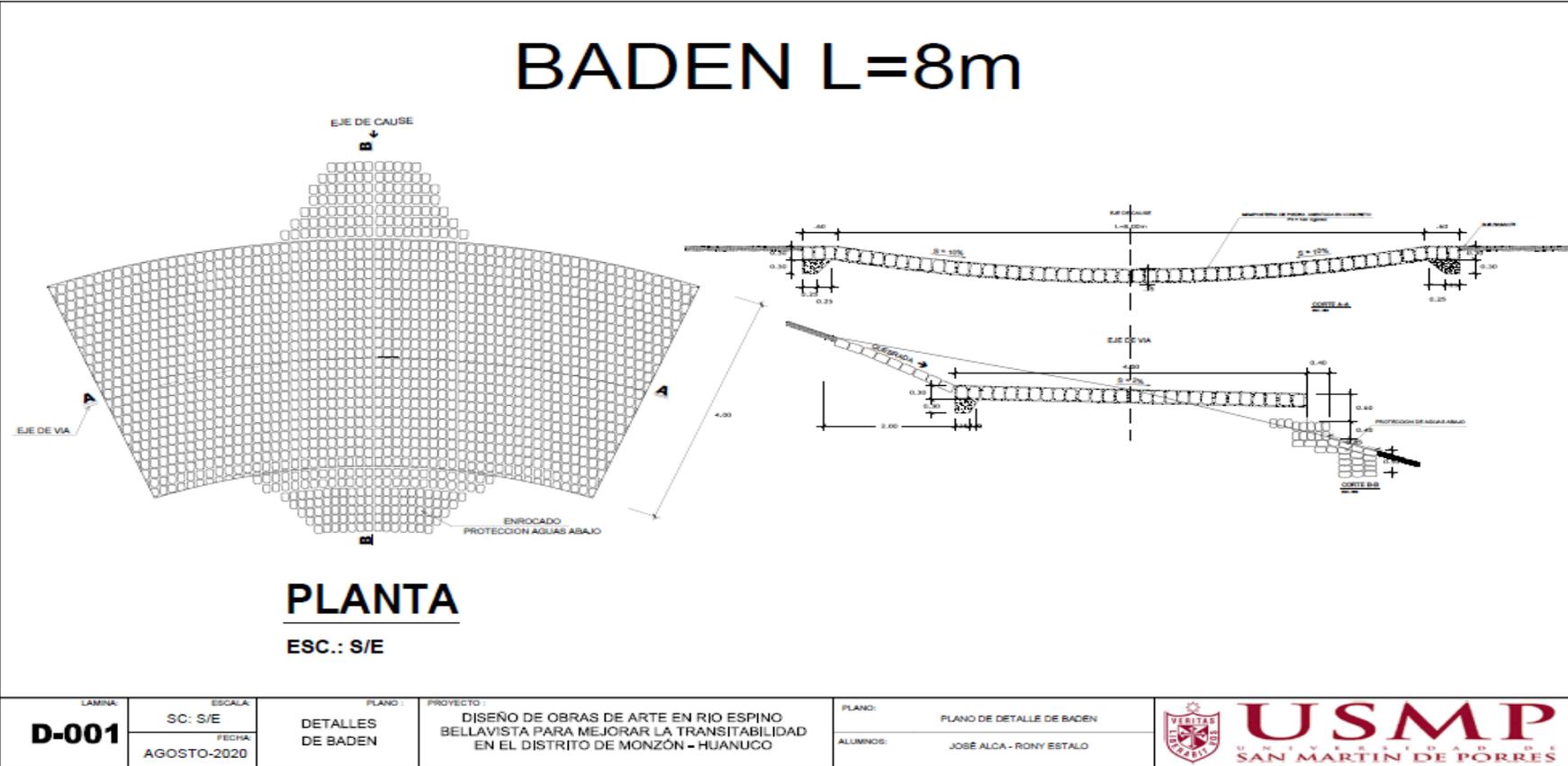
Elaboración: Los autores

Figura 54. Sección típica de cuneta



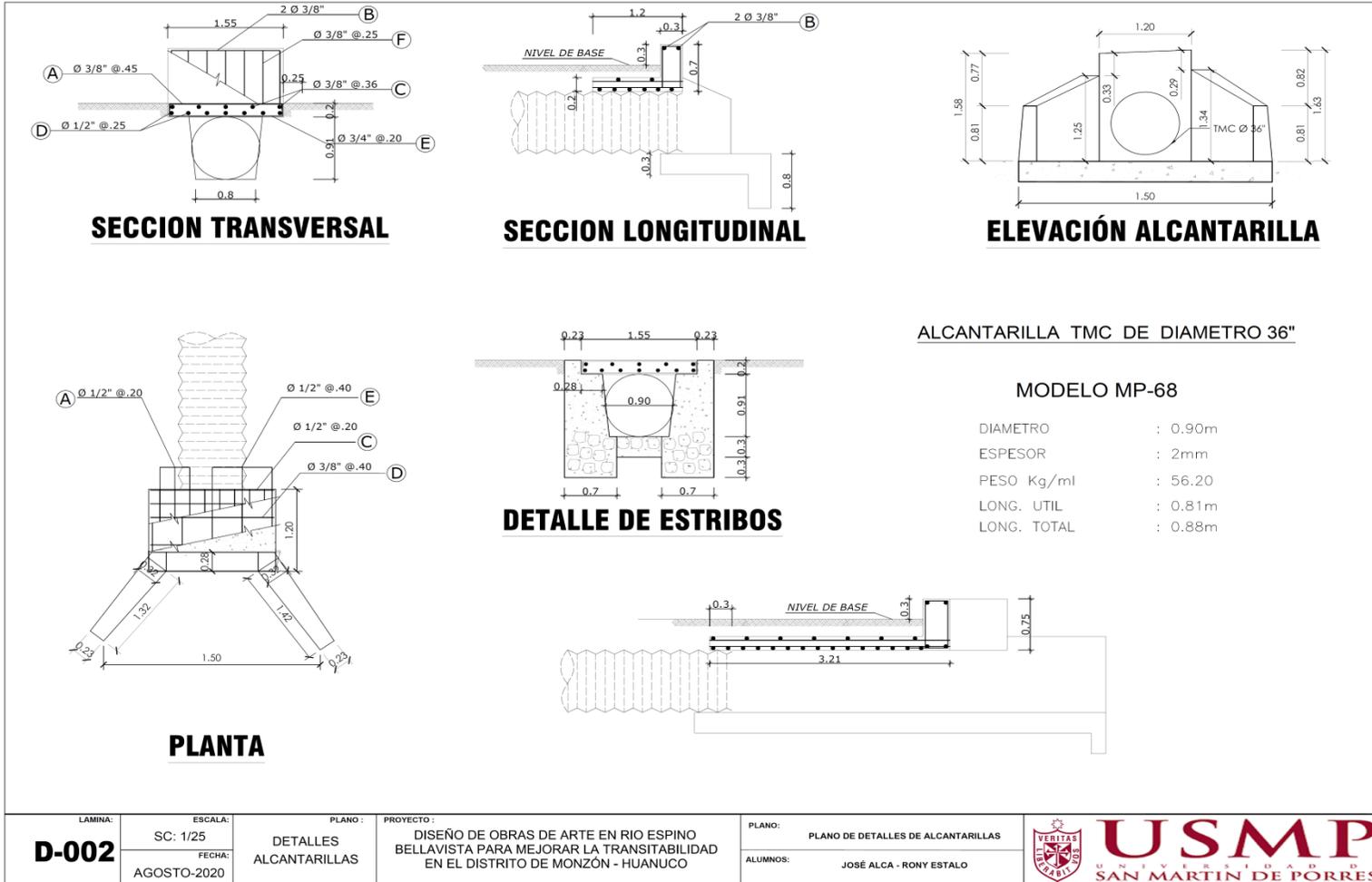
Elaboración: Los autores

Figura 55. Sección de badén



Elaboración: Los autores

**Figura 56. Sección de alcantarilla**



Elaboración: Los autores



## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Habiendo realizado los diseños de obras de arte, de manera satisfactoria, aceptaremos la hipótesis de la alternativa general, donde existe una dependencia entre el diseño de las obras de arte y la mejora de la transpirabilidad.

Nuestros resultados guardan mucha semejanza con los resultados de los autores, Campos B. (2016). Y Diestra J. (2018). Quienes explican que para poder tener un buen diseño de obras es necesario la recolección de datos hidrológicos de la estación más cercana y los estudios de suelos, fotográficos. Y para poder comprobar fehacientemente los resultados se optó por realizar una encuesta a diferentes ingenieros de la municipalidad, con lo cual dan su visto bueno y aprobación de estos diseños.

Con respecto a los resultados hidrológicos que realizo, Campos B., Inga A. (2016). Se comprobó que los diseños del autor en mención toman mayores años de análisis y la trocha es de 12km. Y haciendo uso de softwares obtuvo resultados parecidos.

También nuestros resultados guardan mucha semejanza con los resultados de Jara D. (2018) y Salgado A. (2019). En los pre dimensionamiento de las alcantarillas y cunetas, con lo cual reafirman nuestro estudio hidrológicos e hidráulicos y también en este campo se hizo una encuesta a los ingenieros de la municipalidad de monzón, afirmando el buen resultado.

En los estudios de suelos realizados aceptamos las hipótesis específica planteada, que establece que nuestro suelo es, según la clasificación SUCS: es una arena de baja o mediana plasticidad, y por la AASHTO: A-6 (limo arcilloso) los cuales se asemejan a nuestro resultado los del autor Jara D. (2018), ya que esta También fue una obra que se encuentra en el departamento La Libertad. Este estudio nos sirvió para poder hacer frete a estos tipos de suelos y hacer los estudios de cantera para poder alargar la vida útil de la obra.

Los resultados de los levantamientos topográficos recopilados, no son ajenos para los autores: Diestra J. (2018), Jara D. (2018) ya que se tomó a estos autores por la semejanza se su clima y orografía nuestro levantamiento topográfico es de tipo accidentado con pendiente de terreno escarpado de Max.12%.

Con respecto a Rodríguez J. (2018) y Morales A. (2017), Son similares al de nuestra investigación, pero con la diferencia en que estas fueron realizadas en terrenos más accidentados con pendientes transversales más críticas 49.99 % y 80.01%, esto se debe a que la obra a ejecutar era un lugar montañoso.

## CONCLUSIONES

1. En esta tesis, se diseñó de manera positiva, las obras de arte que une los Centros Poblados de Rio Espino y Bellavista para mejorar la transitabilidad del distrito de Monzón -Huánuco, lo más importante de los diseños de obras es dar mejor transitabilidad, porque dará un tiempo de vida útil a la vía.
2. Se elaboró satisfactoriamente los estudios hidráulicos que permitieron diseñar el drenaje de la vía que une los Centros Poblados de Rio Espino y Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco, lo más importante de los diseños fue los dimensionamientos de las estructuras hidráulica para dar mejor transitabilidad.
3. Se elaboraron favorablemente, los estudios de suelos que permitieron disminuir el deterioro de la vía que une los Centros Poblados de Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco, lo más esencial fue determinar el contenido de Humedad, CBR, análisis granulométrico y Limites de Atterberg
4. Se recopilaron satisfactoriamente, los estudios topográficos que permitieron mejorar los alineamientos físicos de la vía que une los Centros Poblados de Rio Espino y Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco, lo más importante de la recopilación topográfica era dar una ubicación de las obras de arte y un replanteo del trazo, ya que lo más difícil de esta recopilación fue el levantamiento de los puntos por la excesiva humedad y calor en la zona.

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar los diseños de obras de arte para el centro poblado vecino como es Buenavista, en una nueva tesis de investigación, ya que carece de estos y que también su población transita por caminos de herradura a otro centro poblado más cercano.
2. Elaborar diseños de las obras de arte a través de otros softwares y compararlo con una hoja de cálculo para demostrar su veracidad.
3. Tomar en cuenta la caracterización de suelos y canteras de la presente tesis, para otras posibles tesis. para el centro poblado de Buenavista.
4. Tomar en cuenta las horas en las que uno puede levantar los puntos topográficos y la estación del año a tomarlas ya que en épocas lluviosas se dificulta el levantamiento ya que las precipitaciones son fuertes y el bochorno nubla el lente del equipo y los planos se mojan con la humedad.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### Bibliográficas:

**Ven Te Chow (1994).** *Hidráulica de Canales Abiertos*. Recuperado de <https://doku.pub/documents/libro-hidraulica-de-canales-abiertos-ven-te-chowpdf-g0rwyvy2koqk>

**Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays. (2017).** *Hidrología Aplicada*. Recuperado de <https://libreriafavorita.blogspot.com/2017/10/hidrologica-aplicada-ven-te-chow-david.html>

**Llamas, J. (1993).** *Hidrología general*. Servicio editorial del País Vasco. España. 635 p. Recuperado de <https://libreria.tirant.com/es/libro/hidrologia-general-principios-y-aplicaciones-jose-llamas-siendones-9788475854359>

**Pizarro, R.; Sangüesa, C. (2002).** *Estudios Hidrológicos en la Región del Maule*. Universidad de Talca, UNESCO-ORCYT. Editorial Universidad de Talca. Talca, Chile 195 p. Recuperado de <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/265>

**Linsley, R.; Kohler, M.; Paulus, J. (1988).** *Hidrología para ingenieros*. 2 ed. México. Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A. 386 p. Recuperado de [https://www.academia.edu/37765494/Hidrolog%C3%ADa\\_para\\_Ingenieros\\_LINSLEY\\_KOHLER\\_y\\_PAULHUS](https://www.academia.edu/37765494/Hidrolog%C3%ADa_para_Ingenieros_LINSLEY_KOHLER_y_PAULHUS)

**Pizarro, R.; González, P.; Wittersheim, M.; Saavedra, J.; Soto, C. (1993).** *Elementos técnicos de Hidrología III. Proyecto regional sobre el uso y conservación del recurso hídrico en áreas de América Latina y el Caribe*. UNESCO. Chile. Editorial Universidad de Talca. 136 p. Recuperado de [http://ctha.otalca.cl/Docs/pdf/Publicaciones/libros/elementos\\_de\\_ingenieria\\_hidrologica\\_para\\_el\\_mejoramiento\\_de\\_la\\_productividad\\_silvicola.pdf](http://ctha.otalca.cl/Docs/pdf/Publicaciones/libros/elementos_de_ingenieria_hidrologica_para_el_mejoramiento_de_la_productividad_silvicola.pdf)

- Pizarro, R.; Novoa, P. (1986).** *Elementos técnicos de Hidrología I. Instructivos técnicos.* La Serena, Chile. Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura. 57 p. Recuperado de [https://issuu.com/patricionovoa9/docs/elementos\\_técnicos\\_de\\_hidrología](https://issuu.com/patricionovoa9/docs/elementos_técnicos_de_hidrología)
- Ashakar, F.; T.B.M.J Ouarda, R. Roy and B. Bobée. (1993).** *Robust estimators in hydrologic frequency analysis, in Engineering Hydrology.* Edited by C.Y, pp 347-352, Am. Soc. Civ. Eng. Recuperado de <https://cedb.asce.org/CEDBsearch/record.jsp?dockey=0083379>
- Villon, M. (2002).** *Hidrología.* 2da Edición. Editorial Villón. Lima –Perú. Recuperado de <https://es.slideshare.net/erickmainar/hidrologia-ingmximovilln-53473898>
- Ven Te Chow David R. Maidment Larry w. Mays. (2017).** *Hidrología Aplicada,* Recuperado de <https://libreriafavorita.blogspot.com/2017/10/hidrologica-aplicada-ven-te-chow-david.html>
- Morales, H. (2006).** *Ingeniería Vial I. para estudiantes de grado de ingeniería civil.* Recuperado de [https://books.google.com.pe/books?id=OcefqXpOiswC&printsec=frontcover&hl=es&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=OcefqXpOiswC&printsec=frontcover&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Alonso J. Facundo, (2005).** *Diseño Hidráulico de alcantarillas.* Pág. 23.187p. Recuperado de <https://www.inge-civil.com/2020/05/20/manual-de-diseno-hidraulico-de-alcantarillas-ing-facundo-j-alonso/>
- Castillo, E. 2017.** *Evaluación hidrológica e hidráulica de los drenajes transversales en la carretera Cocahuayco – Cocachimba – Bongará – Amazonas.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1511>
- Aparicio, F. 1997.** *Fundamentos de Hidrología de Superficie.* 11 ed. México. Editorial Limusa S.A. 303 p. [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoren/HIDRO/Fundamentos de hidrologia de superficie - Aparicio.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoren/HIDRO/Fundamentos_de_hidrologia_de_superficie_-_Aparicio.pdf)
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2014).** *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.* Recuperado de

<http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/octubre/10/RD-20-2011-MTC-14.pdf>

**Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2008).** *Manual de Diseño de Caminos No Pavimentados de BVT.* Recuperado de [http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2008/Abril/09/RM-303-2008-MTC-02\\_09-04-08.pdf](http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2008/Abril/09/RM-303-2008-MTC-02_09-04-08.pdf)

**Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2005).** *Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito.* Recuperado de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_770.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_770.pdf)

**INVIAS, 2006.** *Manual de inspección de estructuras para drenaje,* Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/973-manual-para-la-inspeccion-visual-de-estructuras-de-drenaje/file>

**Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016).** *Manual de ensayo de materiales.* Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)

**Braja M. Das (2013).** *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.* Cuarta Edición. Recuperado de [https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos\\_de\\_Ingenieria\\_Geotecnica\\_Braja\\_M\\_Das](https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das)

**Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013).** *Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos.* Recuperado de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

**Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2013).** *Manual de carreteras: Especificaciones técnicas para la construcción.* Recuperado de <http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2013/Febrero/16/RD-03-2013-MTC-14.pdf>

#### **Hemerográficas:**

**El comercio (2018).** *China Railway ganó licitación de proyecto para mejorar vía en región Huánuco.* Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/peru/china-railway-gano-proyecto-s-1-2400-millones-mejorar-via-region-huanuco-noticia-nndc-562564-noticia/>

**Plataforma Única del Estado Peruano (2019).** *Mejoramiento de la carretera Oyón-Ambo avanza a paso firme.* Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/61388-mejoramiento-de-la-carretera-oyon-ambo-avanza-a-paso-firme>

#### **Electrónicas:**

**Kučera V. (2016).** *Caminos de baja Capacidad.* Universidad Técnica de Brno. (Tesis de Licenciatura). Brno-Republica Checa. Recuperado de <https://dspace.vutbr.cz/xmlui/handle/11012/62875>

**Rodríguez J. (2015).** *Estudio y diseño del sistema vial de la "Comuna San Vicente de Cucupuro" de la parroquia rural del Quinche del Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha.* (Tesis de Pregrado). Universidad Internacional de Ecuador. Quito-Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2156>

**Carrión H., Orellana C. (2016).** *Estudio del sistema de drenaje para la vía Molleturo -Tres Marías- La Iberia, en la provincia del Azuay.* Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador (Tesis de Pregrado). Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/24093>

**Delgado M. (2018).** *Propuesta de señalamiento vial para un tramo carretero tipo C, ubicado en el estado de Guerrero.* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de [https://repositorio.unam.mx/contenidos/propuesta-de-senalamiento-vial-para-un-tramo-carretero-tipo-c-ubicado-en-el-estado-de-guerrero-164660?c=B781XP&d=false&q=\\*&i=1&v=1&t=search\\_0&as=0](https://repositorio.unam.mx/contenidos/propuesta-de-senalamiento-vial-para-un-tramo-carretero-tipo-c-ubicado-en-el-estado-de-guerrero-164660?c=B781XP&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_0&as=0)

**Díaz K. (2018).** *Criterios de conservación vial y evaluación funcional del estado de la vía Sardinas – El Chaco.* (Tesis de Pregrado). Universidad San Francisco de Quito USFQ. Quito-Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7262>

**Campos B., Inga R. (2016).** *Diseño hidráulico y estructural de las obras de arte de la carretera La Jalca-Nueva Esperanza km 41 al Km 53, distrito de La Jalca, provincia de Chachapoyas.* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4417?mode=full>

- Diestra, J. (2018).** *Diseño para el mejoramiento de la carretera Higosbamba – Colcas, distrito Cajabamba - Cajabamba, Cajamarca 2018.* (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima-Perú. Recuperado de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31083/diestra\\_pj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31083/diestra_pj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rodríguez, J. (2018).** *Diseño para el mejoramiento de la trocha carrozable entre los pueblos de Santiago y Guzmango, distrito de Guzmango, Contumazá, Cajamarca.* (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima-Perú. Recuperado de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32606/rodriguez\\_aj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32606/rodriguez_aj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Morales A. (2017).** *Diseño geométrico y medición de niveles de servicio esperado del tramo crítico de la ruta N° LM-122 Lima.* (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú Lima-Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/8643>
- Torres F. (2019).** *Evaluación y diseño de la trocha carrozable de la carretera Dep. SM 116 Dv. San Pedro Km 5+000 Aucaloma para el mejoramiento de la calidad de vida de la localidad de Aucaloma, San Roque de Cumbaza, provincia de Lamas – 2018.* (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31652>
- Salgado, A. (2019).** *Diseño de estructuras de drenaje mediante el Método Racional con fines de mejorar el drenaje pluvial en la Ciudad de Cerro Pasco* (tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3589>
- Jara D. (2018).** *Diseño Para El Mejoramiento Del Camino Vecinal Tramo: Ururupa - Huaran Alto, Distrito Y Provincia Santiago De Chuco, Departamento La Libertad.* (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/34645>

## **ANEXOS**



	<b>Página</b>
<b>Anexo 1:</b> Matriz de Consistencia	171
<b>Anexo 2:</b> Plano de ubicación	172
<b>Anexo 3:</b> PLANO DE MICROCUENCA	175
<b>Anexo 4:</b> Secciones Transversales (1+050km – 1+700Km)	176
<b>Anexo 5:</b> Sección Transversal (2+700 – 3+650) Km	177
<b>Anexo 6:</b> Sección Transversal (3+750 – 4+500) Km	178
<b>Anexo 7:</b> Sección Transversal (4+600 – 4+900) Km	179
<b>Anexo 8:</b> PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL (1+400 – 2+900) Km	181
<b>Anexo 9:</b> Plano De Perfil Longitudinal (2+600 – 4+200) Km	182
<b>Anexo 10:</b> Plano de Perfil Longitudinal (4+100 – 4+995) km	183
<b>Anexo 11:</b> Plano de Cuneta	184
<b>Anexo 12:</b> Plano de Alcantarilla transversal de 36"	185
<b>Anexo 13:</b> Plano de Alcantarilla longitudinal de 36"	186
<b>Anexo 14:</b> Plano de Alcantarilla transversal de 48"	187
<b>Anexo 15:</b> Plano de Alcantarilla longitudinal de 48"	188
<b>Anexo 16:</b> Plano de Alcantarilla transversal de 60"	189
<b>Anexo 17:</b> Plano longitudinal de Alcantarilla de 60"	190
<b>Anexo 18:</b> Plano transversal de Alcantarilla de 72"	191
<b>Anexo 19:</b> Plano longitudinal de Alcantarilla 72"	192
<b>Anexo 20:</b> Plano de Pontón	193
<b>Anexo 21:</b> Plano de baden	194
<b>Anexo 22:</b> Plano de Canteras	195
<b>Anexo 23:</b> Análisis Granulométrico de la C1 de la Vía de Rio Espino-Bellavista Km 0+000	197
<b>Anexo 24:</b> Análisis Granulométrico de la C2 de la Vía de Rio Espino-Bellavista Km 0+500	198
<b>Anexo 25:</b> Análisis Granulométrico de la C3 de la Vía de Rio Espino-Bellavista Km 1+000	199
<b>Anexo 26:</b> Análisis Granulométrico de la C4 de la Vía de Rio Espino-Bellavista Km 1+500	200
<b>Anexo 27:</b> Análisis Granulométrico de la C5 de la Vía de Rio Espino-Bellavista Km 2+000	201

<b>Anexo 28:</b> Análisis Granulométrico de la C6 de la Vía de Rio Espino-Bellavista Km 2+500	202
<b>Anexo 29:</b> Análisis Granulométrico de la C7 de la Vía de Rio Espino-Bellavista Km 3+000	203
<b>Anexo 30:</b> Análisis Granulométrico de la C8 de la Vía de Rio Espino-Bellavista Km 3+500	204
<b>Anexo 31:</b> Análisis Granulométrico de la C9 de la Vía de Rio Espino-Bellavista Km 4+000	205
<b>Anexo 32:</b> Análisis Granulométrico de la C10 de la Vía de Rio Espino- Bellavista Km 4+500	206
<b>Anexo 33:</b> Análisis Granulométrico de la C11 de la Vía de Rio Espino- Bellavista Km 5+000	207
<b>Anexo 34:</b> Contenido de Humedad de la C1 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 0+000	208
<b>Anexo 35:</b> Contenido de Humedad de la C2 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 0+500	208
<b>Anexo 36:</b> Contenido de Humedad de la C3 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 1+000	209
<b>Anexo 37:</b> Contenido de Humedad de la C4 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 1+500	209
<b>Anexo 38:</b> Contenido de Humedad de la C5 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 2+000	210
<b>Anexo 39:</b> Contenido de Humedad de la C6 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 2+500	210
<b>Anexo 40:</b> Contenido de Humedad de la C7 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 3+000	211
<b>Anexo 41:</b> Contenido de Humedad de la C8 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 3+500	211
<b>Anexo 42:</b> Contenido de Humedad de la C9 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 4+000	212
<b>Anexo 43:</b> Contenido de Humedad de la C10 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 4+500	212
<b>Anexo 44:</b> Contenido de Humedad de la C11 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 5+000	213

<b>Anexo 45:</b> Ensayo de Limites de Consistencia de la C1 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 0+000	214
<b>Anexo 46:</b> Ensayo de Limites de Consistencia de la C2 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 0+500	215
<b>Anexo 47:</b> Ensayo de Limites de Consistencia de la C3 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 1+000	216
<b>Anexo 48:</b> Ensayo de Limites de Consistencia de la C4 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 1+500	217
<b>Anexo 49:</b> Ensayo de Limites de Consistencia de la C5 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 2+000	218
<b>Anexo 50:</b> Ensayo de Limites de Consistencia de la C6 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 2+500	219
<b>Anexo 51:</b> Ensayo de Limites de Consistencia de la C7 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 3+000	220
<b>Anexo 52:</b> Ensayo de Limites de Consistencia de la C8 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 3+500	221
<b>Anexo 53:</b> Ensayo de Limites de Consistencia de la C9 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 4+000	222
<b>Anexo 54:</b> Ensayo de Limites de Consistencia de la C10 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 4+500	223
<b>Anexo 55:</b> Ensayo de Limites de Consistencia de la C11 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 5+000	224
<b>Anexo 56:</b> Estratigrafía de la C1 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 0+000	225
<b>Anexo 57:</b> Estratigrafía de la C2 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 0+500	226
<b>Anexo 58:</b> Estratigrafía de la C3 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 1+000	227
<b>Anexo 59:</b> Estratigrafía de la C4 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 1+500	228
<b>Anexo 60:</b> Estratigrafía de la C5 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 2+000	229
<b>Anexo 61:</b> Estratigrafía de la C6 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 2+500	230
<b>Anexo 62:</b> Estratigrafía de la C7 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 3+000	231
<b>Anexo 63:</b> Estratigrafía de la C8 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 3+500	232
<b>Anexo 64:</b> Estratigrafía de la C9 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 4+000	233
<b>Anexo 65:</b> Estratigrafía de la C10 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 4+500	234

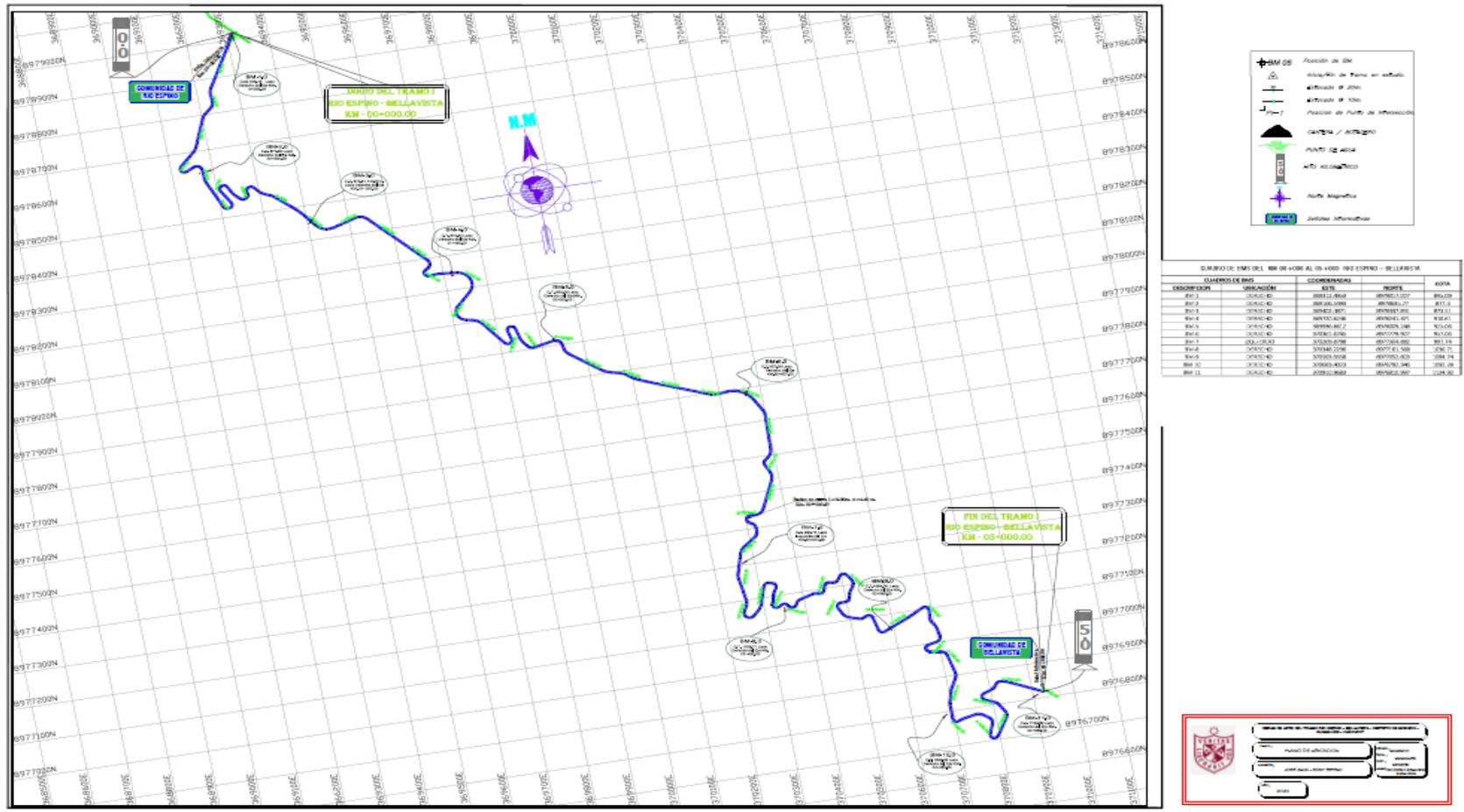
<b>Anexo 66:</b> Estratigrafía de la C11 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 5+000	235
<b>Anexo 67:</b> Ensayo de Proctor (km 0+000-2+500)	236
<b>Anexo 68:</b> Curva Densidad Seca vs CBR para 0.1" y 0.2"	237
<b>Anexo 69:</b> Ensayo de CBR Km (0+000-2+500)	238
<b>Anexo 70:</b> Ensayo de Proctor Km (2+500-5+000)	239
<b>Anexo 71:</b> Curva: Densidad Seca vs CBR para 1" y 2" de penetración	240
<b>Anexo 72:</b> Ensayo de CBR Km (2+500-5+000)	241
<b>Anexo 73:</b> Ensayo de Proctor de la Cantera 01 de Cerro	242
<b>Anexo 74:</b> Ensayo de CBR de la Cantera del Cerro para penetración de 0.1" y 0.2"	243
<b>Anexo 75:</b> Ensayo de CBR para Cantera del Cerro 1 para afirmado	244
<b>Anexo 76:</b> Análisis Granulométrico de la Cantera del Cerro 01 para afirmado	245
<b>Anexo 77:</b> Contenido de Humedad Natural de la Cantera del Cerro 01 para afirmado	246
<b>Anexo 78:</b> Ensayo de Limites de Consistencia de la Cantera del Cerro 01 para afirmado	247
<b>Anexo 79:</b> Análisis Granulométrico de la Cantera La Granja	248
<b>Anexo 80:</b> Ensayo de Gravedad Especifica de la Cantera La Granja	249
<b>Anexo 81:</b> Ensayo de Contenido de Humedad de la Cantera La Granja	250
<b>Anexo 82:</b> Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado de la Cantera La Granja	250
<b>Anexo 83:</b> Encuesta 01	251
<b>Anexo 84:</b> Encuesta	252
<b>Anexo 85:</b> Encuesta	253
<b>Anexo 86:</b> Encuesta	254
<b>Anexo 87:</b> Encuesta	255
<b>Anexo 88:</b> Encuesta	256
<b>Anexo 89:</b> Encuesta	257
<b>Anexo 90:</b> Encuesta	258

**Anexo 1: Matriz de Consistencia**

DISEÑOS DE OBRAS DE ARTE DE LA VÍA, QUE UNE LOS CENTROS POBLADOS DE RIO ESPINO Y BELLAVISTA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD, EN EL DISTRITO DE MONZON-HUÁNUCO

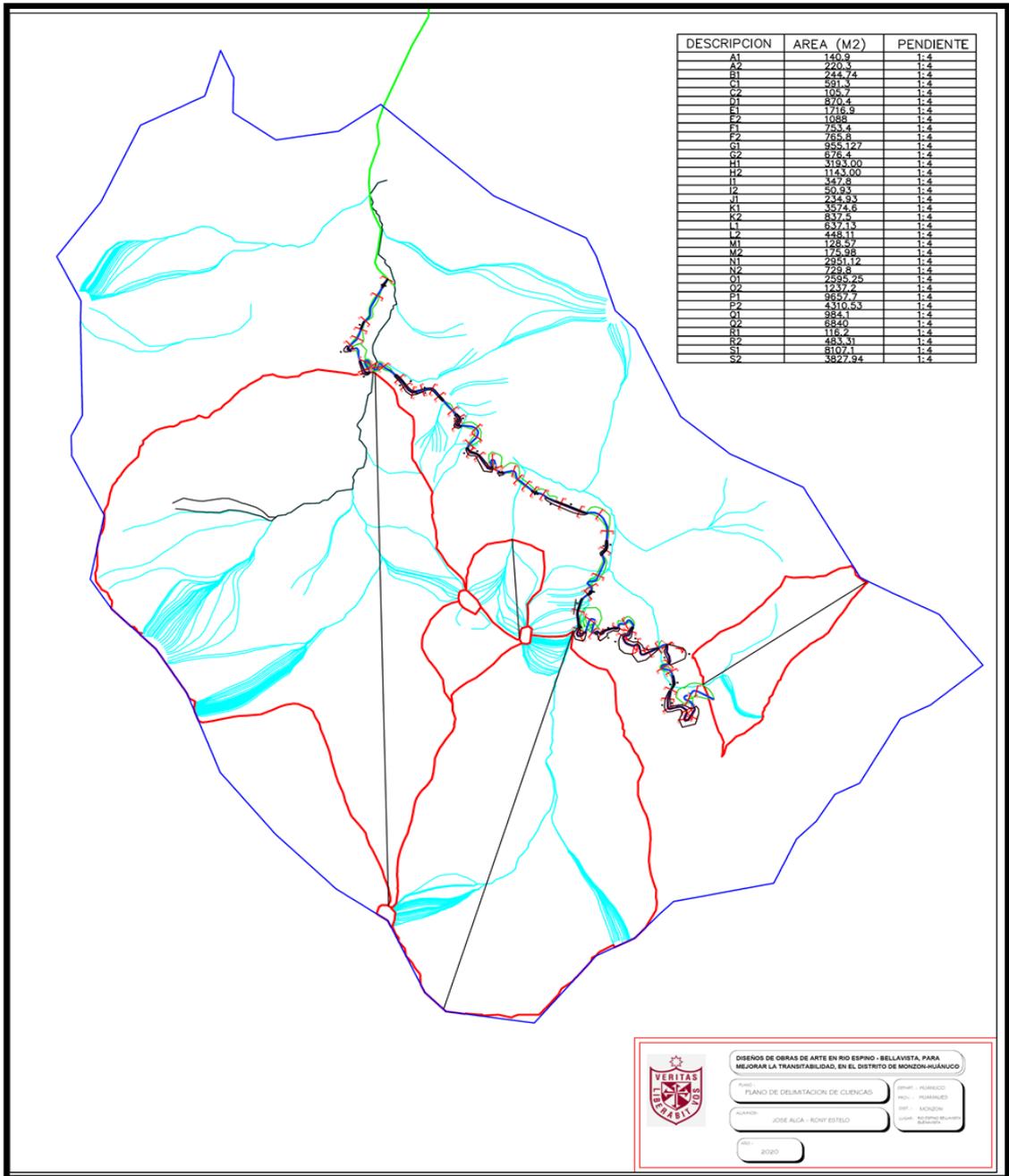
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES y Dimensiones		METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	VARIABLES	Dimensiones	
¿De qué manera el diseño de obras de arte en Rio Espino - Bellavista mejora la transitabilidad del distrito de Monzón -Huánuco?	Diseñar las obras de arte en Rio Espino - Bellavista para mejorar la transitabilidad del distrito de Monzón - Huánuco.	El diseño de las obras de arte en Rio Espino -Bellavista mejora la transitabilidad al distrito de Monzón - Huánuco.	<b>Variable Independiente</b>	Estudios hidrológicos	<p><b>Tipología de la investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La orientación de la investigación es <b>Aplicada</b>, porque se propone el diseño de las obras de arte en Rio Espino-Bellavista, para mejorar la transitabilidad.</li> <li>El enfoque de esta investigación es <b>Cuantitativo</b>, porque se mide fenómenos hidrológicos y empleamos la probabilidad estadística</li> <li>La investigación es <b>Explicativa</b>, porque manifiesta las causas o circunstancias que ocasionan el deterioro de la vía Rio Espino – Bellavista, esta tesis busca comprobar las hipótesis causales.</li> </ul> <p><b>Nivel de investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Aplicativo</b>, pues está orientada a resolver un problema aplicando los softwares requeridos, para el diseño del mejoramiento de la vía.</li> </ul> <p><b>Diseño de la investigación</b></p> <p><b>Experimental</b>, pues a aplicar y manipular los estudios hidrológicos, hidráulicos, topográficos y suelos, se logrará mejorar los efectos sobre la variable dependiente, que es la transitabilidad de la vía Rio Espino-Bellavista.</p> <p><b>Longitudinal</b>, porque se realizan varias mediciones a través del tiempo, como son: los estudios hidrológicos, que se tomarán en cuenta los últimos 20 años de las precipitaciones máximas; los estudios topográficos y los estudios de suelos, este instrumento se aplica en diferentes momentos del tiempo.</p> <p><b>Prospectivo</b>, porque se toma los datos en el presente para procesarlo probabilísticamente, hallando precipitaciones y caudales de diseño futuros, para la duración de las obras de arte estimadas en el tiempo.</p> <p><b>Población y Muestra</b></p> <p><b>Población:</b> Está conformada por todas las vías pertenecientes al distrito de Monzón, Provincia de Huamálies, Departamento Huánuco.</p> <p><b>Muestra:</b> Está comprendida entre el km 00+000 en el centro poblado de Rio Espino y finalizando con una longitud de 5 +000.00 km. en el centro poblado de las alturas de Bellavista.</p> <p><b>Técnicas de Investigación</b></p> <p>Observación científica, se realizó la visita a campo de los centros poblados a Rio Espino y Bellavista, haciendo la recopilación de información de la gradiente de la vía, así como las ubicaciones de nuestras obras arte con un GPS</p>
			Diseño de obras de arte	los estudios de Suelos.	
				El estudio Topográfico.	
¿De qué manera el estudio de suelos permite disminuir el deterioro de la vía en Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco?	-Elaborar los estudios de suelos que permitan disminuir el deterioro de la vía en Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco?	- los estudios de suelos permiten disminuir el deterioro de la vía en Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco?	<b>Variable Dependiente</b>	Creación del Drenaje de la vía	
			mejorar la transitabilidad	disminuir el deterioro de la vía.	
				mejora los alineamientos físicos de la vía	
¿De qué manera la recopilación topográfica mejora los alineamientos físicos de la vía en Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco?	-Recopilar los estudios topográficos que permiten mejorar los alineamientos físicos de la vía en Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco?	-Los estudios topográficos mejora los alineamientos físicos de la vía en Rio Espino – Bellavista en el distrito de Monzón -Huánuco?			

## Anexo 2: Plano de ubicación

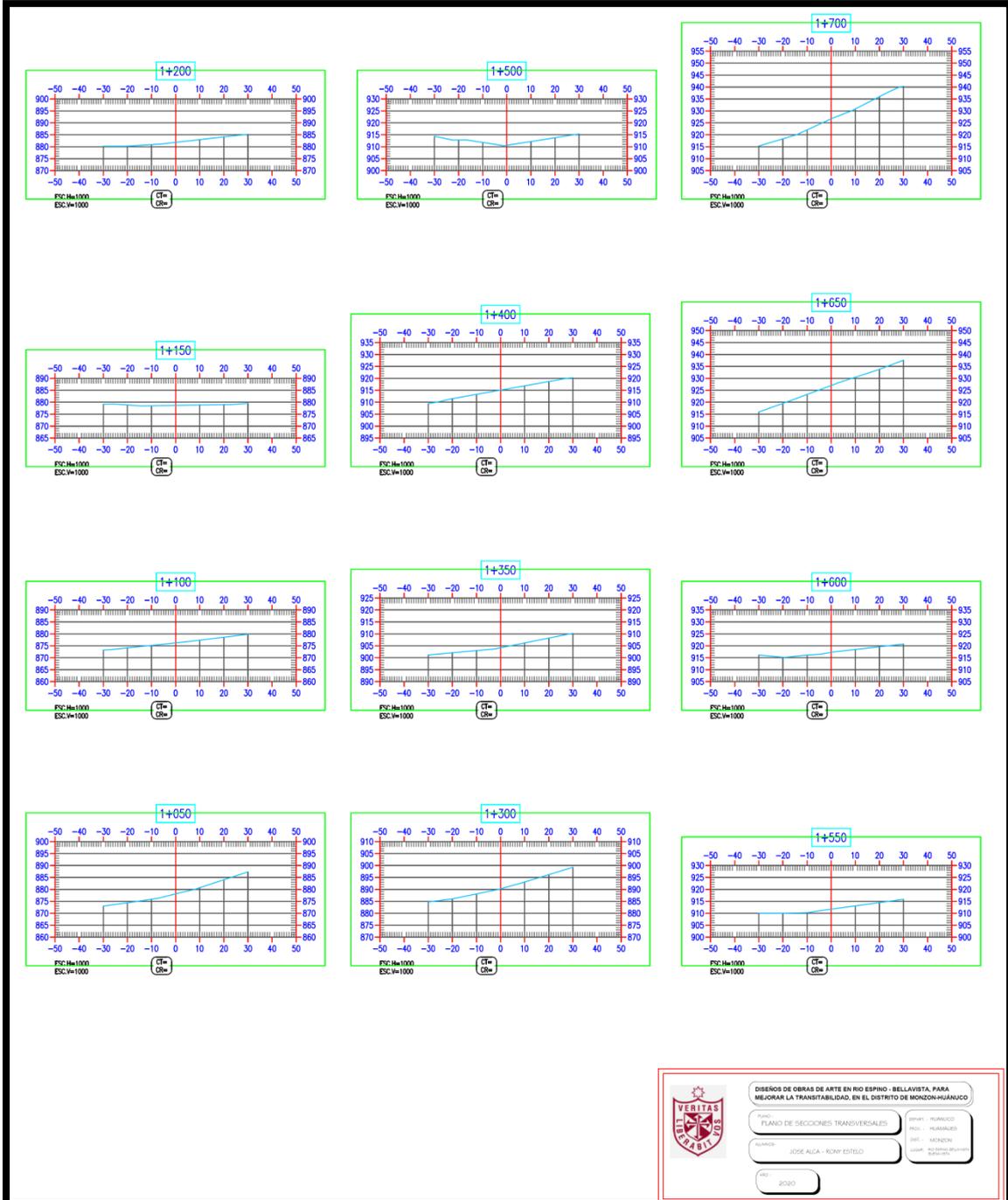




### Anexo 3: PLANO DE MICROCUENCA



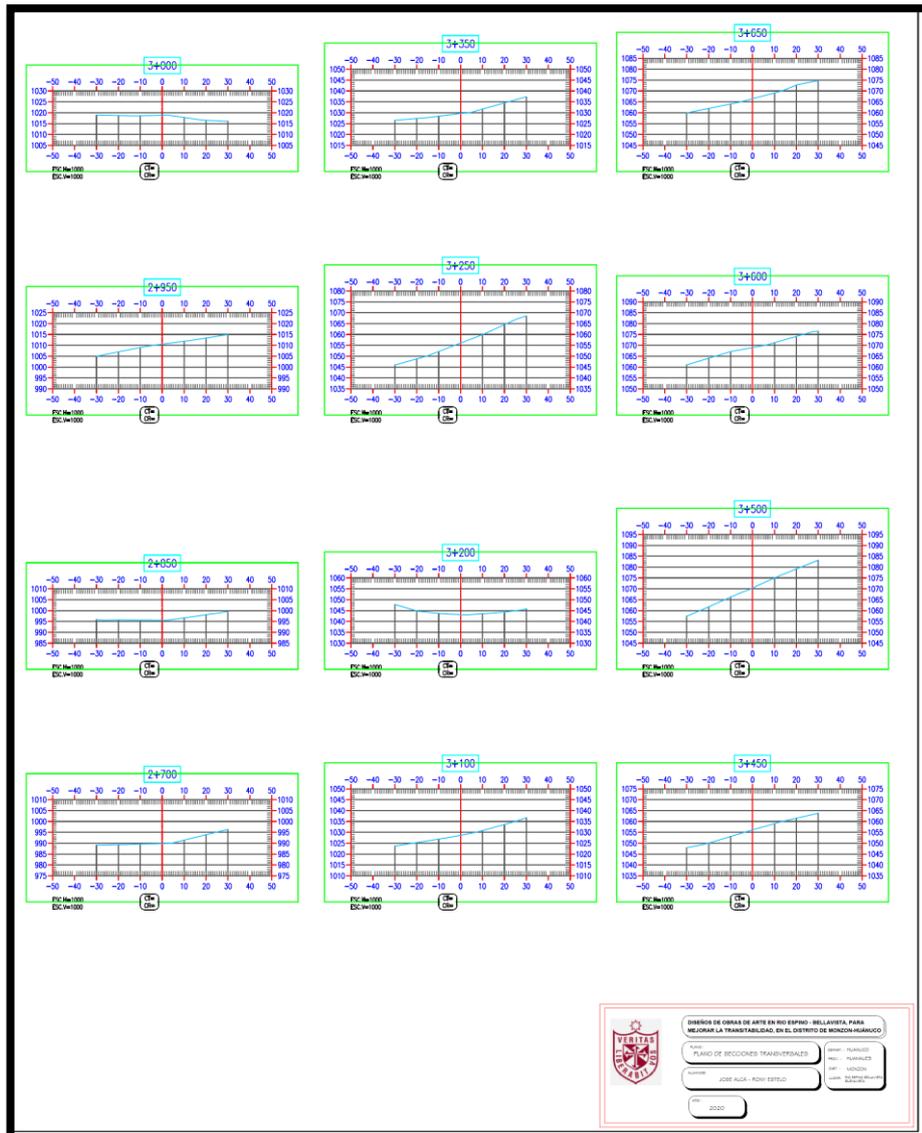
## Anexo 4: Secciones Transversales (1+050km – 1+700Km)





**DISEÑO DE OBRAS DE ARTE EN RÍO ESPINO - BELLAVISTA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD, EN EL DISTRITO DE MONZÓN-HUÁNUCO**  
 PLAN DE SECCIONES TRANSVERSALES  
 AUTOR: JOSÉ ALCA - ROY ESTEIG  
 FECHA: 2020

## Anexo 5: Sección Transversal (2+700 – 3+650) Km




**DISEÑO DE OBRAS DE ARTE EN RÍO SEPÚN - BELLAVISTA, PARA MEJORAR LA TRANSIBILIDAD EN EL DISTRITO DE MONCÓN HUANUCO**

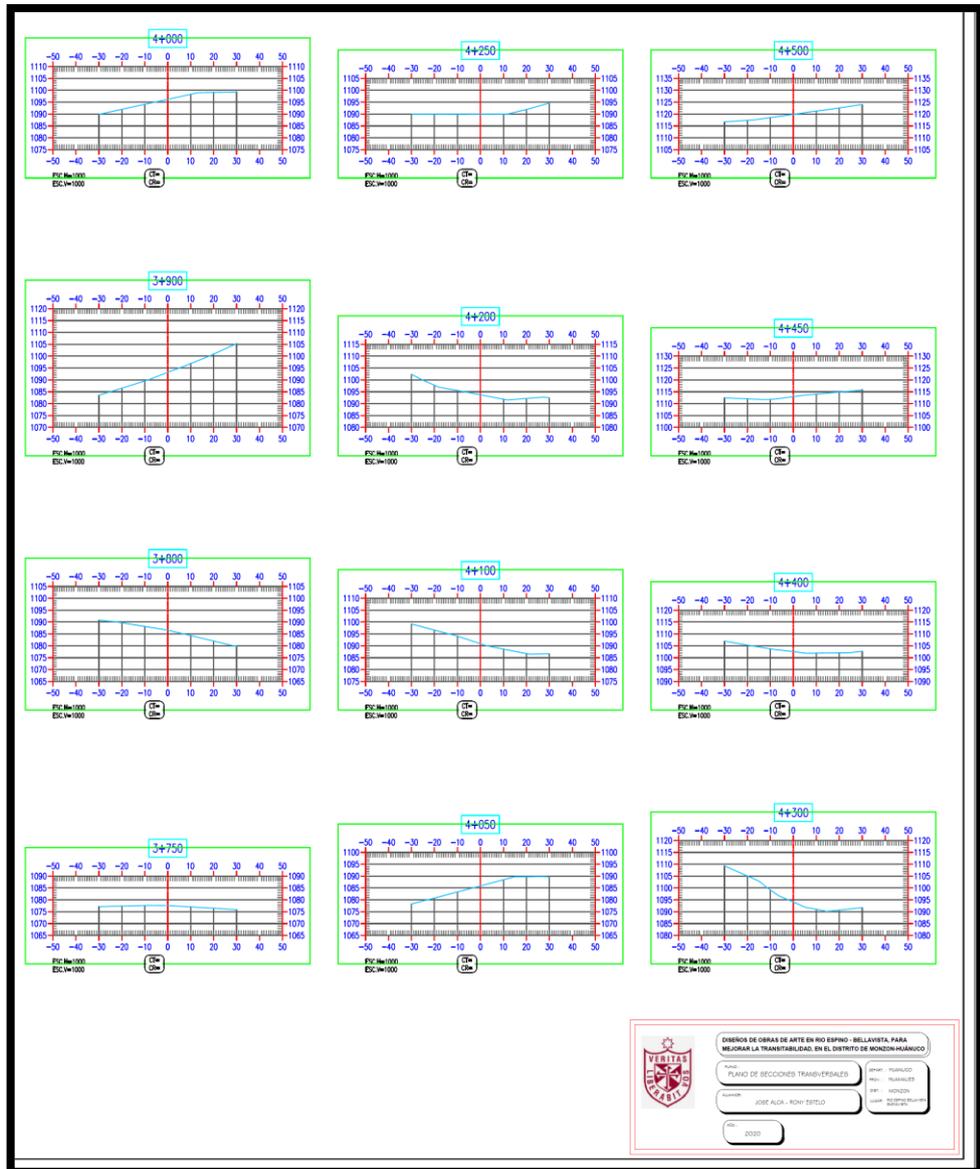
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES

Autor: JOSE ALCA - ROY ESTILO

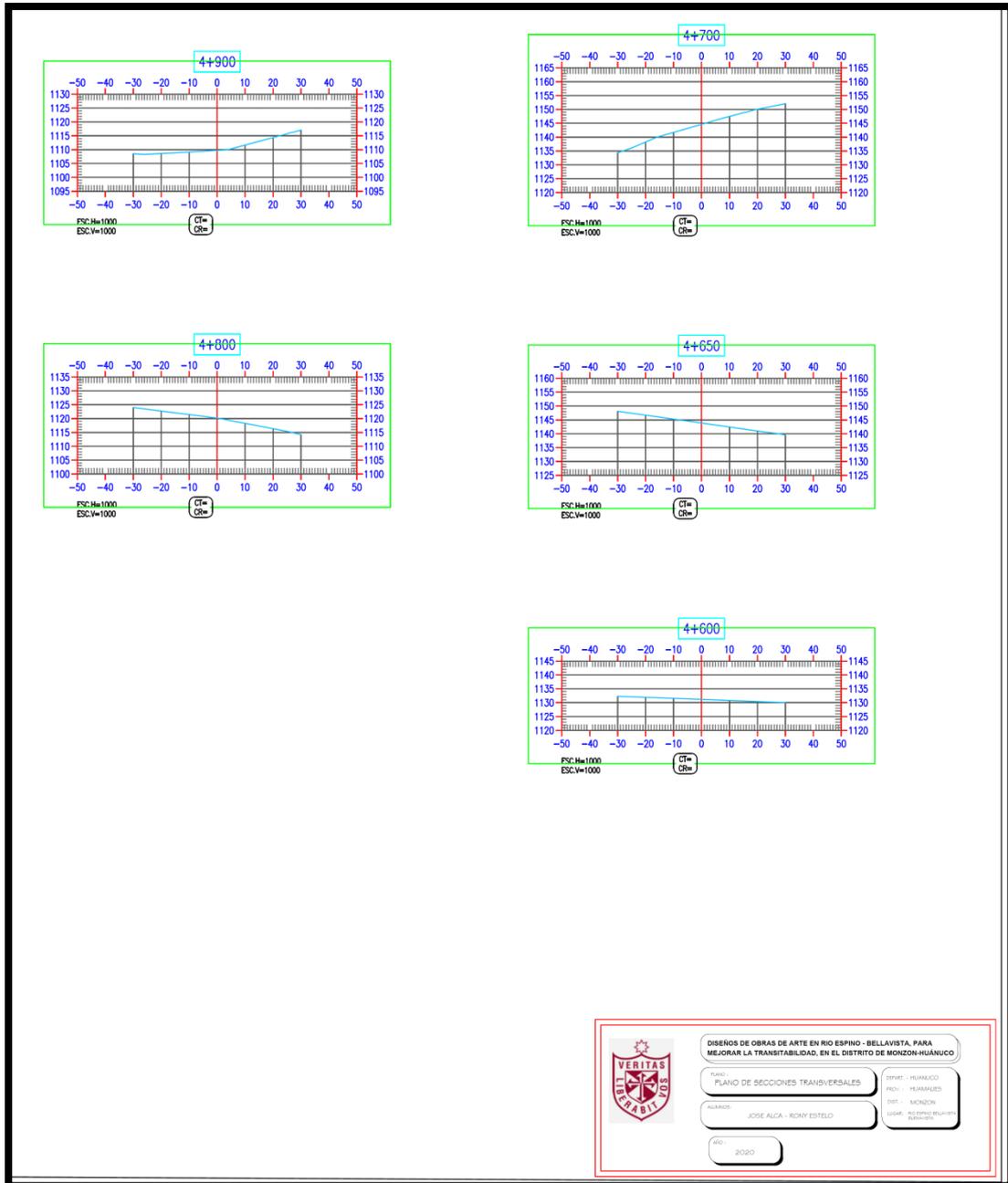
Escala: 1:500

Fecha: 2023

## Anexo 6: Sección Transversal (3+750 – 4+500) Km



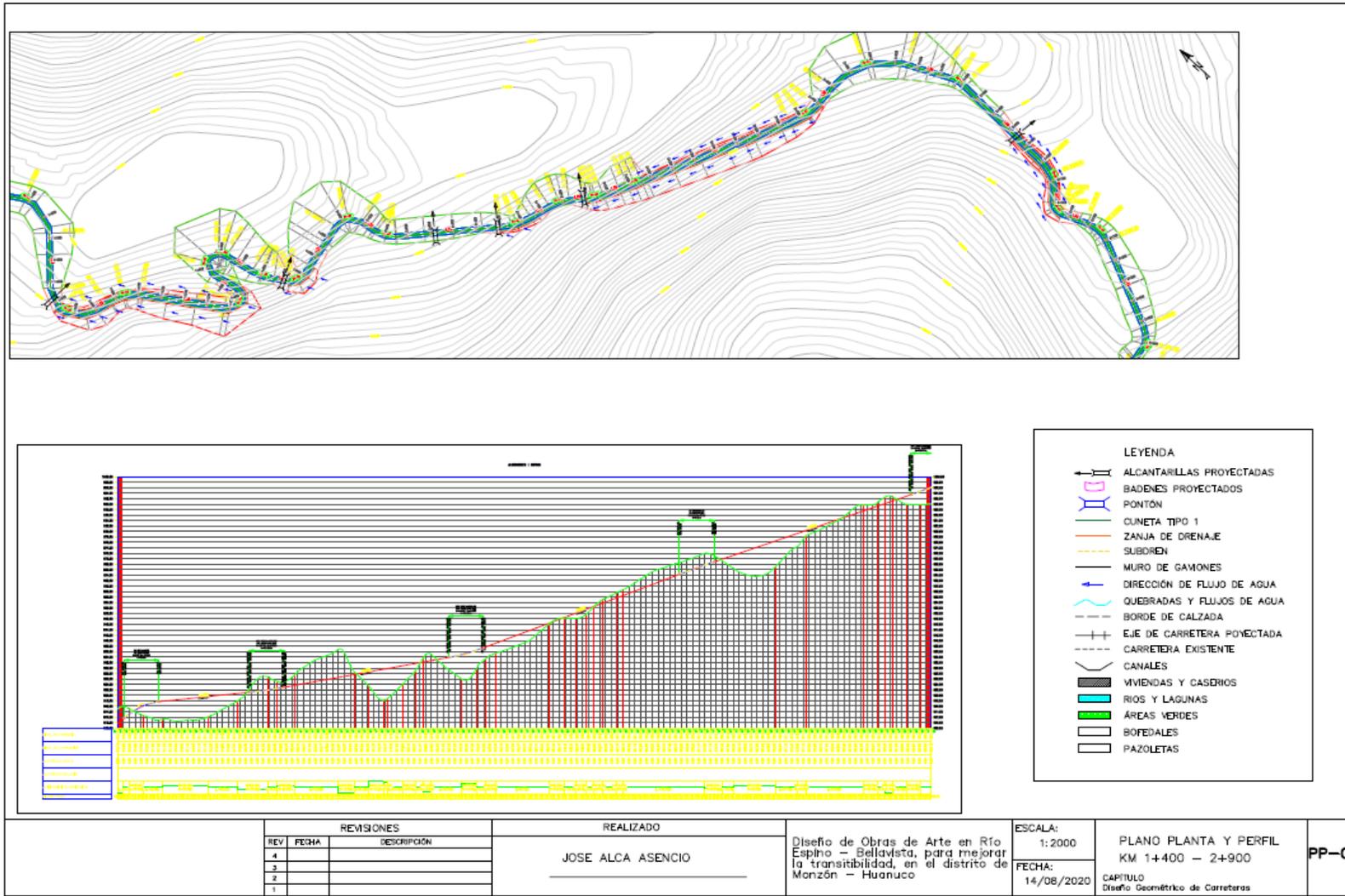
## Anexo 7: Sección Transversal (4+600 – 4+900) Km



	<b>DISEÑOS DE OBRAS DE ARTE EN RÍO ESPINO - BELLAVISTA, PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD, EN EL DISTRITO DE MONZÓN-HUÁNUCO</b>	
	PLAN: PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES	ESTAD.: HUÁNUCO
	ALIADO: JOSÉ ALCA - RONY ESTELO	PROJ.: HUÁNUCO DIST.: MONZÓN USAR: RÍO ESPINO BELLAVISTA
	AÑO: 2020	



### Anexo 8: PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL (1+400 – 2+900) Km



- LEYENDA**
- ALCANTARILLAS PROYECTADAS
  - BADENES PROYECTADOS
  - PONTÓN
  - CUNETETA TIPO 1
  - ZANJA DE DRENAJE
  - SUBDREN
  - MURO DE GAVIONES
  - DIRECCIÓN DE FLUJO DE AGUA
  - QUEBRADAS Y FLUJOS DE AGUA
  - BORDE DE CALZADA
  - EJE DE CARRETERA PROYECTADA
  - CARRETERA EXISTENTE
  - CANALES
  - VIVIENDAS Y CASERIOS
  - RIOS Y LAGUNAS
  - ÁREAS VERDES
  - BOFEDALES
  - PAZOLETAS

REVISIONES		DESCRIPCIÓN
REV	FECHA	
4		
3		
2		
1		

REALIZADO  
JOSE ALCA ASENCIO

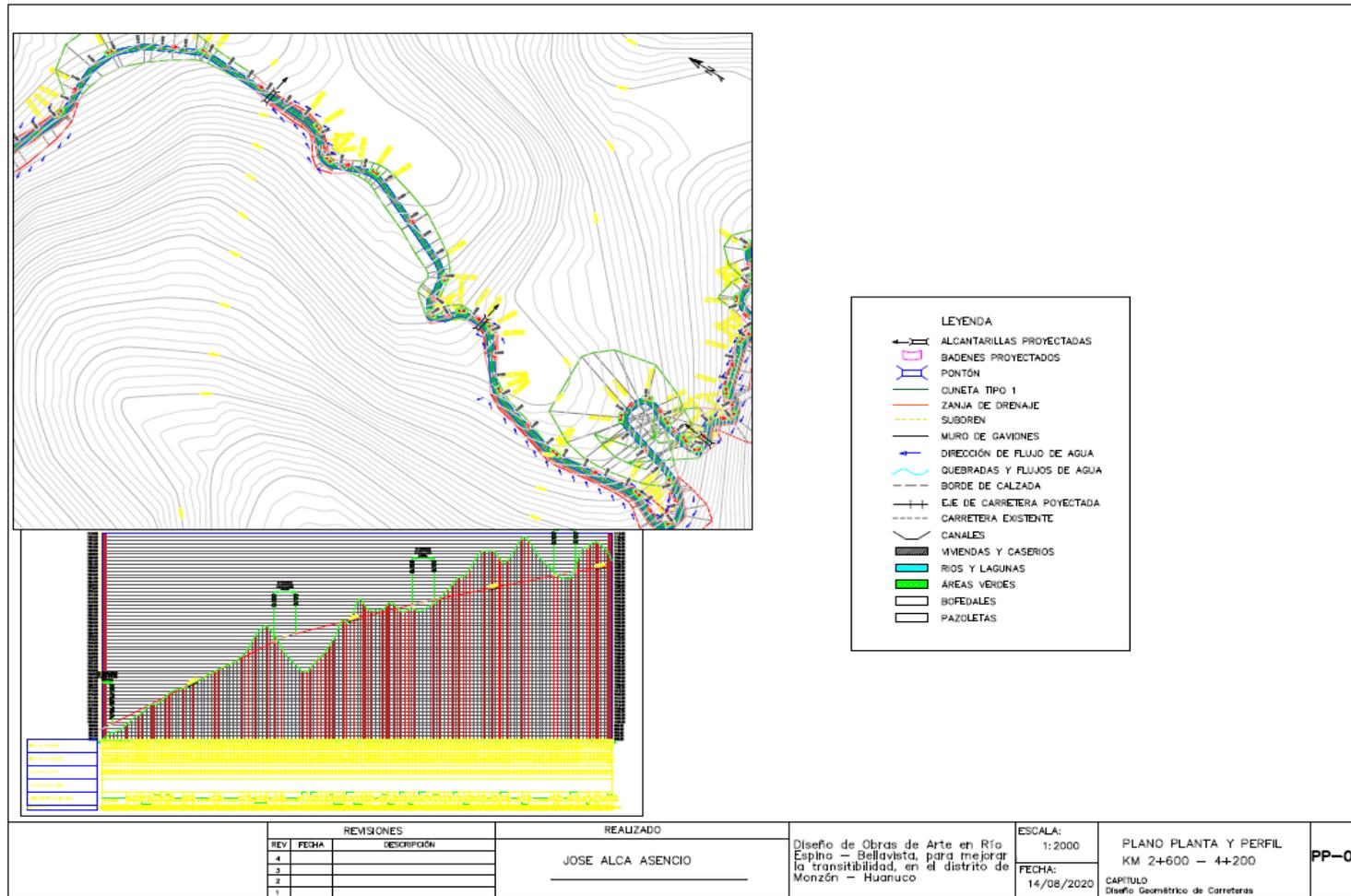
Diseño de Obras de Arte en Río Esplno – Bellavista, para mejorar la transitabilidad, en el distrito de Monzón – Huanuco

ESCALA:  
1:2000  
FECHA:  
14/08/2020

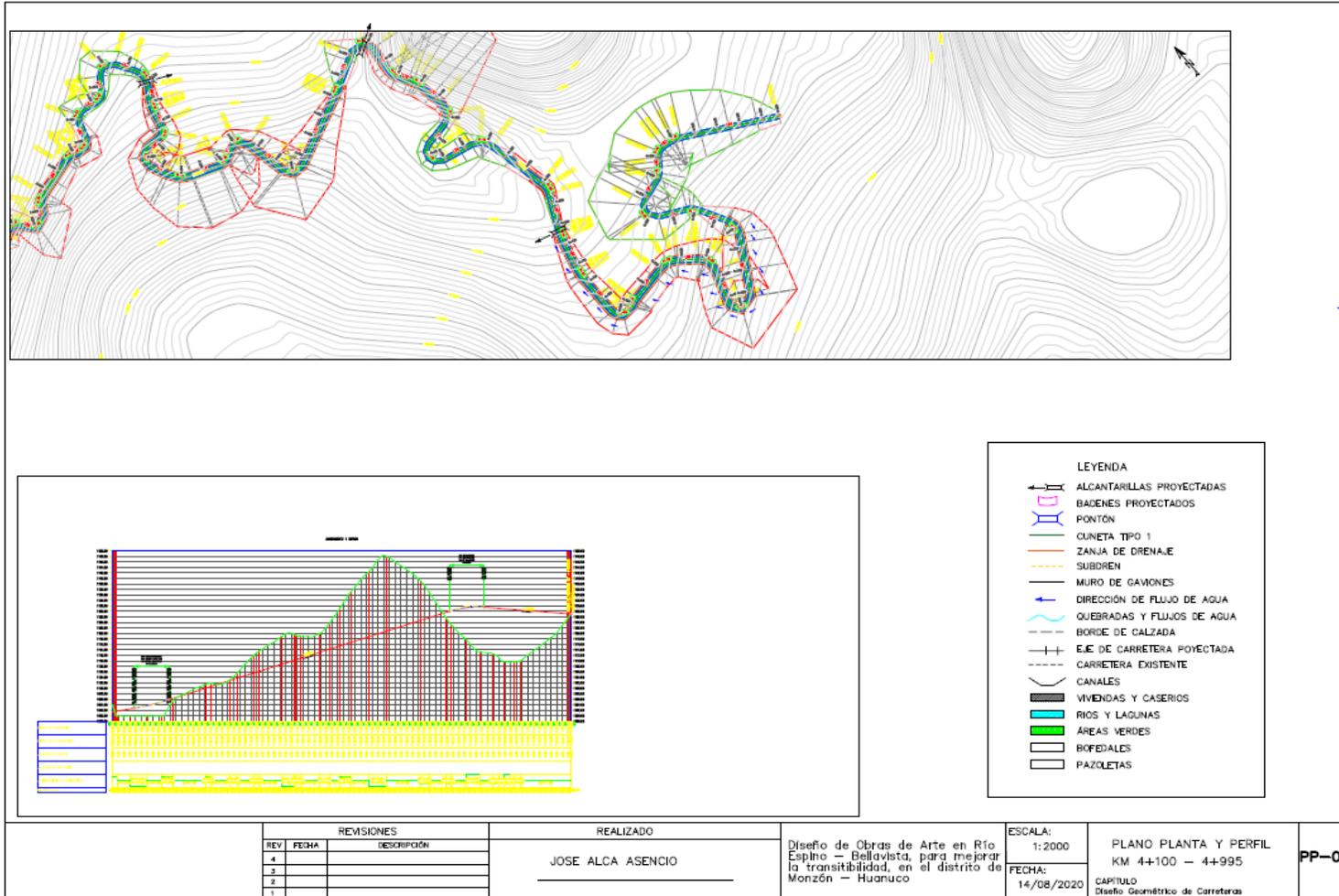
PLANO PLANTA Y PERFIL  
KM 1+400 – 2+900  
CAPITULO  
Diseño Geométrico de Carreteras

PP-01

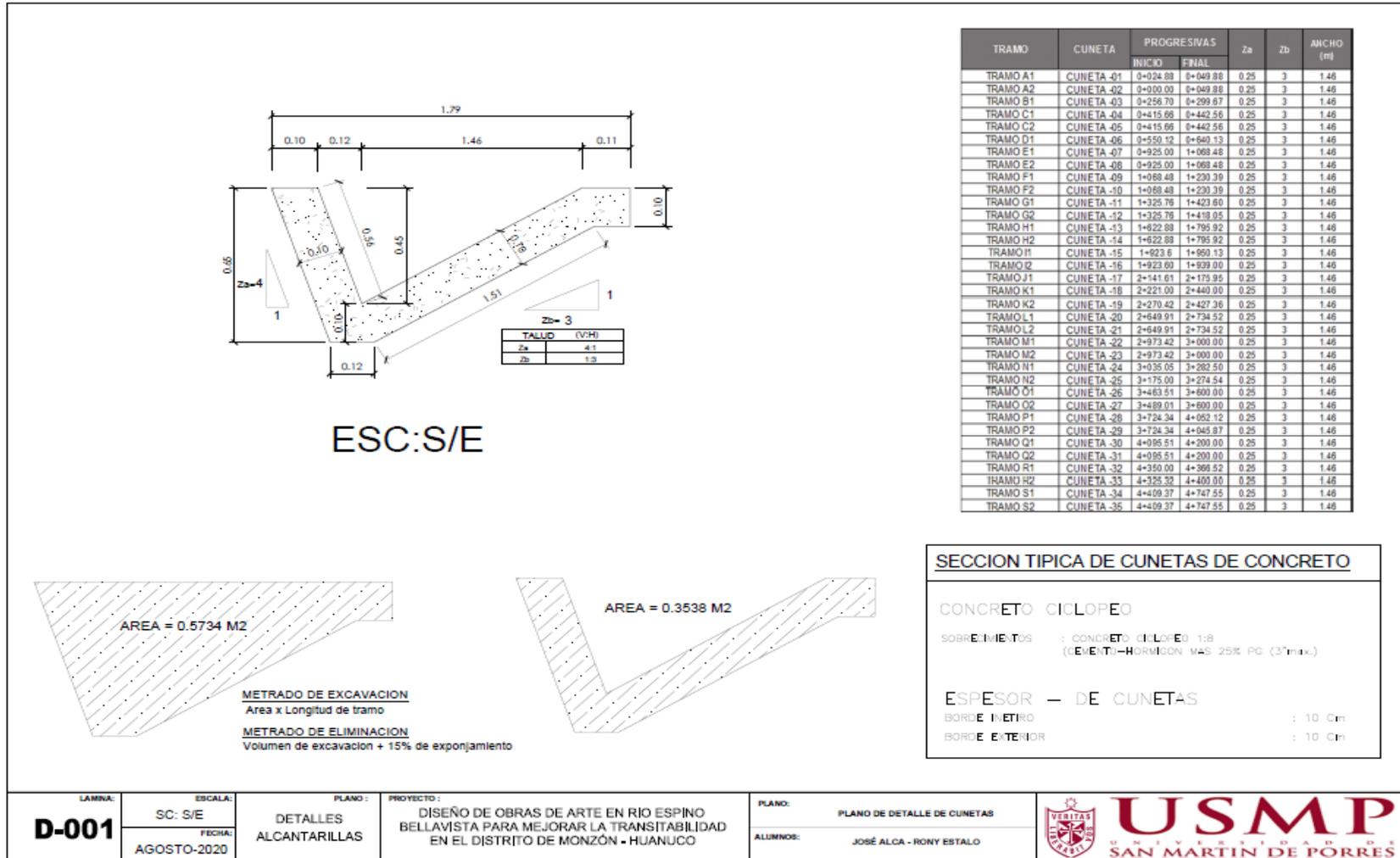
### Anexo 9: Plano De Perfil Longitudinal (2+600 – 4+200) Km



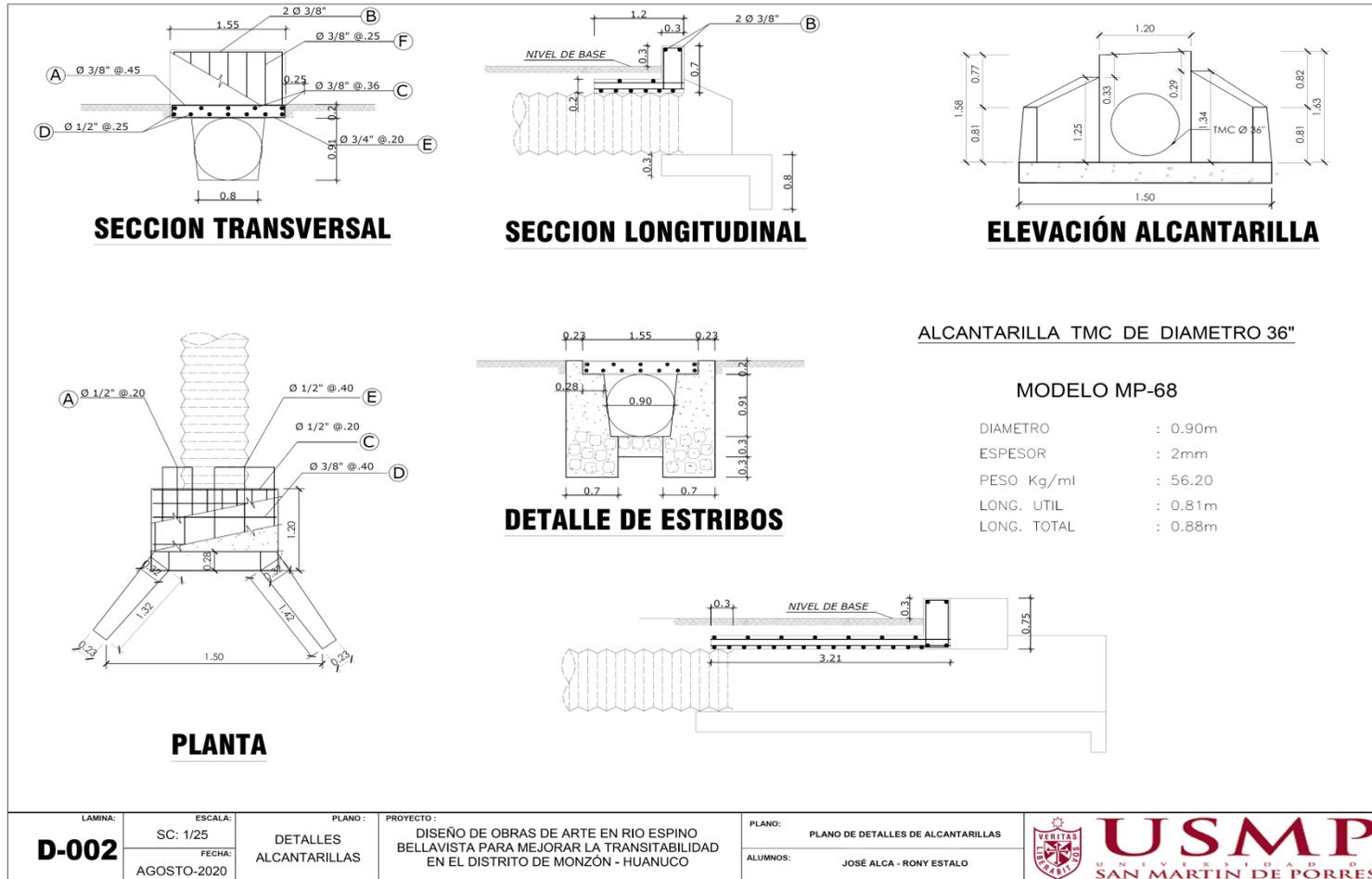
### Anexo 10: Plano de Perfil Longitudinal (4+100 – 4+995) km



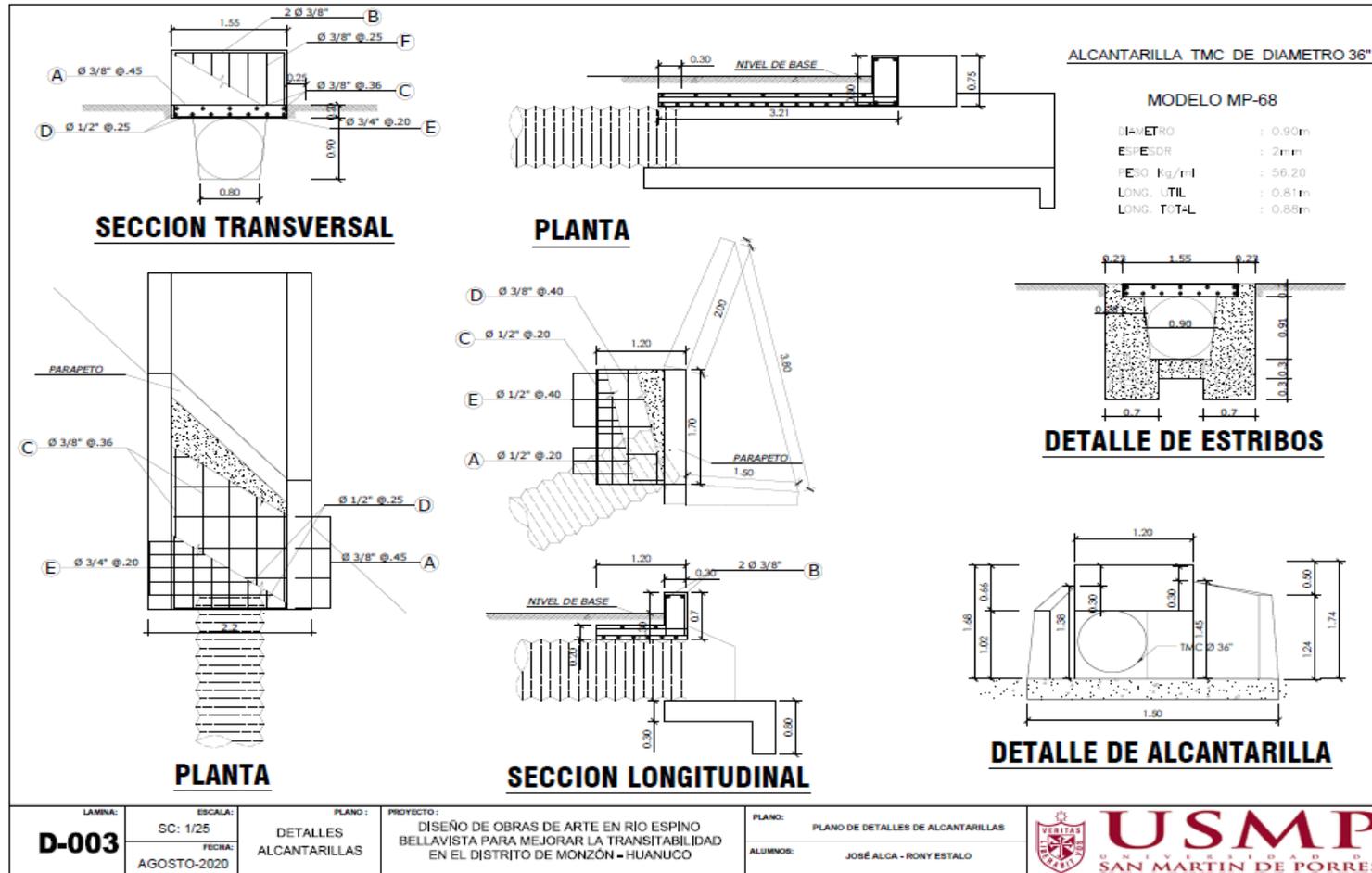
## Anexo 11: Plano de Cuneta



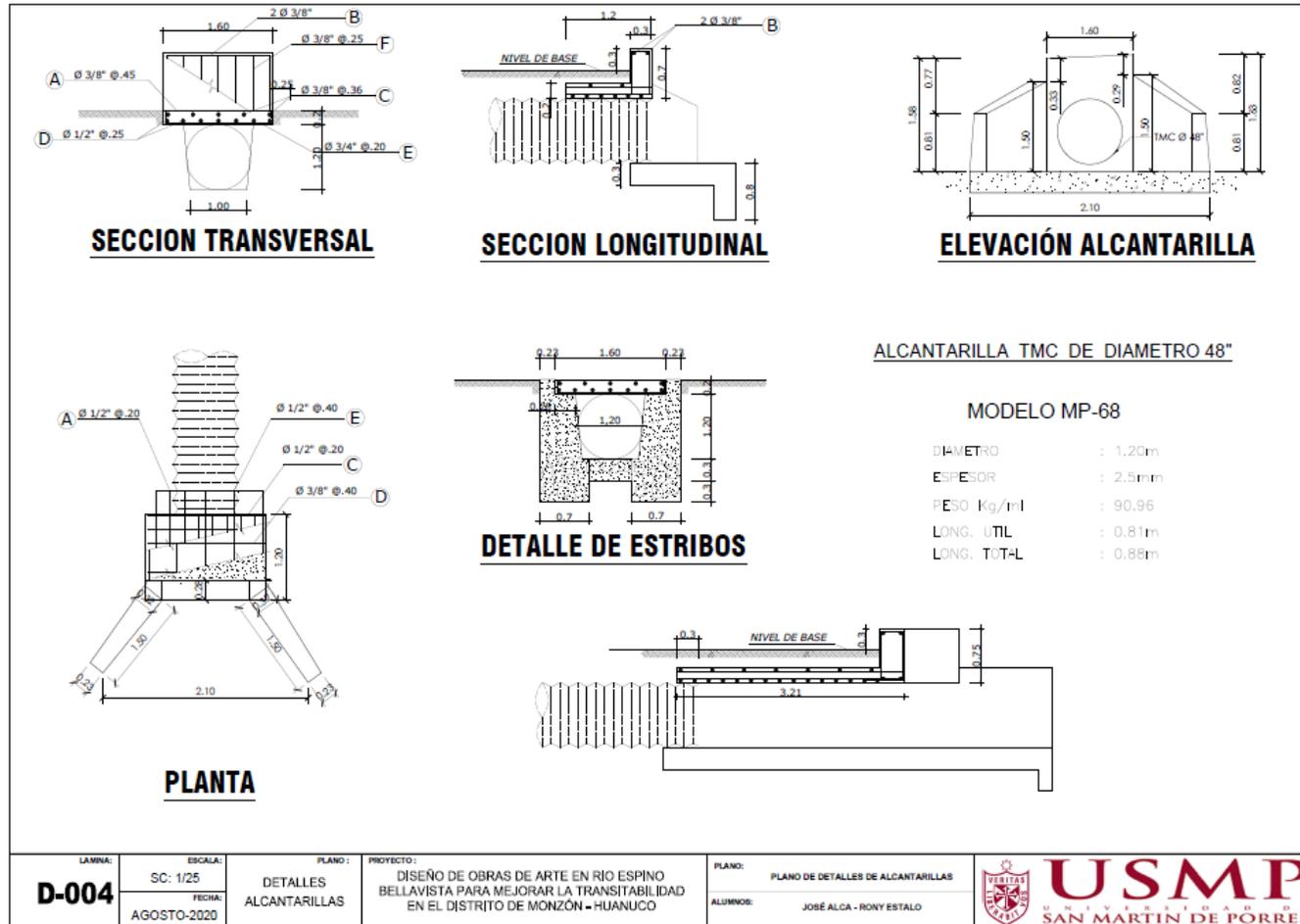
## Anexo 12: Plano de Alcantarilla transversal de 36"



### Anexo 13: Plano de Alcantarilla longitudinal de 36"

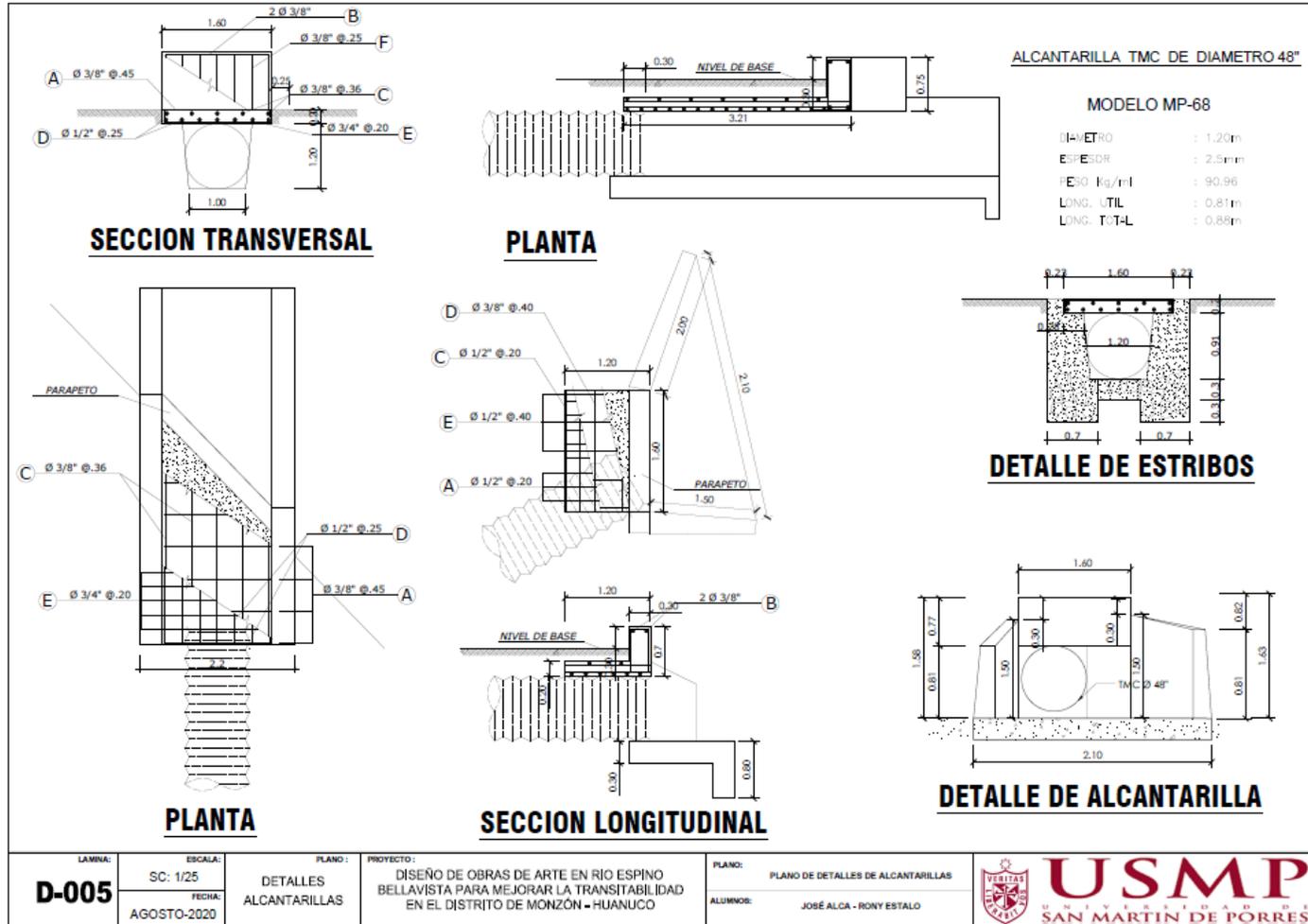


## Anexo 14: Plano de Alcantarilla transversal de 48"

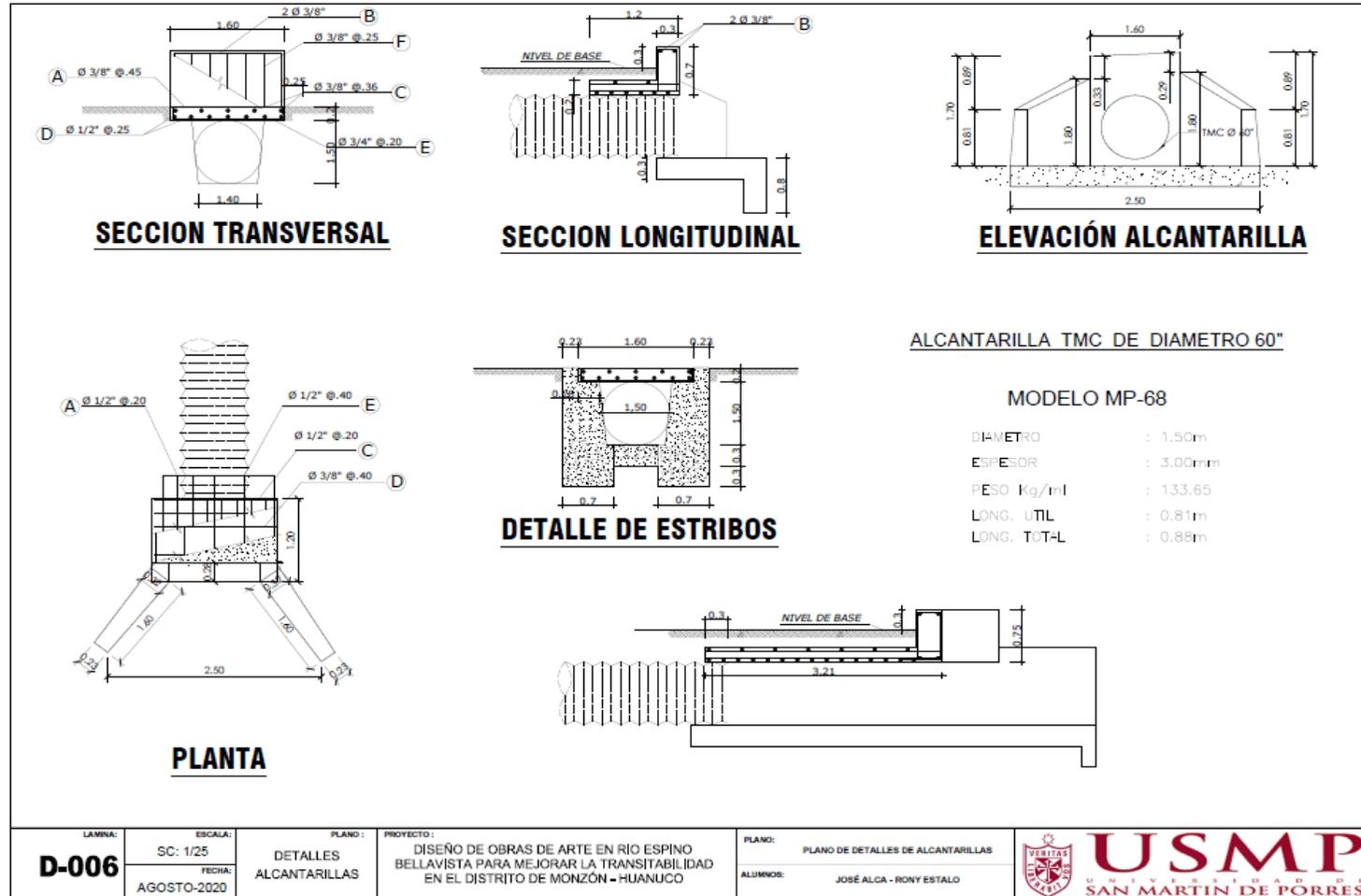


LAMINA: <b>D-004</b>	ESCALA: SC: 1/25 FECHA: AGOSTO-2020	PLANO: DETALLES ALCANTARILLAS	PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS DE ARTE EN RIO ESPINO BELLAVISTA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL DISTRITO DE MONZÓN - HUANUCO	PLANO: PLANO DE DETALLES DE ALCANTARILLAS ALUMNOS: JOSÉ ALCA - RONY ESTALO	 <b>USMP</b> UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES
-------------------------	--	-------------------------------------	--	---	--

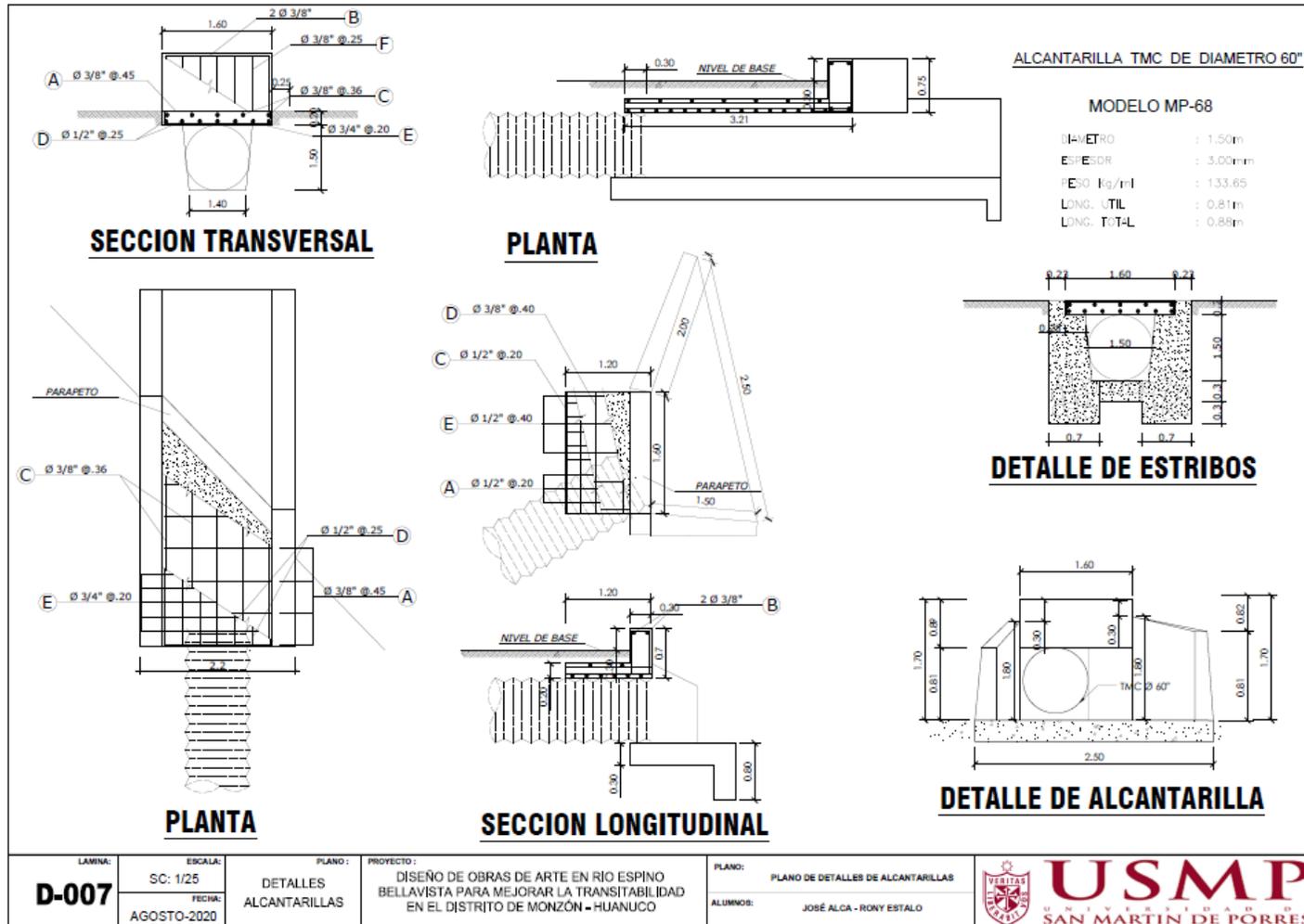
## Anexo 15: Plano de Alcantarilla longitudinal de 48"



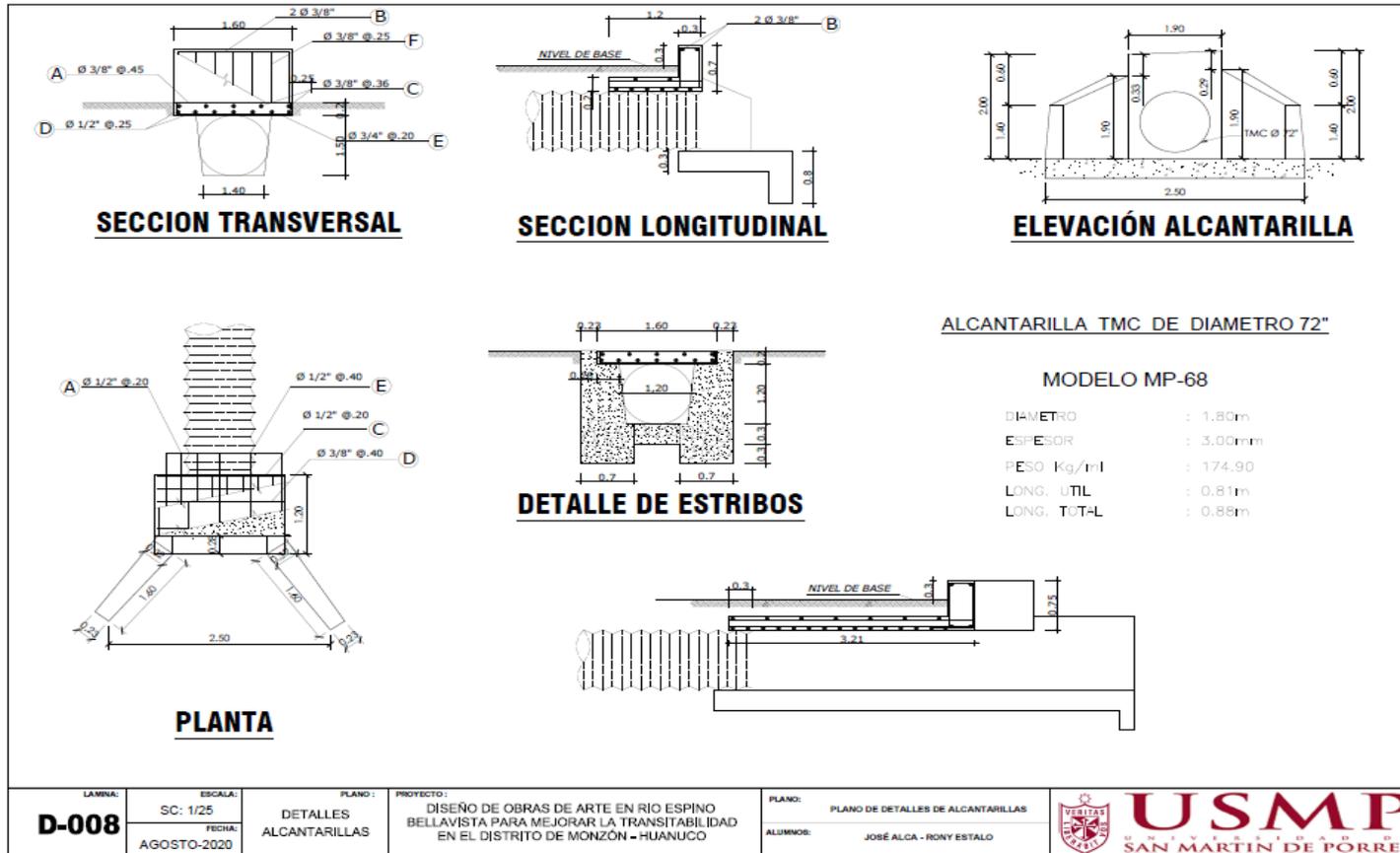
## Anexo 16: Plano de Alcantarilla transversal de 60"



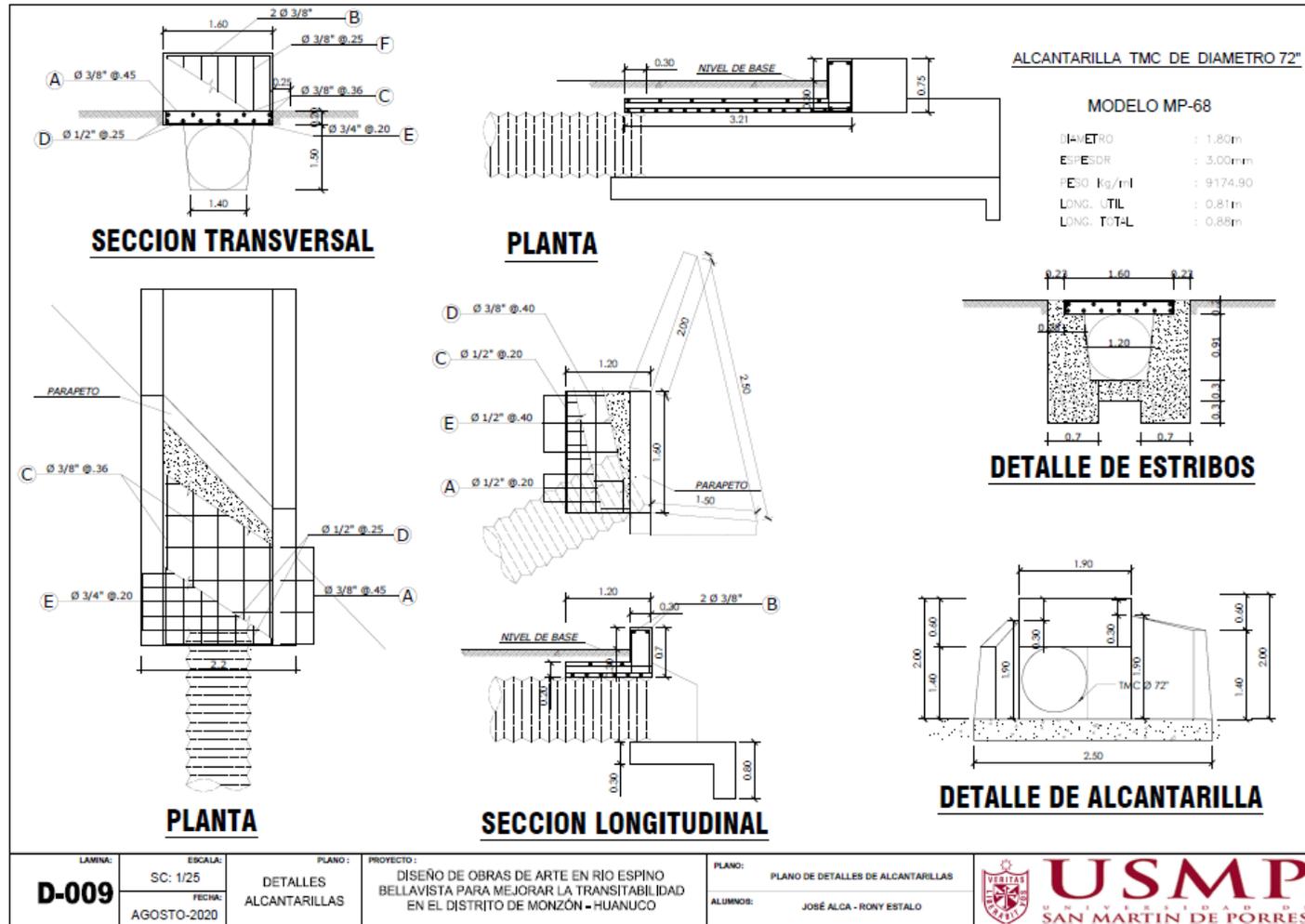
### Anexo 17: Plano longitudinal de Alcantarilla de 60"



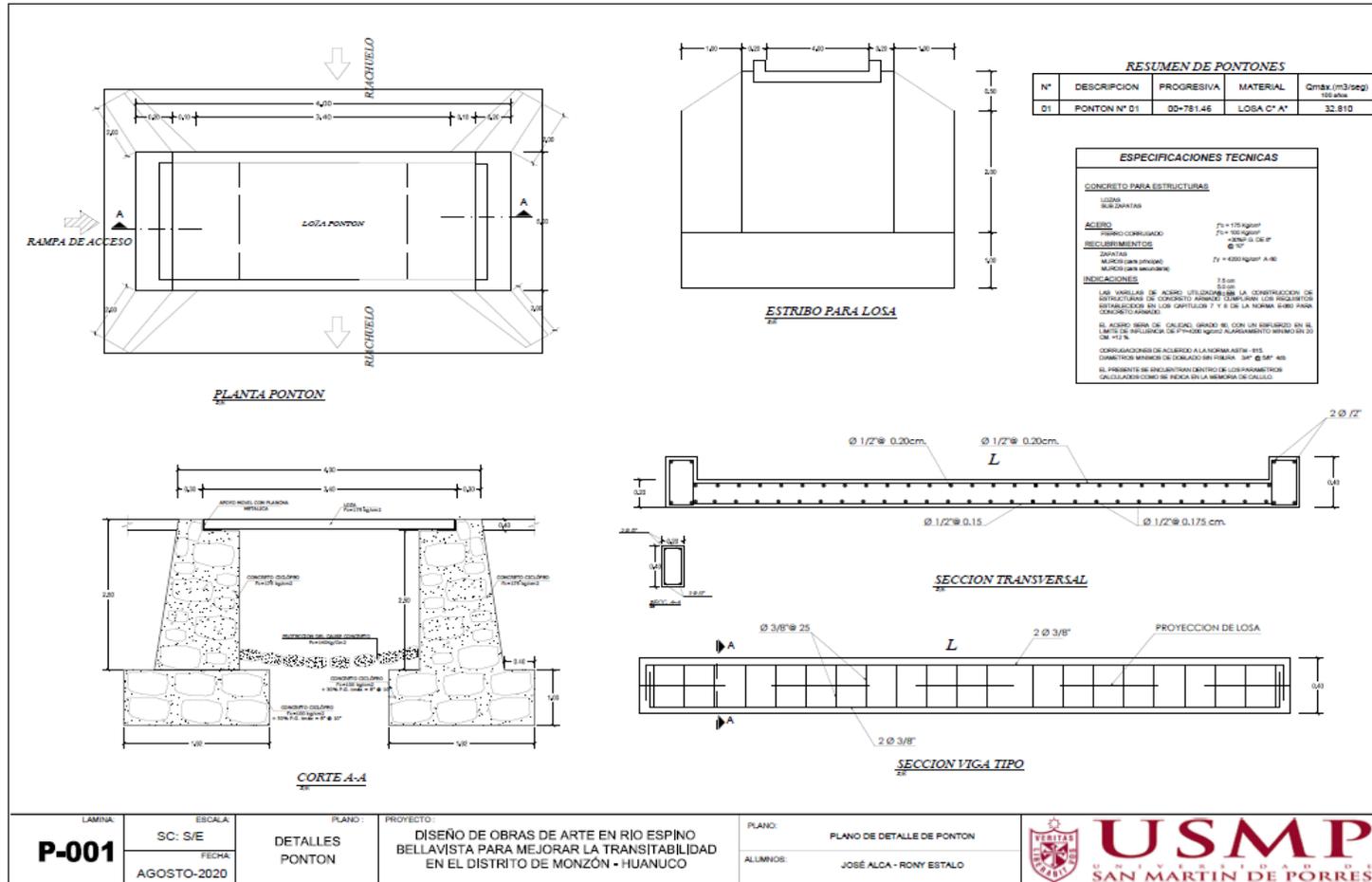
## Anexo 18: Plano transversal de Alcantarilla de 72"



## Anexo 19: Plano longitudinal de Alcantarilla 72"

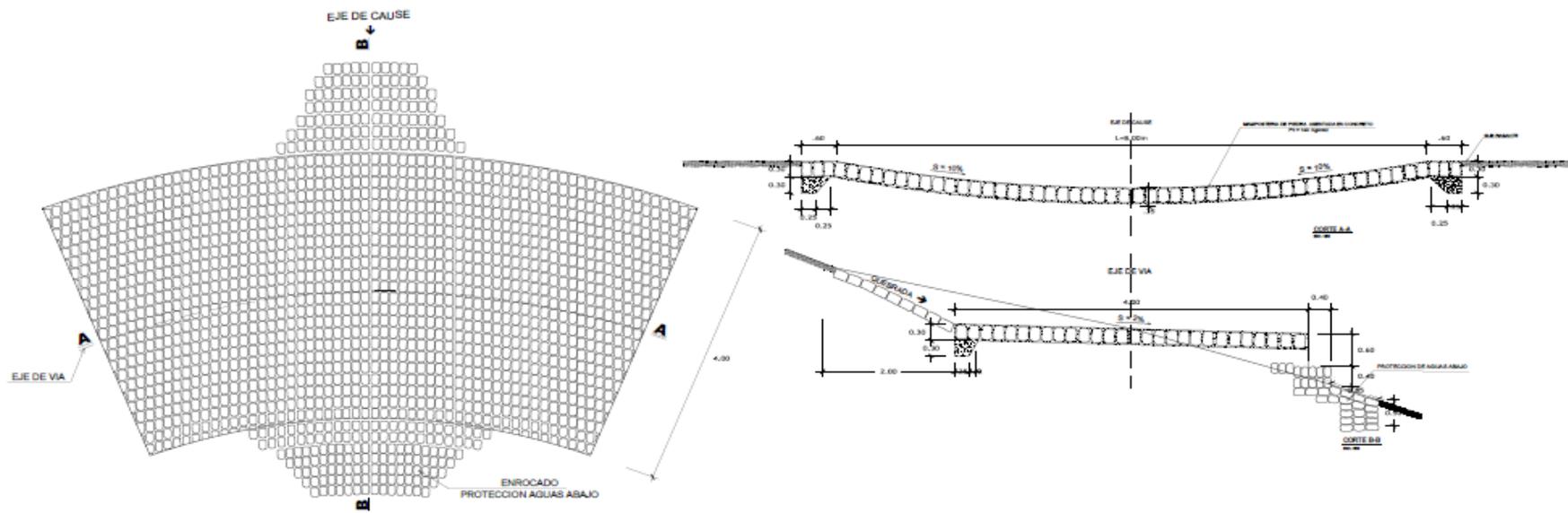


## Anexo 20: Plano de Pontón



Anexo 21: Plano de baden

# BADEN L=8m

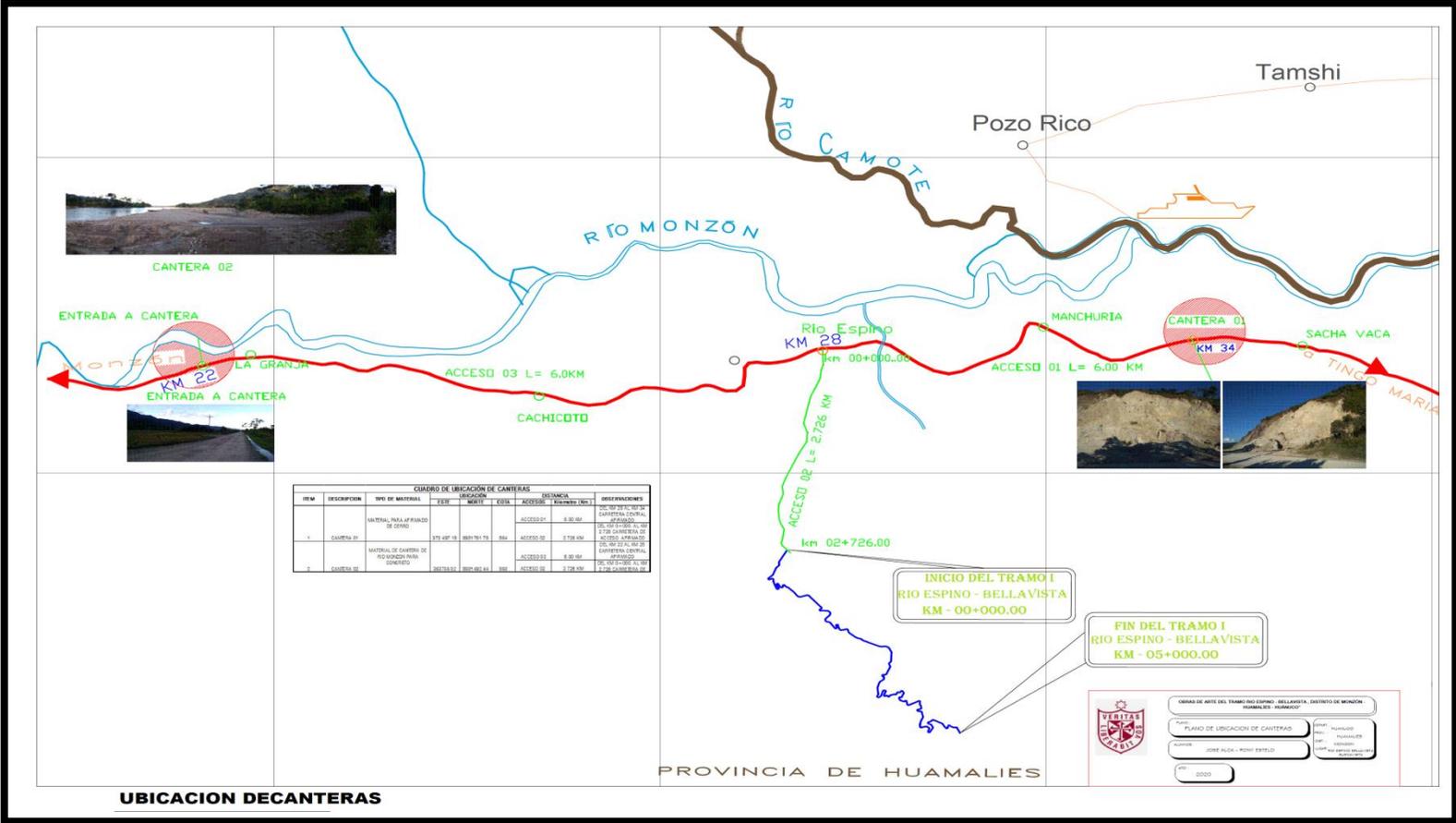


## PLANTA

ESC.: S/E

LAMINA: <b>D-001</b>	ESCALA: SC: S/E FECHA: AGOSTO-2020	PLANO: DETALLES DE BADEN	PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS DE ARTE EN RIO ESPINO BELLAVISTA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL DISTRITO DE MONZÓN - HUANUCO	PLANO: PLANO DE DETALLE DE BADEN	 <b>USMP</b> UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRES
			ALUMNOS: JOSÉ ALCA - RONY ESTALO		

### Anexo 22: Plano de Canteras





**Anexo 23: Análisis Granulométrico de la C1 de la Vía de Rio Espino-Bellavista Km 0+000**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D422**

<b>PROYECTO:</b>		CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.				<b>MUESTRA:</b> Calicata 01	
<b>UBICACIÓN:</b>		Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco				Estrato 01: Subrasante	
<b>SOLICITADO POR:</b>		Municipalidad Distrital de Monzón				OPERADOR: Amulfo Rosas	
						FECHA: julio-2018	
<b>Tamices</b>		<b>Peso</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Que Pasa</b>	<b>Especificaciones</b>	
<b>Ø</b>	<b>(mm)</b>	<b>Retenido</b>	<b>Parcial</b>	<b>Acumulado</b>		<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
2"	50.80	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1"	25.40	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
3/4"	19.05	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1/2"	12.70	316.50	8.82%	8.82%	91.18%		
3/8"	9.525	83.70	2.33%	11.15%	88.85%		
1/4"	6.350	51.10	1.42%	12.57%	87.43%		
Nº 4	4.760	34.60	0.96%	13.53%	86.47%		
Nº 8	2.380	130.60	3.64%	17.17%	82.83%		
Nº 10	2.000	77.10	2.15%	19.32%	80.68%		
Nº 16	1.190	140.40	3.91%	23.23%	76.77%		
Nº 20	0.840	155.50	4.33%	27.56%	72.44%		
Nº 30	0.590	171.00	4.76%	32.33%	67.67%		
Nº 40	0.426	131.90	3.67%	36.00%	64.00%		
Nº 50	0.297	132.80	3.70%	39.70%	60.30%		
Nº 80	0.180	223.40	6.22%	45.92%	54.08%		
Nº 100	0.149	40.90	1.14%	47.06%	52.94%		
Nº 200	0.074	133.90	3.73%	50.79%	49.21%		
Fondo		1766.60	49.21%	100.00%	0.00%		
TOTAL		3590.00	100.00%				

**Tamaño Máximo:** 3/4"

**Descripción Muestras:**  
ARENA ARCILLOSA CON GRAVA, MEDIANAMENTE COMPACTA.

SUCS = SC      AASHTO = A-6

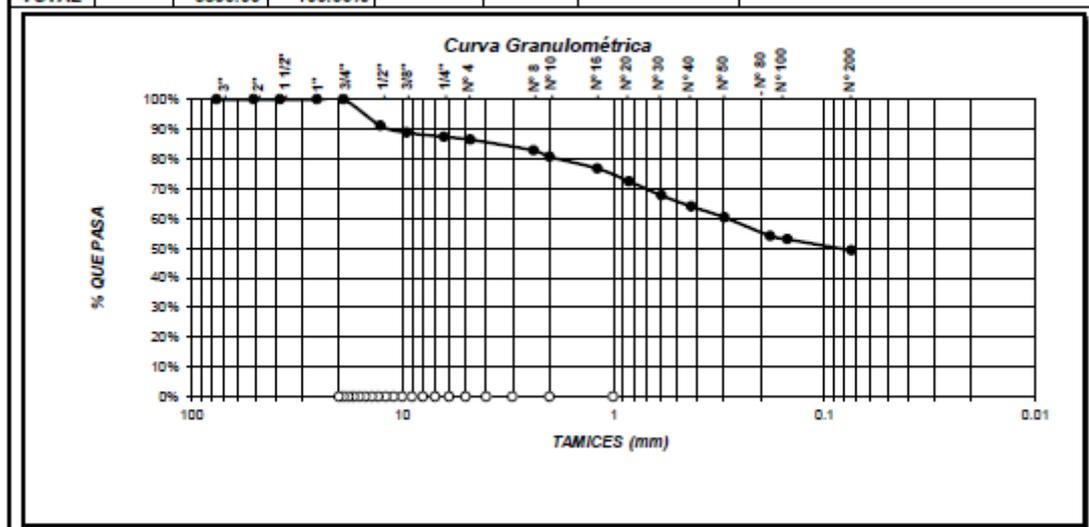
LL = 40.7      Piedras: 13.53%  
LP = 19.4      Arenas: 37.26%  
IP = 21.4      Finos: 49.21%

IG = 7

HUM. NATURAL = 14.77 %

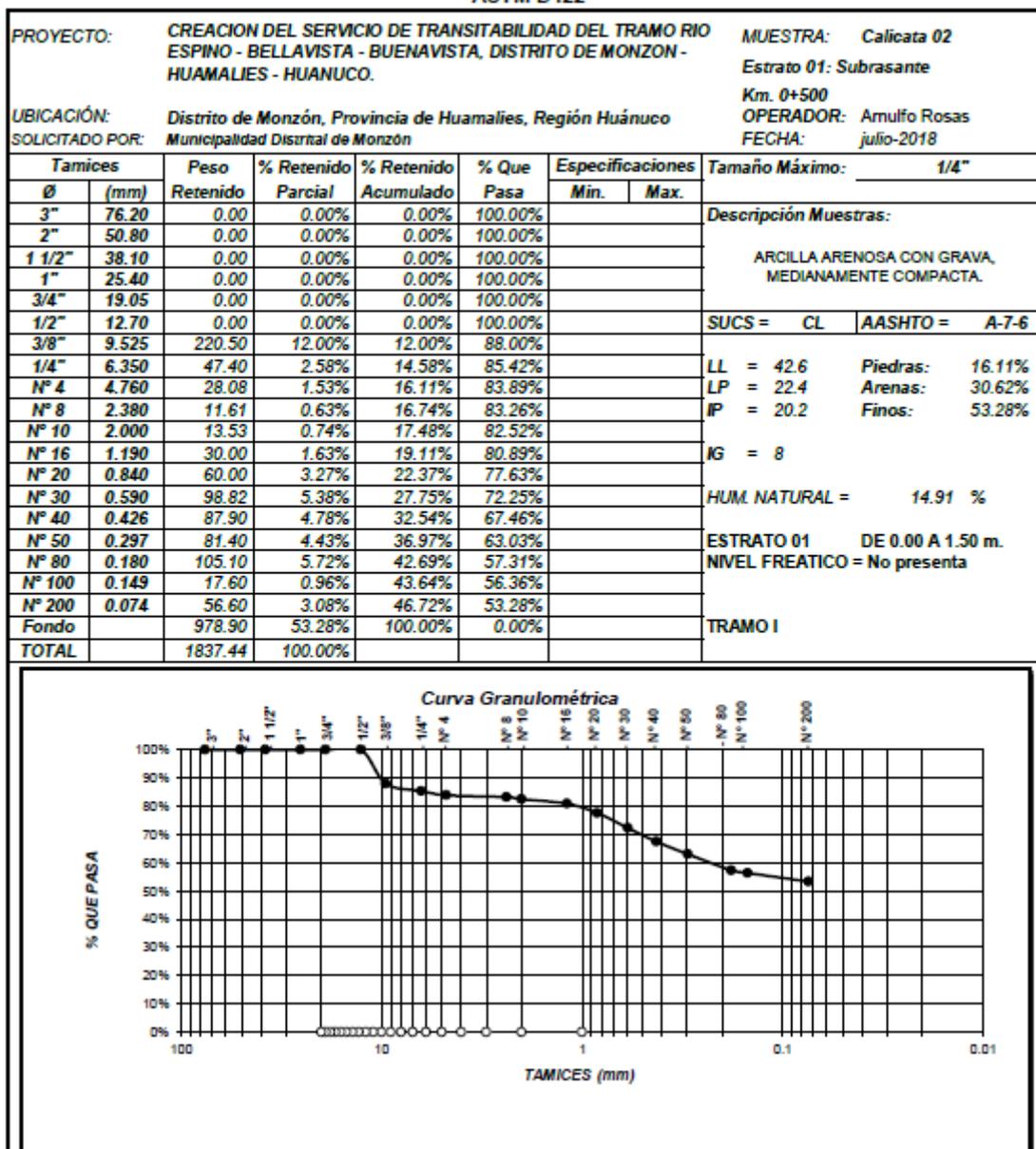
ESTRATO 01 DE 0.00 A 1.50 m.  
NIVEL FREATICO = No presenta

TRAMO I



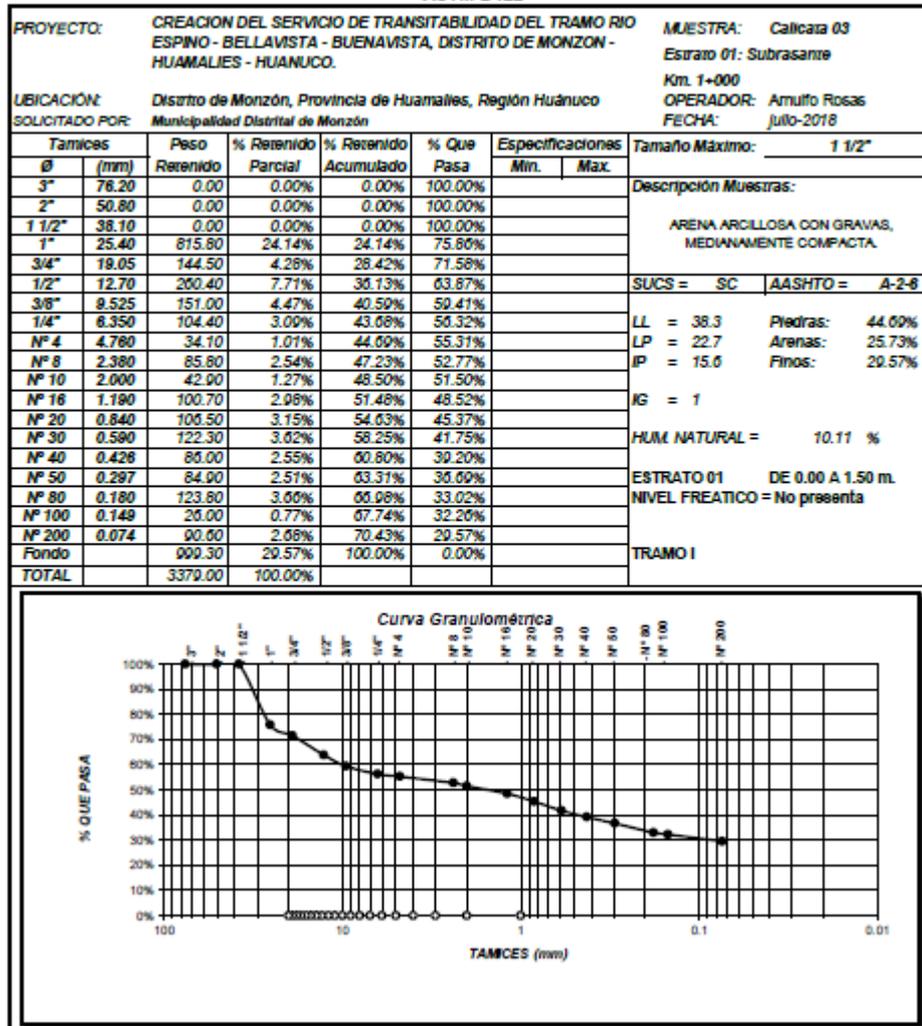
**Anexo 24: Análisis Granulométrico de la C2 de la Vía de Rio Espino-Bellavista  
Km 0+500**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D422**



**Anexo 25: Análisis Granulométrico de la C3 de la Vía de Río Espino-Bellavista  
Km 1+000**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D422**



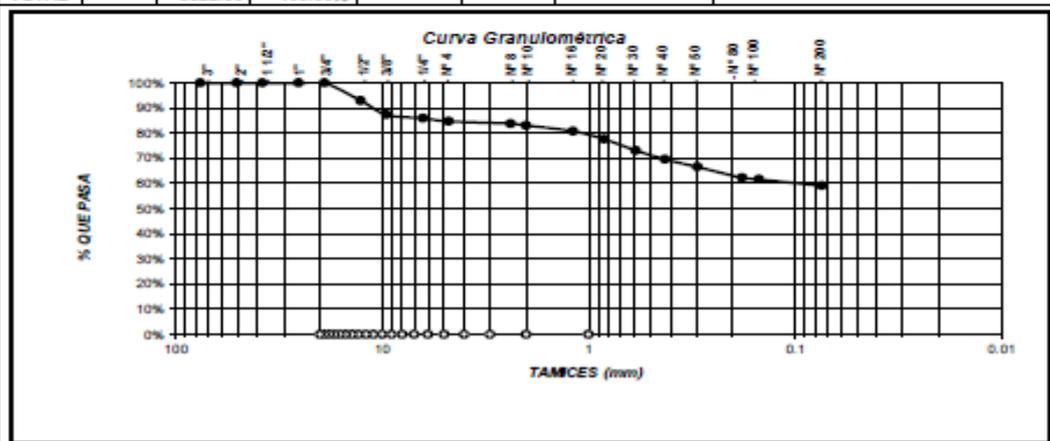
**Anexo 26: Análisis Granulométrico de la C4 de la Vía de Rio Espino-Bellavista  
Km 1+500**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D422**

<b>PROYECTO:</b>		CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.				<b>MUESTRA:</b> Calicata 04	
<b>UBICACIÓN:</b>		Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco				Estrato 01: Subrasante	
<b>SOLICITADO POR:</b>		Municipalidad Distrital de Monzón				OPERADOR: Amulfo Rosas	
						FECHA: Julio-2018	
<b>Tamices</b>		<b>Peso</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Que</b>	<b>Especificaciones</b>	
<b>Ø</b>	<b>(mm)</b>	<b>Retenido</b>	<b>Parcial</b>	<b>Acumulado</b>	<b>Pasa</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
2"	50.80	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1"	25.40	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
3/4"	19.05	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1/2"	12.70	247.00	7.01%	7.01%	92.99%		
3/8"	9.525	197.40	5.60%	12.62%	87.38%		
1/4"	6.350	49.20	1.40%	14.01%	85.99%		
Nº 4	4.760	43.00	1.22%	15.23%	84.77%		
Nº 8	2.380	31.00	0.90%	16.13%	83.87%		
Nº 10	2.000	26.00	0.70%	16.80%	83.11%		
Nº 16	1.190	79.80	2.27%	19.15%	80.85%		
Nº 20	0.840	112.80	3.20%	22.35%	77.65%		
Nº 30	0.590	157.40	4.47%	26.82%	73.18%		
Nº 40	0.428	125.00	3.55%	30.37%	69.63%		
Nº 50	0.297	105.40	3.02%	33.39%	66.61%		
Nº 80	0.180	151.00	4.29%	37.68%	62.32%		
Nº 100	0.149	23.40	0.66%	38.34%	61.66%		
Nº 200	0.074	88.60	2.52%	40.86%	59.14%		
Fondo		2083.40	59.14%	100.00%	0.00%		
TOTAL		3522.60	100.00%				

<b>Tamaño Máximo:</b> 3/4"	
<b>Descripción Muestras:</b>	
ARCILLA ARENOSA CON GRAVAS, MEDIANAMENTE COMPACTA.	
<b>SUCS =</b> CL	<b>AASHTO =</b> A-7-6
<b>LL =</b> 42.7	<b>Piedras =</b> 15.23%
<b>LP =</b> 23.1	<b>Arenas =</b> 25.62%
<b>IP =</b> 19.0	<b>Finos =</b> 59.14%
<b>IG =</b> 0	
<b>HUM. NATURAL =</b> 15.82 %	
<b>ESTRATO 01</b> DE 0.00 A 1.50 m.	
<b>NIVEL FREÁTICO =</b> No presenta	
<b>TRAMO I</b>	



**Anexo 27: Análisis Granulométrico de la C5 de la Vía de Rio Espino-Bellavista  
Km 2+000**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D422**

<b>PROYECTO:</b>		CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.				<b>MUESTRA:</b> Calicata 05		
<b>UBICACIÓN:</b>		Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco				Estrato 01: Subrasante		
<b>SOLICITADO POR:</b>		Municipalidad Distrital de Monzón				Km. 2+000		
						<b>OPERADOR:</b> Amulfo Rosas		
						<b>FECHA:</b> julio-2018		
Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones		Tamaño Máximo:
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	Min.	Max.	4.760 mm.
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			<b>Descripción Muestras:</b>  ARCILLA ARENOSA, MEDIANAMENTE COMPACTA.
2"	50.80	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1"	25.40	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
3/4"	19.05	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1/2"	12.70	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			SUCS = CL    AASHTO = A-7-6
3/8"	9.525	126.50	3.40%	3.40%	96.60%			LL = 41.3    Piedras: 7.40% LP = 21.4    Arenas: 30.93% IP = 19.9    Finos: 61.67%
1/4"	6.350	86.40	2.32%	5.73%	94.27%			
Nº 4	4.760	62.10	1.67%	7.40%	92.60%			IG = 9
Nº 8	2.380	48.70	1.31%	8.71%	91.29%			
Nº 10	2.000	74.90	2.01%	10.72%	89.28%			HUM. NATURAL = 15.99 %
Nº 16	1.190	45.00	1.21%	11.93%	88.07%			
Nº 20	0.840	72.80	1.96%	13.89%	86.11%			ESTRATO 01 DE 0.00 A 1.50 m. NIVEL FREATICO = No presenta
Nº 30	0.590	95.10	2.56%	16.45%	83.55%			
Nº 40	0.426	127.90	3.44%	19.89%	80.11%			TRAMO I
Nº 50	0.297	131.60	3.54%	23.43%	76.57%			
Nº 80	0.180	192.70	5.18%	28.61%	71.39%			
Nº 100	0.149	65.70	1.77%	30.38%	69.62%			
Nº 200	0.074	295.60	7.95%	38.33%	61.67%			
Fondo		2293.00	61.67%	100.00%	0.00%			
TOTAL		3718.00	100.00%					

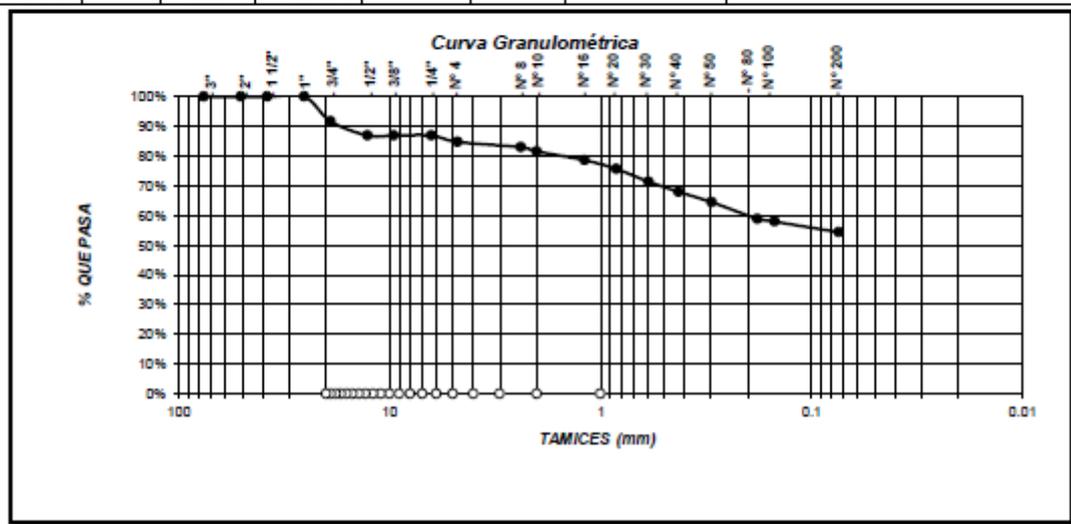
  

**Curva Granulométrica**

**Anexo 28: Análisis Granulométrico de la C6 de la Vía de Rio Espino-Bellavista  
Km 2+500**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D422**

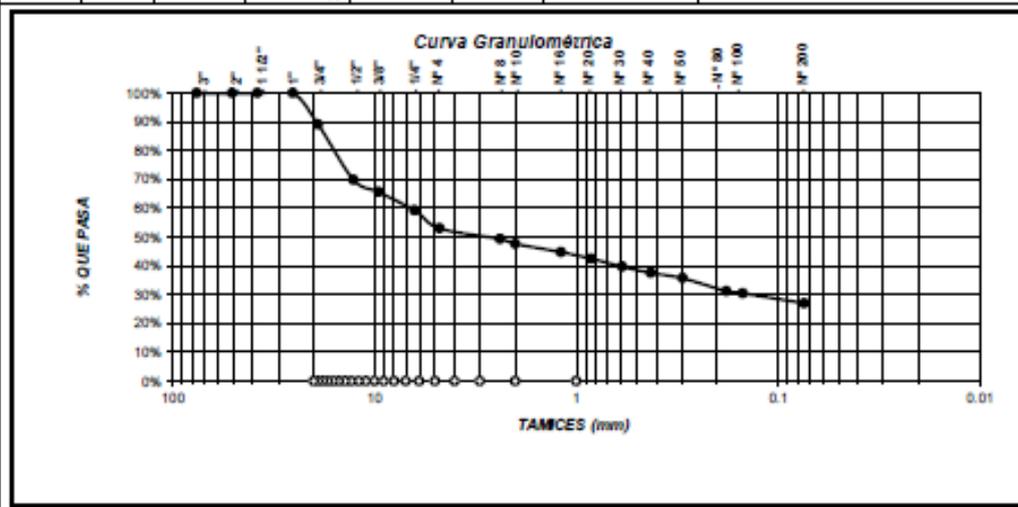
<b>PROYECTO:</b>		CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.				<b>MUESTRA:</b> Calicata 06		
<b>UBICACIÓN:</b>		Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco				Estrato 01: Subrasante		
<b>SOLICITADO POR:</b>		Municipalidad Distrital de Monzón				Km. 2+500		
						OPERADOR: Arnulfo Rosas		
						FECHA: julio-2018		
Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones		Tamaño Máximo: 1"
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	Min.	Max.	
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Descripción Muestras:  ARCILLA ARENOSA CON GRAVA, MEDIANAMENTE COMPACTA.
2"	50.80	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1"	25.40	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
3/4"	19.05	156.50	8.29%	8.29%	91.71%			
1/2"	12.70	90.20	4.78%	13.07%	86.93%			SUCS = CL AASHTO = A-7-6
3/8"	9.525	0.00	0.00%	13.07%	86.93%			
1/4"	6.350	0.00	0.00%	13.07%	86.93%			LL = 43.2 Piedras: 15.23%
Nº 4	4.760	40.90	2.17%	15.23%	84.77%			LP = 21.2 Arenas: 30.40%
Nº 8	2.380	33.20	1.76%	16.99%	83.01%			IP = 22.0 Finos: 54.36%
Nº 10	2.000	27.40	1.45%	18.44%	81.56%			
Nº 16	1.190	54.90	2.91%	21.35%	78.65%			IG = 9
Nº 20	0.840	56.90	3.01%	24.36%	75.64%			
Nº 30	0.590	80.80	4.28%	28.64%	71.36%			HUM. NATURAL = 14.00 %
Nº 40	0.426	64.00	3.39%	32.03%	67.97%			
Nº 50	0.297	65.60	3.47%	35.51%	64.49%			ESTRATO 01 DE 0.00 A 1.50 m.
Nº 80	0.180	106.00	5.61%	41.12%	58.88%			NIVEL FREÁTICO = No presenta
Nº 100	0.149	17.70	0.94%	42.06%	57.94%			
Nº 200	0.074	67.50	3.58%	45.64%	54.36%			
Fondo		1026.40	54.36%	100.00%	0.00%			TRAMO I
TOTAL		1888.00	100.00%					



**Anexo 29: Análisis Granulométrico de la C7 de la Vía de Rio Espino-Bellavista  
Km 3+000**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D422**

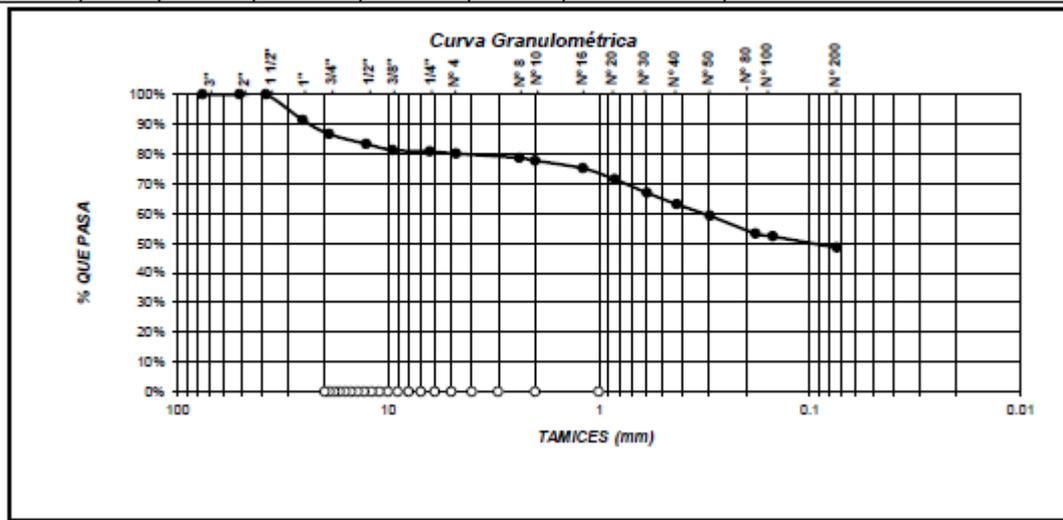
<b>PROYECTO:</b>		CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.			<b>MUESTRA:</b> Calicata 07		
<b>UBICACIÓN:</b>		Distrito de Monzón, Provincia de Huamales, Región Huánuco			Estrato 01: Subrasante		
<b>SOLICITADO POR:</b>		Municipalidad Distrital de Monzón			Km. 3+000		
					<b>OPERADOR:</b> Arnulfo Rosas		
					<b>FECHA:</b> Julio-2018		
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones		Tamaño Máximo: 1"
					Min.	Max.	
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		Descripción Muestras:  ARENA ARCILLOSA CON GRAVA, MEDIANAMENTE COMPACTA.
2"	50.80	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1"	25.40	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
3/4"	19.05	204.20	10.87%	10.87%	89.13%		
1/2"	12.70	302.20	19.28%	30.14%	69.86%		SUCS = SC    AASHTO = A-2-6
3/8"	8.525	78.00	4.18%	34.33%	65.67%		LL = 37.4    Piedras: 40.00%
1/4"	6.350	119.00	6.37%	40.60%	59.31%		LP = 20.3    Arenas: 26.01%
Nº 4	4.760	117.70	6.26%	46.96%	53.04%		IP = 17.1    Finos: 27.04%
Nº 8	2.380	69.30	3.69%	50.64%	49.36%		
Nº 10	2.000	31.00	1.70%	52.34%	47.66%		
Nº 16	1.190	53.70	2.86%	55.20%	44.80%		IG = 1
Nº 20	0.840	43.30	2.30%	57.50%	42.50%		HUM NATURAL = 8.58 %
Nº 30	0.590	52.00	2.77%	60.27%	39.73%		ESTRATO 01 DE 0.00 A 1.50 m.
Nº 40	0.426	40.80	2.17%	62.44%	37.56%		NIVEL FREÁTICO = No presenta
Nº 50	0.297	34.30	1.83%	64.27%	35.73%		
Nº 80	0.180	84.90	4.52%	68.79%	31.21%		
Nº 100	0.149	13.00	0.72%	69.51%	30.49%		
Nº 200	0.074	64.00	3.45%	72.96%	27.04%		
Fondo		508.00	27.04%	100.00%	0.00%		TRAMO I
<b>TOTAL</b>		<b>1879.00</b>	<b>100.00%</b>				



**Anexo 30: Análisis Granulométrico de la C8 de la Vía de Rio Espino-Bellavista  
Km 3+500**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D422**

<b>PROYECTO:</b>		CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.			<b>MUESTRA:</b> Calicata 08		Estrato 01: Subrasante		Km. 3+500		<b>OPERADOR:</b> Amulfo Rosas	
<b>UBICACIÓN:</b>		Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco			<b>FECHA:</b> julio-2018							
<b>SOLICITADO POR:</b>		Municipalidad Distrital de Monzón										
Tamices		Peso	% Retenido		% Que	Especificaciones		Tamaño Máximo: 1 1/2"				
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	Min.	Max.	Descripción Muestras:				
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			ARENA ARCILLOSA CON GRAVA, MEDIANAMENTE COMPACTA.				
2"	50.80	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			SUCS = SC AASHTO = A-2-7				
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			LL = 39.2 Piedras: 19.89%				
1"	25.40	324.60	8.64%	8.64%	91.36%			LP = 21.1 Arenas: 31.66%				
3/4"	19.05	175.50	4.67%	13.32%	86.68%			IP = 18.1 Finos: 48.45%				
1/2"	12.70	124.30	3.31%	16.63%	83.37%			IG = 5				
3/8"	9.525	77.80	2.07%	18.70%	81.30%			HUM. NATURAL = 14.19 %				
1/4"	6.350	17.70	0.47%	19.17%	80.83%			ESTRATO 01 DE 0.00 A 1.50 m.				
Nº 4	4.760	27.00	0.72%	19.89%	80.11%			NIVEL FREATICO = No presenta				
Nº 8	2.380	53.30	1.42%	21.31%	78.69%			TRAMO I				
Nº 10	2.000	35.90	0.96%	22.27%	77.73%							
Nº 16	1.190	97.20	2.59%	24.85%	75.15%							
Nº 20	0.840	139.10	3.70%	28.56%	71.44%							
Nº 30	0.590	170.70	4.55%	33.11%	66.89%							
Nº 40	0.426	144.80	3.86%	36.96%	63.04%							
Nº 50	0.297	146.30	3.90%	40.86%	59.14%							
Nº 80	0.180	223.50	5.95%	46.81%	53.19%							
Nº 100	0.149	36.40	0.97%	47.78%	52.22%							
Nº 200	0.074	141.50	3.77%	51.55%	48.45%							
Fondo		1819.40	48.45%	100.00%	0.00%							
TOTAL		3755.00	100.00%									



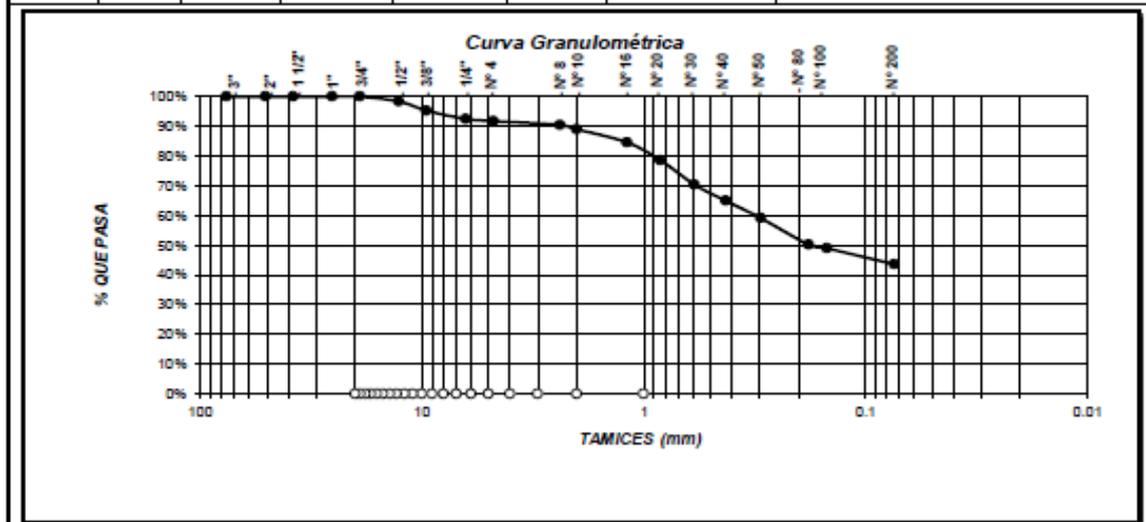
**Anexo 31: Análisis Granulométrico de la C9 de la Vía de Rio Espino-Bellavista  
Km 4+000**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM D422**

<b>PROYECTO:</b>		CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.			<b>MUESTRA:</b> Calicata 09		
<b>UBICACIÓN:</b>		Distrito de Monzón, Provincia de Huamalíes, Región Huánuco			Estrato 01: Subrasante		
<b>SOLICITADO POR:</b>		Municipalidad Distrital de Monzón			Km. 4+000		
					<b>OPERADOR:</b> Amulfo Rosas		
					<b>FECHA:</b> julio-2018		
Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones	
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	Min.	Max.
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
2"	50.80	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1"	25.40	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
3/4"	19.05	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1/2"	12.70	43.60	1.63%	1.63%	98.37%		
3/8"	9.525	82.20	3.08%	4.71%	95.29%		
1/4"	6.350	75.20	2.82%	7.53%	92.47%		
Nº 4	4.760	19.20	0.72%	8.25%	91.75%		
Nº 8	2.380	34.90	1.31%	9.56%	90.44%		
Nº 10	2.000	39.20	1.47%	11.02%	88.98%		
Nº 16	1.190	117.00	4.38%	15.41%	84.59%		
Nº 20	0.840	161.10	6.03%	21.44%	78.56%		
Nº 30	0.590	218.10	8.17%	29.61%	70.39%		
Nº 40	0.426	146.20	5.48%	35.09%	64.91%		
Nº 50	0.297	154.10	5.77%	40.86%	59.14%		
Nº 80	0.180	240.60	9.01%	49.87%	50.13%		
Nº 100	0.149	31.90	1.19%	51.07%	48.93%		
Nº 200	0.074	143.20	5.36%	56.43%	43.57%		
Fondo		1163.00	43.57%	100.00%	0.00%		
<b>TOTAL</b>		<b>2669.50</b>	<b>100.00%</b>				

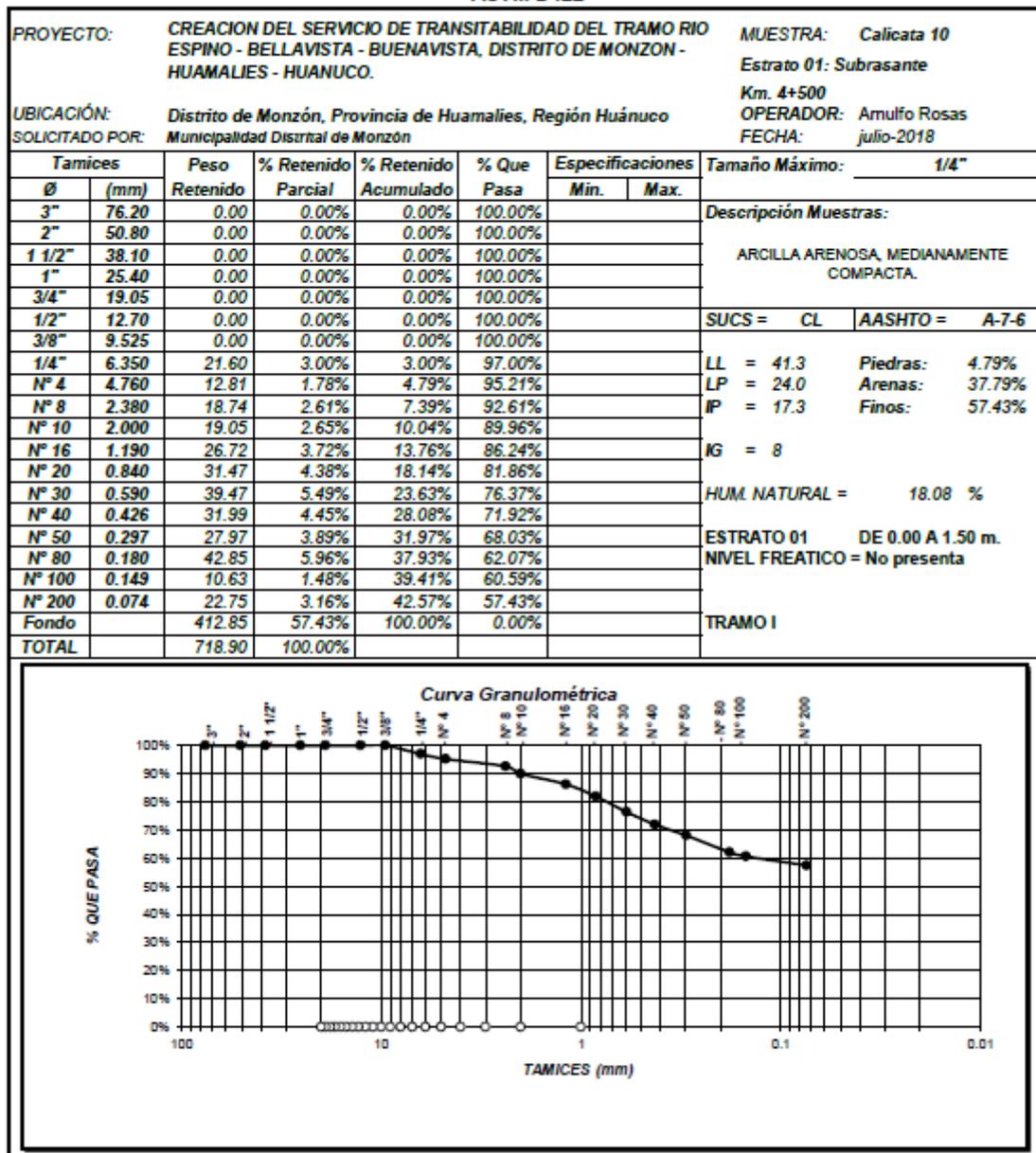
  

Tamaño Máximo: 3/4"	
Descripción Muestras: ARENA ARCILLOSA, MEDIANAMENTE COMPACTA.	
SUCS = SC	AASHTO = A-6
LL = 37.3	Piedras: 8.25%
LP = 21.7	Arenas: 48.19%
IP = 15.6	Finos: 43.57%
IG = 3	
HUM. NATURAL = 16.15 %	
ESTRATO 01 DE 0.00 A 1.50 m.	
NIVEL FREÁTICO = No presenta	
TRAMO I	



## Anexo 32: Análisis Granulométrico de la C10 de la Vía de Río Espino-Bellavista Km 4+500

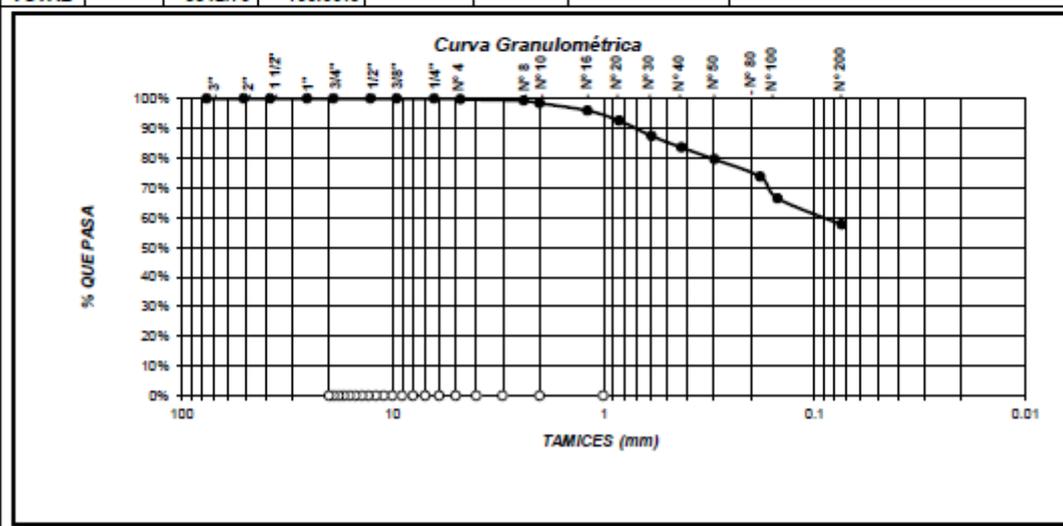
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422



### Anexo 33: Análisis Granulométrico de la C11 de la Vía de Rio Espino-Bellavista Km 5+000

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

<b>PROYECTO:</b>		CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.				<b>MUESTRA:</b> Calicata 11		
<b>UBICACIÓN:</b>		Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco				Estrato 01: Subrasante		
<b>SOLICITADO POR:</b>		Municipalidad Distrital de Monzón				Km. 5+000		
						OPERADOR: Amulfo Rosas		
						FECHA: julio-2018		
Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones		Tamaño Máximo:
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	Min.	Max.	1/4"
3"	76.20	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			<b>Descripción Muestras:</b> ARCILLA ARENOSA, MEDIANAMENTE COMPACTA. SUCS = CL    AASHTO = A-6 LL = 36.0    Piedras: 0.18% LP = 22.1    Arenas: 42.22% IP = 13.9    Finos: 57.59% IG = 6 HUM. NATURAL = 17.60 % ESTRATO 01 DE 0.00 A 1.50 m. NIVEL FREATICO = No presenta TRAMO I
2"	50.80	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1 1/2"	38.10	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1"	25.40	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
3/4"	19.05	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1/2"	12.70	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1/4"	6.350	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
Nº 4	4.760	6.10	0.18%	0.18%	99.82%			
Nº 8	2.380	17.00	0.51%	0.69%	99.31%			
Nº 10	2.000	27.30	0.82%	1.51%	98.49%			
Nº 16	1.190	83.10	2.49%	3.99%	96.01%			
Nº 20	0.840	114.20	3.42%	7.41%	92.59%			
Nº 30	0.590	172.30	5.15%	12.56%	87.44%			
Nº 40	0.426	128.90	3.86%	16.42%	83.58%			
Nº 50	0.297	134.00	4.01%	20.43%	79.57%			
Nº 80	0.180	196.00	5.86%	26.29%	73.71%			
Nº 100	0.149	243.00	7.27%	33.56%	66.44%			
Nº 200	0.074	295.60	8.84%	42.41%	57.59%			
Fondo		1925.20	57.59%	100.00%	0.00%			
TOTAL		3342.70	100.00%					



**Anexo 34:** Contenido de Humedad de la C1 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 0+000

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
ASTM D2216

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 01
		Estrato 01:	Subrasante
			Km. 0+000
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA:	julio-2018

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO		
MUESTRA N°	Calicata 01		
ESPEJOR DE ESTRATO	DE 0.00 A 1.50 m.		
CAPSULA N°	CA1		
PESO RECIPIENTE	245.04		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.	4365.30		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO	3835.04		
PESO DEL AGUA	530.26		
PESO MATERIAL SECO	3590.00		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	14.77		
HUMEDAD PROMEDIO		14.77	

**Anexo 35:** Contenido de Humedad de la C2 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 0+500

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
ASTM D2216

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 02
		Estrato 01:	Subrasante
			Km. 0+500
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA:	julio-2018

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO		
MUESTRA N°	Calicata 02		
ESPEJOR DE ESTRATO	DE 0.00 A 1.50 m.		
CAPSULA N°	CA2		
PESO RECIPIENTE	245.04		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.	2356.40		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO	2082.48		
PESO DEL AGUA	273.92		
PESO MATERIAL SECO	1837.44		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	14.91		
HUMEDAD PROMEDIO		14.91	

**Anexo 36:** Contenido de Humedad de la C3 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 1+000

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

ASTM D2216

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 03 Estrato 01: Subrasante Km. 1+000
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA:	julio-2018

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO		
MUESTRA N°	Calicata 03		
ESPESOR DE ESTRATO	DE 0.00 A 1.50 m.		
CAPSULA N°	CA3		
PESO RECIPIENTE	244.81		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.	3965.30		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO	3623.81		
PESO DEL AGUA	341.49		
PESO MATERIAL SECO	3379.00		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	10.11		
HUMEDAD PROMEDIO		10.11	

**Anexo 37:** Contenido de Humedad de la C4 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 1+500

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

ASTM D2216

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 04 Estrato 01: Subrasante Km. 1+500
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA:	julio-2018

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO		
MUESTRA N°	Calicata 04		
ESPESOR DE ESTRATO	DE 0.00 A 1.50 m.		
CAPSULA N°	CA4		
PESO RECIPIENTE	245.86		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.	4325.60		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO	3768.46		
PESO DEL AGUA	557.14		
PESO MATERIAL SECO	3522.60		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	15.82		
HUMEDAD PROMEDIO		15.82	

**Anexo 38: Contenido de Humedad de la C5 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 2+000**

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
ASTM D2216**

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 05 Estrato 01: Subrasante Km. 2+000
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA:	julio-2018

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO		
MUESTRA N°	Calicata 05		
ESPEJOR DE ESTRATO	DE 0.00 A 1.50 m.		
CAPSULA N°	CA5		
PESO RECIPIENTE	243.93		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.	4556.30		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO	3961.93		
PESO DEL AGUA	594.37		
PESO MATERIAL SECO	3718.00		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	15.99		
HUMEDAD PROMEDIO		15.99	

**Anexo 39: Contenido de Humedad de la C6 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 2+500**

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
ASTM D2216**

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 06 Estrato 01: Subrasante Km. 2+500
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA:	julio-2018

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO		
MUESTRA N°	Calicata 06		
ESPEJOR DE ESTRATO	DE 0.00 A 1.50 m.		
CAPSULA N°	CA6		
PESO RECIPIENTE	244.11		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.	2396.40		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO	2132.11		
PESO DEL AGUA	264.29		
PESO MATERIAL SECO	1888.00		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	14.00		
HUMEDAD PROMEDIO		14.00	

**Anexo 40: Contenido de Humedad de la C7 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 3+000**

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

ASTM D2216

<b>PROYECTO:</b>	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b>	Calicata 07 Estrato 01: Subrasante Km. 3+000
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	<b>OPERADOR:</b>	Arnulfo Rosas
<b>SOLICITADO POR:</b>	Municipalidad Distrital de Monzón	<b>FECHA:</b>	julio-2018

<b>PERFORACION</b>	<b>CIELO ABIERTO</b>		
<b>MUESTRA N°</b>	Calicata 07		
<b>ESPEJOR DE ESTRATO</b>	DE 0.00 A 1.50 m.		
<b>CAPSULA N°</b>	CA7		
<b>PESO RECIPIENTE</b>	242.82		
<b>PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.</b>	2283.10		
<b>PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO</b>	2121.82		
<b>PESO DEL AGUA</b>	161.28		
<b>PESO MATERIAL SECO</b>	1879.00		
<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD</b>	8.58		
<b>HUMEDAD PROMEDIO</b>		<b>8.58</b>	

**Anexo 41: Contenido de Humedad de la C8 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 3+500**

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

ASTM D2216

<b>PROYECTO:</b>	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b>	Calicata 08 Estrato 01: Subrasante Km. 3+500
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	<b>OPERADOR:</b>	Arnulfo Rosas
<b>SOLICITADO POR:</b>	Municipalidad Distrital de Monzón	<b>FECHA:</b>	julio-2018

<b>PERFORACION</b>	<b>CIELO ABIERTO</b>		
<b>MUESTRA N°</b>	Calicata 08		
<b>ESPEJOR DE ESTRATO</b>	DE 0.00 A 1.50 m.		
<b>CAPSULA N°</b>	CA8		
<b>PESO RECIPIENTE</b>	244.72		
<b>PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.</b>	4532.60		
<b>PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO</b>	3999.72		
<b>PESO DEL AGUA</b>	532.88		
<b>PESO MATERIAL SECO</b>	3755.00		
<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD</b>	14.19		
<b>HUMEDAD PROMEDIO</b>		<b>14.19</b>	

**Anexo 42: Contenido de Humedad de la C9 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 4+000**

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
ASTM D2216**

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 09 Estrato 01: Subrasante Km. 4+000
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA:	julio-2018

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO		
MUESTRA N°	Calicata 09		
ESPEJOR DE ESTRATO	DE 0.00 A 1.50 m.		
CAPSULA N°	CA9		
PESO RECIPIENTE	245.09		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.	3345.60		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO	2914.59		
PESO DEL AGUA	431.01		
PESO MATERIAL SECO	2669.50		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	16.15		
HUMEDAD PROMEDIO		16.15	

**Anexo 43: Contenido de Humedad de la C10 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 4+500**

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
ASTM D2216**

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 10 Estrato 01: Subrasante Km. 4+500
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA:	julio-2018

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO		
MUESTRA N°	Calicata 10		
ESPEJOR DE ESTRATO	DE 0.00 A 1.50 m.		
CAPSULA N°	CA10		
PESO RECIPIENTE	245.40		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.	1094.30		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO	964.30		
PESO DEL AGUA	130.00		
PESO MATERIAL SECO	718.90		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	18.08		
HUMEDAD PROMEDIO		18.08	

**Anexo 44:** Contenido de Humedad de la C11 de la Vía Rio Espino-Bellavista  
Km 5+000

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

ASTM D2216

<b>PROYECTO:</b>	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b>	Calicata 11 Estrato 01: Subrasante Km. 5+000
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	<b>OPERADOR:</b>	Arnulfo Rosas
<b>SOLICITADO POR:</b>	Municipalidad Distrital de Monzón	<b>FECHA:</b>	julio-2018

<b>PERFORACIÓN</b>	<b>CIELO ABIERTO</b>		
<b>MUESTRA N°</b>	Calicata 11		
<b>ESPESOR DE ESTRATO</b>	DE 0.00 A 1.50 m.		
<b>CAPSULA N°</b>	CA11		
<b>PESO RECIPIENTE</b>	244.72		
<b>PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.</b>	4175.60		
<b>PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO</b>	3587.42		
<b>PESO DEL AGUA</b>	588.18		
<b>PESO MATERIAL SECO</b>	3342.70		
<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD</b>	17.60		
<b>HUMEDAD PROMEDIO</b>		17.60	

**Anexo 45: Ensayo de Limites de Consistencia de la C1 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 0+000**

**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

ASTM - D4318

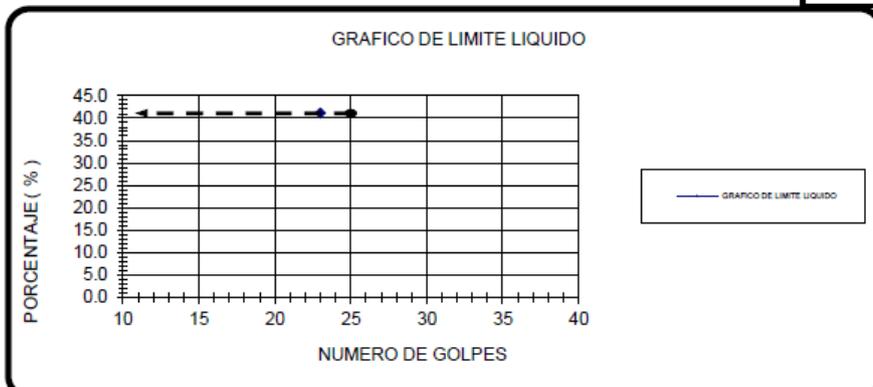
PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 01 Estrato 01: Subrasante Km. 0+000
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA:	julio-2018

Nº DE MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	Calicata 01			Calicata 01		
ESPESOR DEL ESTRATO (m.)	DE 0.00 A 1.50 m.			DE 0.00 A 1.50 m.		
Nº DE TARRO	03			04		
PESO DEL TARRO (gr.)	28.98			30.15		
PESO TARRO + SUELO HUM.(gr.)	55.87			32.06		
PESO TARRO + SUELO SEC.(gr.)	48.03			31.75		
PESO DEL AGUA (gr.)	7.84			0.31		
PESO SUELO SECO (gr.)	19.05			1.60		
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	41.2			19.4		
Nº DE GOLPES	23			PROMED.	19.4	

METODO DE UN PUNTO

$$L.L. = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

LIMITE LIQUIDO	40.7
LIMITE PLASTICO	19.4
INDICE PLASTICO	21.4



## Anexo 46: Ensayo de Limites de Consistencia de la C2 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 0+500

### ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM - D4318

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA: Calicata 02 Estrato 01: Subrasante Km. 0+500
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	OPERADOR: Arnulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA: julio-2018

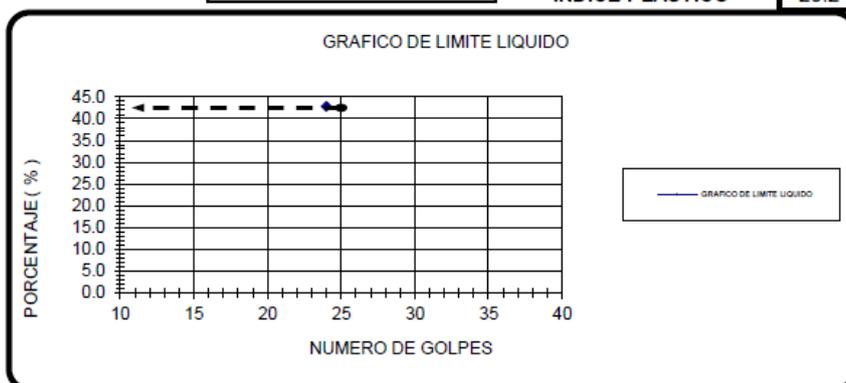
N° DE MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	Calicata 02			Calicata 02		
ESPESOR DEL ESTRATO (m.)	DE 0.00 A 1.50 m.			DE 0.00 A 1.50 m.		
N° DE TARRO	05			06		
PESO DEL TARRO (gr.)	29.82			29.82		
PESO TARRO + SUELO HUM.(gr.)	53.68			33.54		
PESO TARRO + SUELO SEC. (gr.)	46.53			32.86		
PESO DEL AGUA (gr.)	7.15			0.68		
PESO SUELO SECO (gr.)	16.71			3.04		
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	42.8			22.4		
N° DE GOLPES	24			PROMED.	22.4	

METODO DE UN PUNTO

$$L.L. = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

LIMITE LIQUIDO  
LIMITE PLASTICO  
INDICE PLASTICO

42.6
22.4
20.2



**Anexo 47: Ensayo de Limites de Consistencia de la C3 de la Vía Rio Espino-  
Bellavista Km 1+000**

**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

ASTM - D4318

<b>PROYECTO:</b>	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b>	Calicata 03 Estrato 01: Subrasante Km. 1+000
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito de Monzón, Provincia de Huamaltes, Región Huanuco	<b>OPERADOR:</b>	Amulfo Rosas
<b>SOLICITADO POR:</b>	Municipalidad Distrital de Monzón	<b>FECHA:</b>	julio-2018

Nº DE MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	Calicata 03			Calicata 03		
ESPEJOR DEL ESTRATO (m.)	DE 0.00 A 1.50 m.			DE 0.00 A 1.50 m.		
Nº DE TARRO	07			08		
PESO DEL TARRO (gr.)	29.63			30.17		
PESO TARRO + SUELO HUM.(gr.)	52.19			33.84		
PESO TARRO + SUELO SEC. (gr.)	45.92			33.16		
PESO DEL AGUA (gr.)	6.27			0.68		
PESO SUELO SECO (gr.)	16.29			2.99		
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	38.5			22.7		
Nº DE GOLPES	24			PROMED.	22.7	

MÉTODO DE UN PUNTO

$$L.L. = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

LIMITE LIQUIDO	38.3
LIMITE PLASTICO	22.7
INDICE PLASTICO	15.6



**Anexo 48: Ensayo de Limites de Consistencia de la C4 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 1+500**

**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

ASTM - D4318

<b>PROYECTO:</b>	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b>	Calicata 04 Estrato 01: Subrasante Km. 1+500
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalles, Región Huánuco	<b>OPERADOR:</b>	Amulfo Rosas
<b>SOLICITADO POR:</b>	Municipalidad Distrital de Monzón	<b>FECHA:</b>	julio-2018

Nº DE MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	Calicata 04			Calicata 04		
ESPESESOR DEL ESTRATO (m.)	DE 0.00 A 1.50 m.			DE 0.00 A 1.50 m.		
Nº DE TARRO	09			10		
PESO DEL TARRO (gr.)	30.03			29.88		
PESO TARRO + SUELO HUM. (gr.)	53.26			34.15		
PESO TARRO + SUELO SEC. (gr.)	46.21			33.35		
PESO DEL AGUA (gr.)	7.05			0.80		
PESO SUELO SECO (gr.)	16.18			3.47		
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	43.6			23.1		
Nº DE GOLPES	21			PROMED.	23.1	

MÉTODO DE UN PUNTO

$$L.L. = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

LIMITE LIQUIDO  
LIMITE PLASTICO  
INDICE PLASTICO

42.7
23.1
19.6



**Anexo 49: Ensayo de Limites de Consistencia de la C5 de la Vía Rio Espino-  
Bellavista Km 2+000**

**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

ASTM - D4318

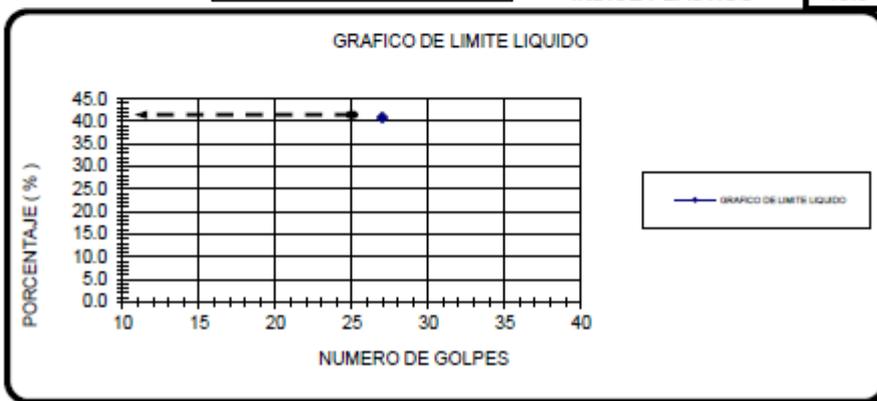
<b>PROYECTO:</b>	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b>	Calicata 05 Estrato 01: Subrasante Km. 2+000
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito de Monzón, Provincia de Huamallas, Región Huánuco	<b>OPERADOR:</b>	Amulfo Rosas
<b>SOLICITADO POR:</b>	Municipalidad Distrital de Monzón	<b>FECHA:</b>	julio-2018

Nº DE MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	Calicata 05			Calicata 05		
ESPESOR DEL ESTRATO (m.)	DE 0.00 A 1.50 m.			DE 0.00 A 1.50 m.		
Nº DE TARRO	11			12		
PESO DEL TARRO (gr.)	29.6			29.75		
PESO TARRO + SUELO HUM.(gr.)	52.96			34.62		
PESO TARRO + SUELO SEC. (gr.)	46.18			33.76		
PESO DEL AGUA (gr.)	6.78			0.86		
PESO SUELO SECO (gr.)	16.58			4.01		
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	40.9			21.4		
Nº DE GOLPES	27			PROMED.	21.4	

MÉTODO DE UN PUNTO

$$L.L. = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

LIMITE LIQUIDO	41.3
LIMITE PLASTICO	21.4
INDICE PLASTICO	19.9



**Anexo 50:** Ensayo de Limites de Consistencia de la C6 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 2+500

**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

ASTM - D4318

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 06
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	Estrato 01:	Subrasante
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	Km.	2+500
		OPERADOR:	Amulfo Rosas
		FECHA:	julio-2018

Nº DE MUESTRA	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
	Calicata 06		Calicata 06	
ESPEJOR DEL ESTRATO (m.)	DE 0.00 A 1.50 m.		DE 0.00 A 1.50 m.	
Nº DE TARRO	13		14	
PESO DEL TARRO (gr.)	29.75		30.03	
PESO TARRO + SUELO HUM.(gr.)	51.93		34.26	
PESO TARRO + SUELO SEC. (gr.)	45.26		33.52	
PESO DEL AGUA (gr.)	6.67		0.74	
PESO SUELO SECO (gr.)	15.51		3.49	
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	43.0		21.2	
Nº DE GOLPES	26		PROMED.	21.2

MÉTODO DE UN PUNTO

$$L.L. = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

LIMITE LIQUIDO	43.2
LIMITE PLASTICO	21.2
INDICE PLASTICO	22.0



**Anexo 51: Ensayo de Limites de Consistencia de la C7 de la Vía Rio Espino-  
Bellavista Km 3+000**

**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

ASTM - D4318

<b>PROYECTO:</b>	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b>	Calicata 07 Estrato 01: Subrasante Km. 3+000
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	<b>OPERADOR:</b>	Amulfo Rosas
<b>SOLICITADO POR:</b>	Municipalidad Distrital de Monzón	<b>FECHA:</b>	julio-2018

Nº DE MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	Calicata 07			Calicata 07		
ESPESOR DEL ESTRATO (m.)	DE 0.00 A 1.50 m.			DE 0.00 A 1.50 m.		
Nº DE TARRO	15			16		
PESO DEL TARRO (gr.)	29.46			29.47		
PESO TARRO + SUELO HUM. (gr.)	51.22			33.67		
PESO TARRO + SUELO SEC. (gr.)	45.23			32.96		
PESO DEL AGUA (gr.)	5.99			0.71		
PESO SUELO SECO (gr.)	15.77			3.49		
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	38.0			20.3		
Nº DE GOLPES	22			PROMED.	20.3	

MÉTODO DE UN PUNTO

$$L.L. = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

LIMITE LIQUIDO  
LIMITE PLASTICO  
INDICE PLASTICO

37.4
20.3
17.1



**Anexo 52:** Ensayo de Limites de Consistencia de la C8 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 3+500

**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

ASTM - D4318

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 08
		Estrato 01:	Subrasante
			Km. 3+500
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	OPERADOR:	Amulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA:	julio-2018

Nº DE MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	Calicata 08			Calicata 08		
ESPEJOR DEL ESTRATO (m.)	DE 0.00 A 1.50 m.			DE 0.00 A 1.50 m.		
Nº DE TARRO	17			18		
PESO DEL TARRO (gr.)	29.55			30.1		
PESO TARRO + SUELO HUM.(gr.)	52.46			33.71		
PESO TARRO + SUELO SEC. (gr.)	45.91			33.08		
PESO DEL AGUA (gr.)	6.55			0.63		
PESO SUELO SECO (gr.)	16.36			2.98		
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	40.0			21.1		
Nº DE GOLPES	21			PROMED.	21.1	

MÉTODO DE UN PUNTO

$$L.L. = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

LIMITE LIQUIDO  
LIMITE PLASTICO  
INDICE PLASTICO

39.2  
21.1  
18.1



**Anexo 53: Ensayo de Limites de Consistencia de la C9 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 4+000**

**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

ASTM - D4318

<b>PROYECTO:</b>	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b>	Calicata 09
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito de Monzón, Provincia de Huamaltes, Región Huanuco	<b>Estrato 01:</b>	Subrasante
<b>SOLICITADO POR:</b>	Municipalidad Distrital de Monzón	<b>Km. 4+000</b>	
		<b>OPERADOR:</b>	Amulfo Rosas
		<b>FECHA:</b>	julio-2018

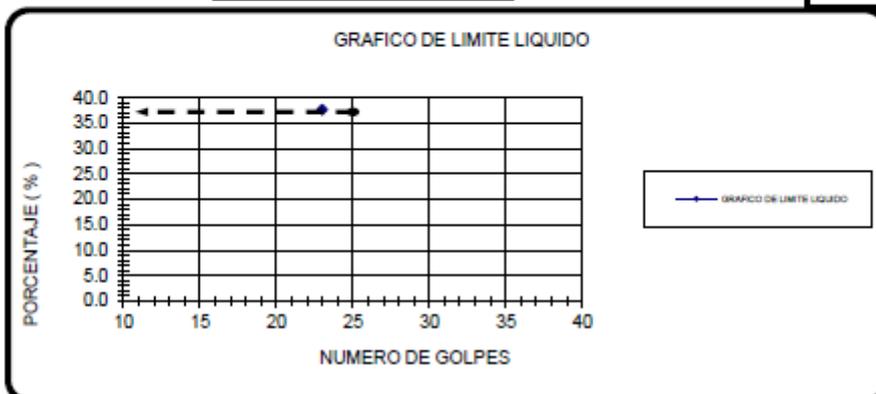
Nº DE MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	Calicata 09			Calicata 09		
ESPEJOR DEL ESTRATO (m.)	DE 0.00 A 1.50 m.			DE 0.00 A 1.50 m.		
Nº DE TARRO	19			20		
PESO DEL TARRO (gr.)	30.00			30.11		
PESO TARRO + SUELO HUM.(gr.)	51.36			33.42		
PESO TARRO + SUELO SEC. (gr.)	45.52			32.83		
PESO DEL AGUA (gr.)	5.84			0.59		
PESO SUELO SECO (gr.)	15.52			2.72		
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	37.6			21.7		
Nº DE GOLPES	23			PROMED.	21.7	

MÉTODO DE UN PUNTO

$$L.L. = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

LIMITE LIQUIDO  
LIMITE PLASTICO  
INDICE PLASTICO

37.3
21.7
15.6



**Anexo 54:** Ensayo de Limites de Consistencia de la C10 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 4+500

**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

ASTM - D4318

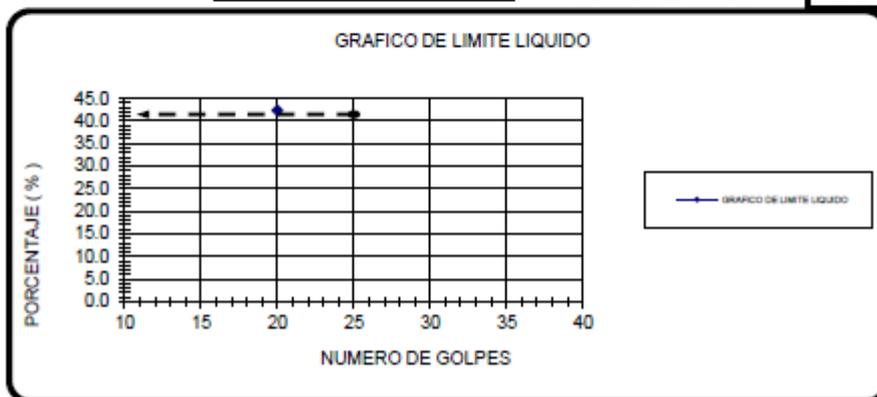
PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 10 Estrato 01: Subrasante Km. 4+500
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	OPERADOR:	Amulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA:	julio-2018

Nº DE MUESTRA	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
	Calicata 10		Calicata 10	
ESPESOR DEL ESTRATO (m.)	DE 0.00 A 1.50 m.		DE 0.00 A 1.50 m.	
Nº DE TARRO	21		22	
PESO DEL TARRO (gr.)	30.70		29.68	
PESO TARRO + SUELO HUM.(gr.)	52.33		34.02	
PESO TARRO + SUELO SEC. (gr.)	45.89		33.18	
PESO DEL AGUA (gr.)	6.44		0.84	
PESO SUELO SECO (gr.)	15.19		3.50	
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	42.4		24.0	
Nº DE GOLPES	20		PROMED.	24.0

MÉTODO DE UN PUNTO

$$L.L. = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

LIMITE LIQUIDO	41.3
LIMITE PLASTICO	24.0
INDICE PLASTICO	17.3



**Anexo 55: Ensayo de Limites de Consistencia de la C11 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 5+000**

**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

ASTM - D4318

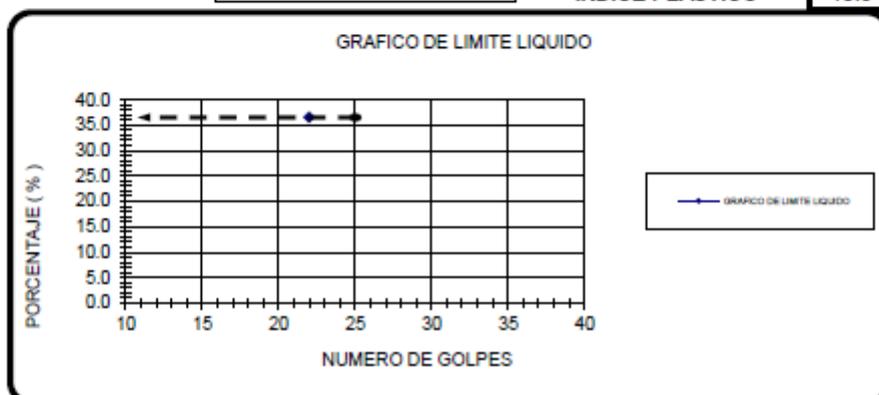
PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	Calicata 11 Estrato 01: Subrasante Km. 5+000
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamallas, Región Huánuco	OPERADOR:	Amulfo Rosas
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	FECHA:	julio-2018

N° DE MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	Calicata 11			Calicata 11		
ESPESOR DEL ESTRATO (m.)	DE 0.00 A 1.50 m.			DE 0.00 A 1.50 m.		
N° DE TARRO	23			24		
PESO DEL TARRO (gr.)	29.95			29.7		
PESO TARRO + SUELO HUM.(gr.)	51.63			33.95		
PESO TARRO + SUELO SEC. (gr.)	45.82			33.18		
PESO DEL AGUA (gr.)	5.81			0.77		
PESO SUELO SECO (gr.)	15.87			3.48		
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	36.6			22.1		
N° DE GOLPES	22			PROMED.	22.1	

MÉTODO DE UN PUNTO

$$L.L. = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

LIMITE LIQUIDO	36.0
LIMITE PLASTICO	22.1
INDICE PLASTICO	13.9









**Anexo 59: Estratigrafía de la C4 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 1+500**

**REGISTRO DE EXPLORACION**

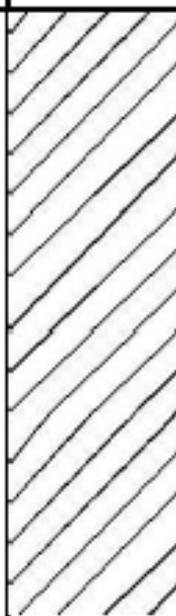
**ESTRATIGRAFIA**

<b>PROYECTO :</b> CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.			<b>Fecha :</b> Julio - 2018 <b>PROF.CAL. :</b> 1.50 <b>N.F. :</b> No presenta <b>TRAMO I</b>		
<b>UBICACIÓN :</b> CALICATA 04, Km. 1+500 <b>Solicitado por :</b> Municipalidad Distrital de Monzón					
PROF. M.	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	DESCRIPCION	CLASIF SUCS	SIMBOLO
0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50	 cielo abierto	ESTRATO 01	ARCILLA ARENOSA CON GRAVAS, MEDIANAMENTE COMPACTA.	CL A-7-6 (9)	
1.55 1.60 1.65 1.70 1.75 1.80 1.85 1.90 1.95 2.00 2.05 2.10 2.15 2.20 2.25 2.30 2.35 2.40 2.45 2.50 2.55 2.60 2.65 2.70 2.75 2.80 2.85 2.90					



**Anexo 61:** Estratigrafía de la C6 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 2+500

**REGISTRO DE EXPLORACION  
ESTRATIGRAFIA**

<b>PROYECTO :</b> CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.			Fecha : Julio - 2018 PROF.CAL. : 1.50 N.F. : No presenta TRAMO I		
<b>UBICACION :</b> CALICATA 06, Km. 2+500 <b>Solicitado por :</b> Municipalidad Distrital de Monzón					
PROF. M	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	DESCRIPCION	CLASIF SUCS	SIMBOLO
0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50	 cielo abierto	ESTRATO 01	ARCILLA ARENOSA CON GRAVAS, MEDIANAMENTE COMPACTA.	CL A-7-6 (12)	
1.55 1.60 1.65 1.70 1.75 1.80 1.85 1.90 1.95 2.00 2.05 2.10 2.15 2.20 2.25 2.30 2.35 2.40 2.45 2.50 2.55 2.60 2.65 2.70 2.75 2.80 2.85 2.90					



**Anexo 63:** Estratigrafía de la C8 de la Vía Rio Espino-Bellavista Km 3+500

**REGISTRO DE EXPLORACION  
ESTRATIGRAFIA**

<b>PROYECTO :</b> CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.			<b>Fecha :</b> Julio - 2018 <b>PROF.CAL. :</b> 1.50 <b>N.F. :</b> No presenta <b>TRAMO I</b>		
<b>UBICACIÓN :</b> CALICATA 08, Km. 3+500 <b>Solicitado por :</b> Municipalidad Distrital de Monzón					
PROF. M.	TIPO DE EXCAV.	MUESTRA	DESCRIPCION	CLASIF SUCS	SIMBOLO
0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50 0.55 0.60 0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.25 1.30 1.35 1.40 1.45 1.50	 cielo abierto	ESTRATO 01	ARENA ARCILLOSA CON GRAVAS, MEDIANAMENTE COMPACTA.	SC A-2-7 (5)	
1.55 1.60 1.65 1.70 1.75 1.80 1.85 1.90 1.95 2.00 2.05 2.10 2.15 2.20 2.25 2.30 2.35 2.40 2.45 2.50 2.55 2.60 2.65 2.70 2.75 2.80 2.85 2.90					







## Anexo 67: Ensayo de Proctor (km 0+000-2+500)

### ENSAYO PROCTOR

(ASTM D698 ó D1557)

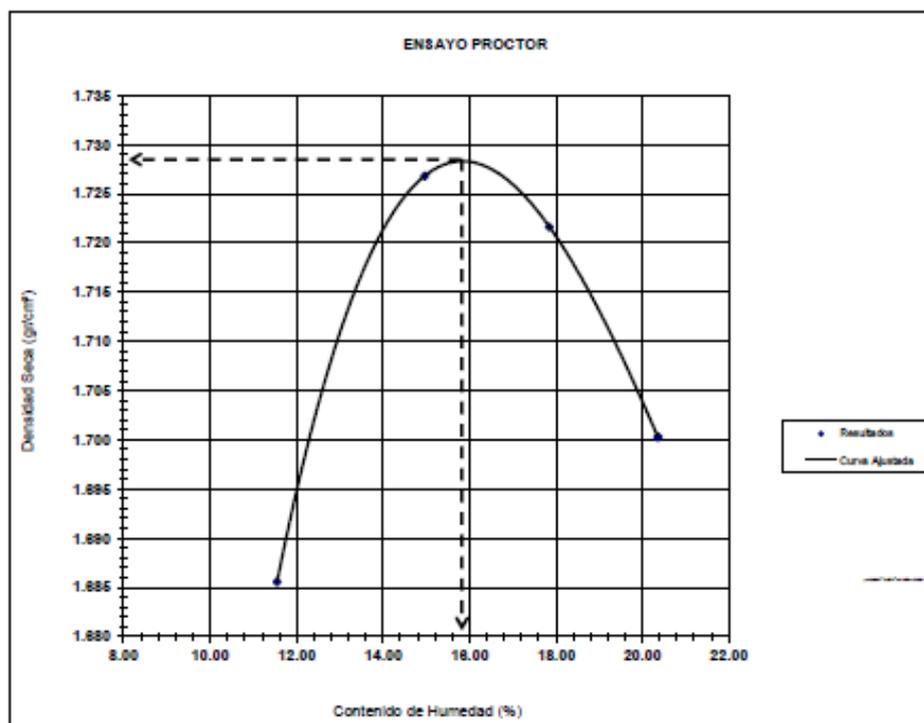
PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	1
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalles, Región Huánuco	SUBRASANTE:	Km. 0+000 - 2+600
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
		FECHA:	Julio-2018
PROCTOR ESTÁNDAR :	<input type="checkbox"/>	MODIFICADO :	<input checked="" type="checkbox"/> X
METODO :	<input checked="" type="checkbox"/> C	VOLUMEN DEL MOLDE :	2286.40 cm <sup>3</sup>
		CAPAS DE :	5/56 GOLPES

#### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación Nº	1	2	3	4
Peso del Molde+Muestra (gr.)	7330.00	7570.00	7670.00	7710.00
Peso del Molde (gr.)	3031.00	3031.00	3031.00	3031.00
Peso de la Muestra Compactada(gr.)	4299.00	4539.00	4639.00	4679.00
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.880	1.985	2.029	2.046
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.686	1.727	1.722	1.700

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara Nº	T-1	T-2	T-3	T-4
Peso de la Tara (gr.)	147.60	144.46	144.77	164.88
Peso de la Tara+Suelo Húmedo (gr.)	860.30	813.60	785.20	751.90
Peso de la Tara+Suelo Seco (gr.)	786.50	726.50	688.20	652.60
Peso del Agua (gr.)	73.80	87.10	97.00	99.30
Peso del Suelo Seco (gr.)	638.90	582.04	543.43	487.72
Contenido de Humedad (%)	11.55	14.96	17.85	20.36
Contenido de Humedad Promedio (%)	11.55		17.85	
Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) :	1.728		16.80	

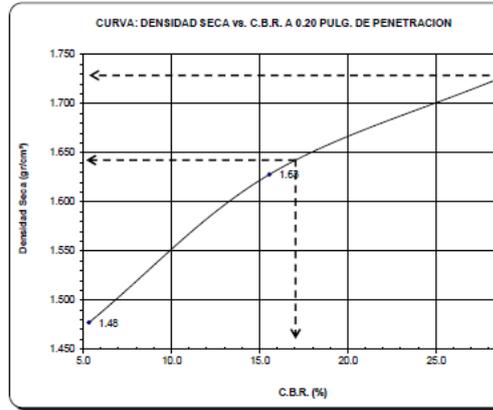
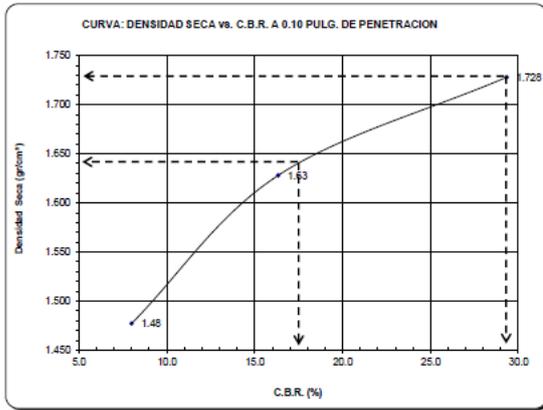


## Anexo 68: Curva Densidad Seca vs CBR para 0.1" y 0.2"

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

ASTM D1883

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	1
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	SUBRASANTE:	Km. 0+000 - 2+500
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	OPERADOR:	Amulfo Rosas
		FECHA:	julio-2018



## Anexo 69: Ensayo de CBR Km (0+000-2+500)

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883

<b>PROYECTO:</b>	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b> 1	
		<b>SUBRASANTE</b>	
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	Km. 0+000 - 2+500	
<b>SOLICITADO POR:</b>	Municipalidad Distrital de Monzón	<b>OPERADOR:</b> Amulfo Rosas	<b>FECHA:</b> julio-2018

#### ENSAYO PRELIMINAR DE COMPACTACIÓN ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.728
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.90

#### COMPACTACIÓN DE MOLDE

MOLDE Nº	I	II	III
Nº DE CAPAS	5	5	5
Nº DE GOLPES POR CAPA	56	25	12
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.728	1.63	1.48
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.90	15.78	16.09

#### CUADRO CBR PARA 0.1 PULG. DE PENETRACIÓN

MOLDE Nº	PENETRACIÓN PULGADAS	PRESIÓN APLICADA (Lb <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRON (Lb <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)
I	0.10	293	1000	29.3
II	0.10	163	1000	16.3
III	0.10	80	1000	8.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 29.3 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 17.5 %

#### CUADRO CBR PARA 0.2 PULG. DE PENETRACIÓN

MOLDE Nº	PENETRACIÓN PULGADAS	PRESIÓN APLICADA (Lb <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRON (Lb <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)
I	0.20	433	1500	28.9
II	0.20	233	1500	15.6
III	0.20	80	1500	5.3

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 28.9 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 17.0 %

EXPANSIÓN	NO PRESENTA	%
-----------	-------------	---

#### RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 29.3 %

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 17.5 %

## Anexo 70: Ensayo de Proctor Km (2+500-5+000)

### ENSAYO PROCTOR (ASTM D698 ó D1557)

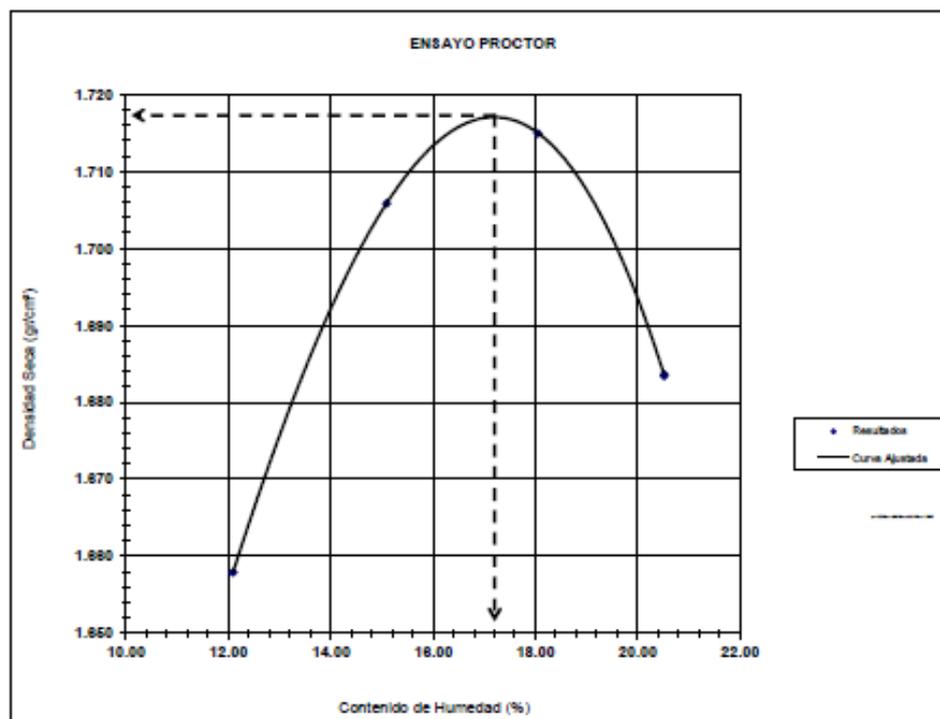
PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALJES - HUANUCO.	MUESTRA:	2
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamallas, Región Huánuco	SUBRASANTE	
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	Km. 2+600 - 5+000	
		OPERADOR:	Amulfo Rosas
		FECHA:	Julio-2018
PROCTOR ESTÁNDAR :	C	MODIFICADO :	X
METODO :		VOLUMEN DEL MOLDE :	2286.40 cm <sup>3</sup>
		CAPA\$ DE :	5/56 GOLPES

#### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°	1	2	3	4
Peso del Molde+Muestra (gr.)	7280.00	7520.00	7660.00	7670.00
Peso del Molde (gr.)	3031.00	3031.00	3031.00	3031.00
Peso de la Muestra Compactada(gr.)	4249.00	4489.00	4629.00	4639.00
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.858	1.963	2.025	2.029
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.658	1.706	1.715	1.684

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara N°	T-5	T-6	T-7	T-8
Peso de la Tara (gr.)	148.01	146.26	146.72	152.46
Peso de la Tara+Suelo Húmedo (gr.)	912.00	926.30	874.50	879.60
Peso de la Tara+Suelo Seco (gr.)	829.60	824.00	763.20	755.80
Peso del Agua (gr.)	82.40	102.30	111.30	123.80
Peso del Suelo Seco (gr.)	681.59	677.74	616.48	603.34
Contenido de Humedad (%)	12.09	15.09	18.05	20.52
Contenido de Humedad Promedio (%)	12.09		18.05	
Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) :	1.717		17.20	

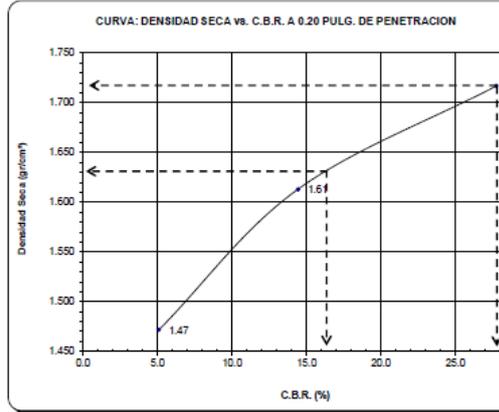
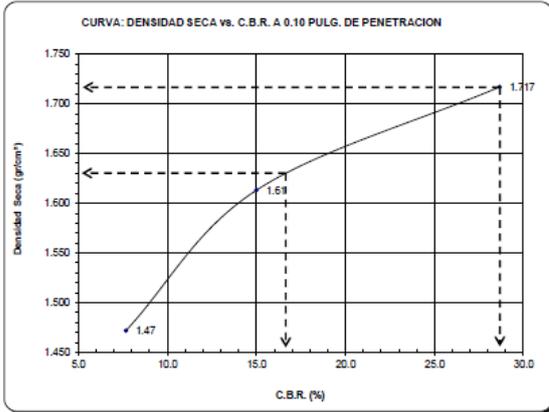


## Anexo 71: Curva: Densidad Seca vs CBR para 1" y 2" de penetración

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

ASTM D1883

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	2
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	SUBRASANTE:	Km. 2+500 - 5+000
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	OPERADOR:	Amulfo Rosas
		FECHA:	julio-2018



## Anexo 72: Ensayo de CBR Km (2+500-5+000)

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883

<b>PROYECTO:</b> CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b> 2
	<b>SUBRASANTE</b>
<b>UBICACIÓN:</b> Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	Km. 2+500 - 5+000
<b>SOLICITADO POR:</b> Municipalidad Distrital de Monzón	<b>OPERADOR:</b> Amulfo Rosas
	<b>FECHA:</b> julio-2018

#### ENSAYO PRELIMINAR DE COMPACTACIÓN ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.717
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.20

#### COMPACTACIÓN DE MOLDE

MOLDE Nº	I	II	III
Nº DE CAPAS	5	5	5
Nº DE GOLPES POR CAPA	56	25	12
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.717	1.61	1.47
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.20	17.14	17.15

#### CUADRO CBR PARA 0.1 PULG. DE PENETRACIÓN

MOLDE Nº	PENETRACIÓN PULGADAS	PRESIÓN APLICADA (Lb <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRON (Lb <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)
I	0.10	287	1000	28.7
II	0.10	150	1000	15.0
III	0.10	77	1000	7.7

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 28.7 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 16.6 %

#### CUADRO CBR PARA 0.2 PULG. DE PENETRACIÓN

MOLDE Nº	PENETRACIÓN PULGADAS	PRESIÓN APLICADA (Lb <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRON (Lb <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)
I	0.20	417	1500	27.8
II	0.20	217	1500	14.4
III	0.20	77	1500	5.1

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 27.8 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 16.4 %

EXPANSIÓN	NO PRESENTA	%
-----------	-------------	---

#### RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 28.7 %

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 16.6 %

## Anexo 73: Ensayo de Proctor de la Cantera 01 de Cerro

### ENSAYO PROCTOR

(ASTM D698 o D1557)

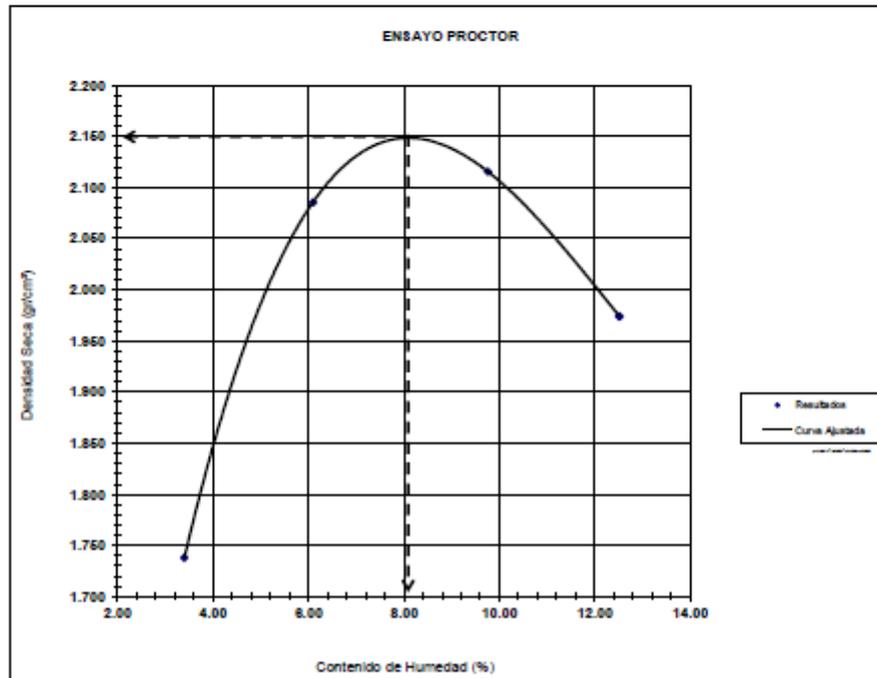
PROYECTO:	CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	CANTERA DE CERRO 01 MATERIAL PARA AFIRMADO
UBICACIÓN:	DISTRITO DE MONZON - PROVINCIA DE HUAMALIES - HUANUCO	OPERADOR:	Amulfo Rosas
SOLICITADO POR:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MONZON	FECHA:	Julio-2018
PROCTOR ESTÁNDAR:	C	MODIFICADO:	X
METODO:		VOLUMEN DEL MOLDE:	2286.40 cm <sup>3</sup>
		CAPAS DE:	5/25 GOLPES

#### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°	1	2	3	4
Peso del Molde+Muestra (gr.)	7140.00	8090.00	8340.00	8110.00
Peso del Molde (gr.)	3031.00	3031.00	3031.00	3031.00
Peso de la Muestra Compactada (gr.)	4109.00	5059.00	5309.00	5079.00
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.797	2.213	2.322	2.221
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.738	2.086	2.116	1.974

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara N°	P-01	P-02	P-03	P-04
Peso de la Tara (gr.)	137.38	136.01	199.25	132.22
Peso de la Tara+Suelo Húmedo (gr.)	493.60	482.50	430.90	476.60
Peso de la Tara+Suelo Seco (gr.)	481.80	462.60	410.30	438.30
Peso del Agua (gr.)	11.70	19.90	20.60	38.30
Peso del Suelo Seco (gr.)	344.42	326.59	211.05	306.08
Contenido de Humedad (%)	3.40	6.09	9.76	12.51
Contenido de Humedad Promedio (%)	3.40		6.09	9.76
Densidad Máxima Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) :	2.160		Contenido de Humedad (%) :	
			8.10	

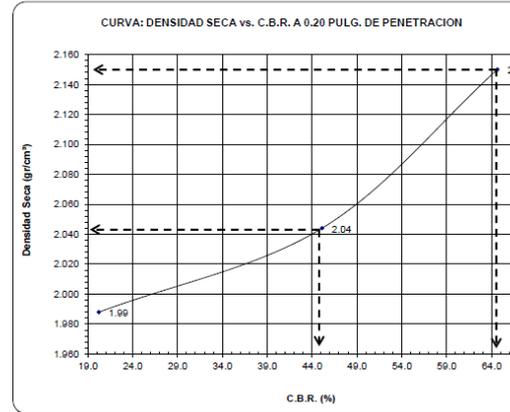
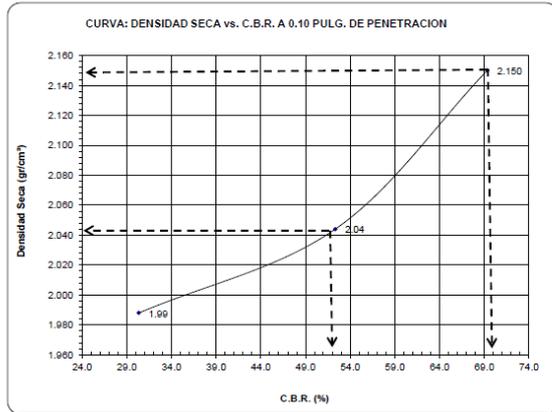


## Anexo 74: Ensayo de CBR de la Cantera del Cerro para penetración de 0.1" y 0.2"

### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

ASTM D1883

<b>PROYECTO:</b>	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b>	CANTERA DE CERRO I
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE MONZON - PROVINCIA DE HUAMALIES - HUANUCO	<b>OPERADOR:</b>	Amulfo Rosas
<b>SOLICITADO POR:</b>	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MONZON	<b>FECHA:</b>	julio-2018



**Anexo 75: Ensayo de CBR para Cantera del Cerro 1 para afirmado**

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
ASTM D1883**

<b>PROYECTO:</b> CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b> CANTERA DE CERRO 01 MATERIAL PARA AFIRMADO
<b>UBICACIÓN:</b> DISTRITO DE MONZON - PROVINCIA DE HUAMALIES - HUANUCO	<b>OPERADOR:</b> Amulfo Rosas
<b>SOLICITADO POR:</b> MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MONZON	<b>FECHA:</b> julio-2018

**ENSAYO PRELIMINAR DE COMPACTACIÓN  
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557**

MAXIMA DENDIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.150
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.10

**COMPACTACIÓN DE MOLDE**

MOLDE Nº	I	II	III
Nº DE CAPAS	5	5	5
Nº DE GOLPES POR CAPA	56	25	12
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.150	2.04	1.99
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.10	8.16	8.23

**CUADRO CBR PARA 0.1 PULG. DE PENETRACIÓN**

MOLDE Nº	PENETRACIÓN PULGADAS	PRESIÓN APLICADA (Lb <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRON (Lb <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)
I	0.10	693	1000	69.3
II	0.10	523	1000	52.3
III	0.10	303	1000	30.3

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 69.3 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 52.0 %

**CUADRO CBR PARA 0.2 PULG. DE PENETRACIÓN**

MOLDE Nº	PENETRACIÓN PULGADAS	PRESIÓN APLICADA (Lb <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup> )	PRESIÓN PATRON (Lb <sup>2</sup> /pulg <sup>2</sup> )	CBR (%)
I	0.20	970	1500	64.7
II	0.20	677	1500	45.1
III	0.20	303	1500	20.2

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 64.7 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 45.0 %

EXPANSIÓN	0.00	%
-----------	------	---

**RESULTADOS:**

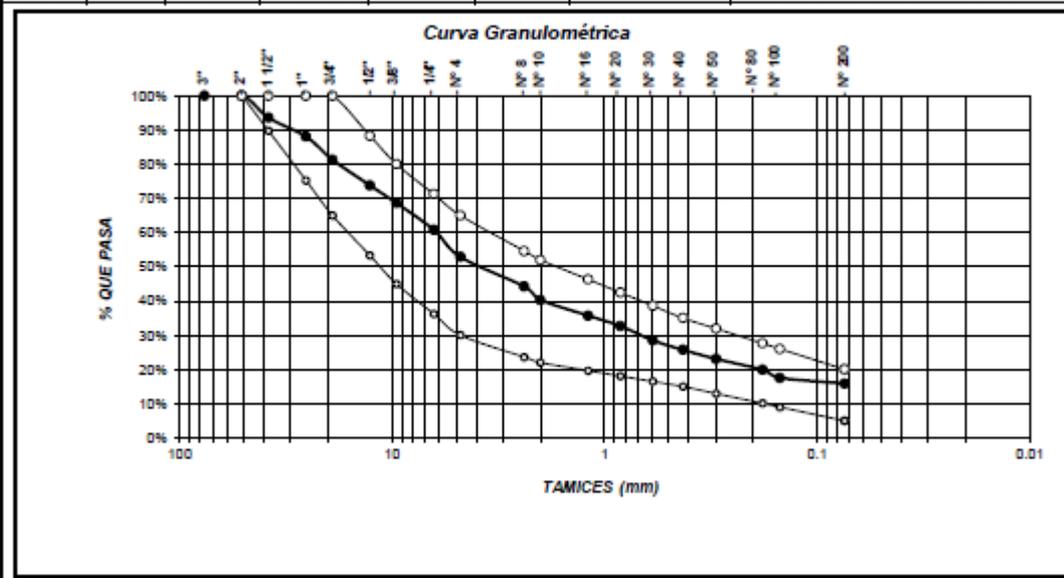
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 69.3 %

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 52.0 %

## Anexo 76: Análisis Granulométrico de la Cantera del Cerro 01 para afirmado

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

<b>PROYECTO:</b>		CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.			<b>MUESTRA:</b>		CANTERA DE CERRO 01 MATERIAL PARA AFIRMADO	
<b>UBICACIÓN:</b>		DISTRITO DE MONZON, PROVINCIA DE HUAMALIES - HUANUCO			<b>OPERADOR:</b>		Amulfo Rosas	
<b>SOLICITADO POR:</b>		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MONZON			<b>FECHA:</b>		julio-2018	
Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones		Tamaño Máximo:
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	Min.	Max.	2"
3"	76.20			0.00%	100.00%			Descripción Muestras: ARENA LIMOSA CON GRAVAS.
2"	50.80			0.00%	100.00%	100%	- - 100%	
1 1/2"	38.10	395.80	6.44%	6.44%	93.56%			
1"	25.40	338.60	5.51%	11.94%	88.06%			
3/4"	19.05	415.20	6.75%	18.70%	81.30%	65%	- - 100%	SUCS = SM    AASHTO = A-2-4
1/2"	12.70	461.30	7.50%	26.20%	73.80%			
3/8"	9.525	317.60	5.17%	31.37%	68.63%	45%	- - 80%	LL = 30 LP = 23 IP = 7 IG = 0
1/4"	6.350	482.30	7.84%	39.21%	60.79%			
Nº 4	4.760	486.10	7.91%	47.12%	52.88%	30%	- - 65%	
Nº 8	2.380	531.60	8.65%	55.76%	44.24%			HUM. NATURAL = 8.84 %
Nº 10	2.000	240.70	3.91%	59.68%	40.32%	22%	- - 52%	
Nº 16	1.190	282.30	4.59%	64.27%	35.73%			CANTERA UBICADO EN EL Km. 34 DE LA CARRETERA MONZON - TINGO MARIA. COORDENADAS: ESTE 373497.18 - NORTE 8561761.78
Nº 20	0.840	187.30	3.05%	67.32%	32.68%			
Nº 30	0.590	258.60	4.21%	71.52%	28.48%	15%	- - 35%	
Nº 40	0.426	169.80	2.76%	74.29%	25.71%			
Nº 50	0.297	162.50	2.64%	76.93%	23.07%			
Nº 80	0.180	195.60	3.18%	80.11%	19.89%			
Nº 100	0.149	143.20	2.33%	82.44%	17.56%			
Nº 200	0.074	102.90	1.67%	84.11%	15.89%	5%	- - 20%	
Fondo		976.80	15.89%	100.00%	0.00%			
TOTAL		6148.20	100.00%					



**Anexo 77: Contenido de Humedad Natural de la Cantera del Cerro 01 para afirmado**

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
ASTM D2216**

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	CANTERA DE CERRO 01
UBICACIÓN:	DISTRITO DE MONZON, PROVINCIA DE HUAMALIES - HUANUCO	MATERIAL PARA AFIRMADO	
SOLICITADO POR:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MONZON	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
		FECHA:	julio-2018

PERFORACIÓN	CIELO ABIERTO		
MUESTRA N°	1		
ESPEJOR DE ESTRATO			
CAPSULA N°	CA1		
PESO RECIPIENTE	245.04		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.	6936.80		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO	6393.24		
PESO DEL AGUA	543.56		
PESO MATERIAL SECO	6148.20		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	8.84		
HUMEDAD PROMEDIO		8.84	

**Anexo 78: Ensayo de Limites de Consistencia de la Cantera del Cerro 01 para afirmado**

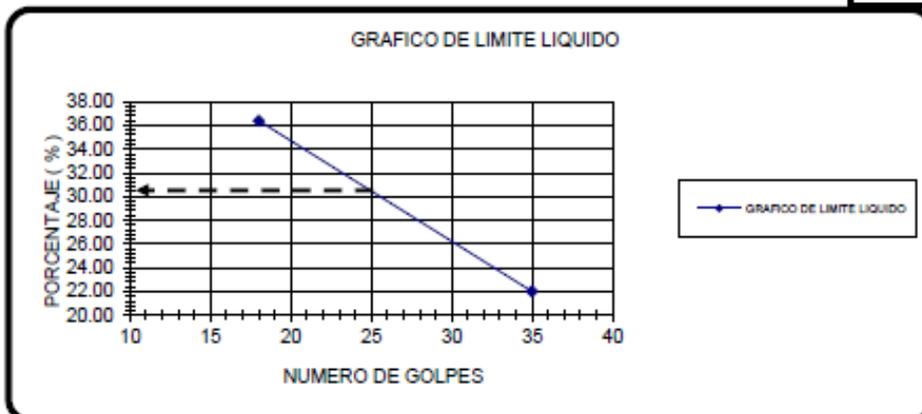
**ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA**

ASTM - D4318

<b>PROYECTO:</b>	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b> CANTERA DE CERRO 01 MATERIAL PARA AFIRMADO
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE MONZON, PROVINCIA DE HUAMALIES - HUANUCO	<b>OPERADOR:</b> Amulfo Rosas
<b>SOLICITADO POR:</b>	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MONZON	<b>FECHA:</b> julio-2018

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nº DE MUESTRA	1			1		
PROGRESIVA	CANTERA DE CERRO 01			CANTERA DE CERRO 01		
ESPESOR DEL ESTRATO (m.)						
Nº DE TARRO	01	02			03	
PESO DEL TARRO (gr.)	29.77	28.89			28.98	
PESO TARRO + SUELO HUM.(gr.)	55.49	56.93			32.58	
PESO TARRO + SUELO SEC. (gr.)	50.85	49.45			31.91	
PESO DEL AGUA (gr.)	4.64	7.48			0.67	
PESO SUELO SECO (gr.)	21.08	20.56			2.93	
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	22.01	36.38			22.9	
Nº DE GOLPES	35	18			PROMED.	22.9

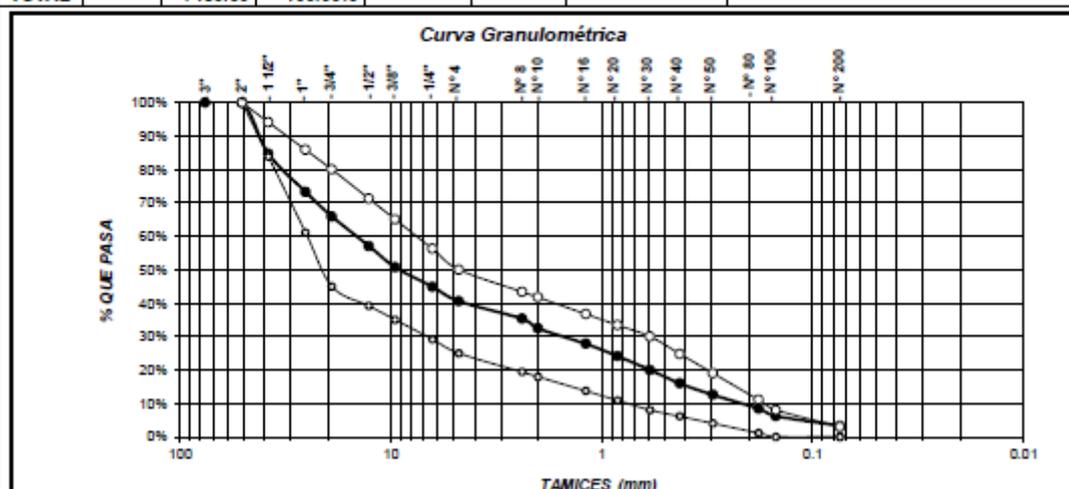
<b>MÉTODO DE UN PUNTO</b>	$L.L. = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121}$	<b>LIMITE LIQUIDO</b> 30 <b>LIMITE PLASTICO</b> 23 <b>INDICE PLASTICO</b> 7
---------------------------	--	---



## Anexo 79: Análisis Granulométrico de la Cantera La Granja

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

<b>PROYECTO:</b>		CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.				<b>MUESTRA:</b> RIO MONZÓN		
<b>UBICACIÓN:</b>		Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco				<b>AGREGADO GLOBAL (Homigon)</b>		
<b>SOLICITADO POR:</b>		Municipalidad Distrital de Monzón				<b>OPERADOR:</b> Amulfo Rosas		
						<b>FECHA:</b> julio-2018		
Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones		Tamaño Máximo:
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	Min.	Max.	
3"	76.20			0.00%	100.00%			Descripción Muestras: GRAVA CON ARENA.
2"	50.80			0.00%	100.00%	100%	- 100%	
1 1/2"	38.10	1142.00	15.27%	15.27%	84.73%			
1"	25.40	856.00	11.44%	26.71%	73.29%			
3/4"	19.05	549.00	7.34%	34.05%	65.95%	45%	- 80%	
1/2"	12.70	664.20	8.88%	42.93%	57.07%			SUCS = GP AASHTO = A-1a
3/8"	9.525	475.20	6.35%	49.28%	50.72%			
1/4"	6.350	436.10	5.83%	55.11%	44.89%			IG = 0
Nº 4	4.760	322.80	4.32%	59.42%	40.58%	25%	- 50%	M. F. = 5.562
Nº 8	2.380	395.40	5.29%	64.71%	35.29%			
Nº 10	2.000	216.50	2.89%	67.60%	32.40%			
Nº 16	1.190	342.90	4.58%	72.19%	27.81%			
Nº 20	0.840	278.10	3.72%	75.91%	24.09%			
Nº 30	0.590	306.90	4.10%	80.01%	19.99%	8%	- 30%	HUM. NATURAL = 1.95 %
Nº 40	0.426	302.40	4.04%	84.05%	15.95%			
Nº 50	0.297	254.70	3.40%	87.46%	12.54%			
Nº 80	0.180	310.80	4.15%	91.61%	8.39%			
Nº 100	0.149	163.90	2.19%	93.80%	6.20%	0%	- 8%	
Nº 200	0.074	216.90	2.90%	96.70%	3.30%	0%	- 3%	
Fondo		246.80	3.30%	100.00%	0.00%			
TOTAL		7480.60	100.00%					



## Anexo 80: Ensayo de Gravedad Especifica de la Cantera La Granja

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

<b>PROYECTO:</b>	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	<b>MUESTRA:</b>	RIO MONZON
<b>UBICACIÓN:</b>	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	<b>AGREGADO GLOBAL (Hormigon)</b>	
<b>SOLICITADO POR:</b>	Municipalidad Distrital de Monzón	<b>OPERADOR:</b>	Amulfo Rosas
		<b>FECHA:</b>	julio-2018

#### AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en el aire)	1078.30	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en el agua)	669.40	
C	Vol. De Masas Vol. De Vacios	408.90	
D	Peso Material Seco en Estufa (105° C)	1070.20	
E	Vol. De Masa	400.80	
	Peso Especifico Aparente	2.62	
	Peso Especifico Aparente (Sat. Sup. Seca)	2.64	
	Peso Especifico Nominal	2.67	
	% de Absorción	0.76	

#### AGREGADO FINO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en el aire)	131.03	
B	Peso Frasco + Agua	354.94	
C	Peso Frasco + Agua + A	485.97	
D	Peso del Material + Agua en el Frasco	436.80	
E	Vol. de Masa + Vol. De Vacio	49.17	
F	Peso del Material Seco en Estufa (105° C)	129.80	
G	Vol. De Masa	47.94	
	Peso Especifico Aparente	2.64	
	Peso Especifico Aparente (Sat. Sup. Seca)	2.66	
	Peso Especifico Nominal	2.71	
	% de Absorción	0.95	

OBSERVACIONES:

% de agregado grueso	59.42
% de agregado fino	40.58

ABSORCION : 0.83 %

#### RESULTADOS AGREGADO GLOBAL

Peso especifico aparente	2.63
Peso especifico aparente (s.s.s)	2.65
Peso especifico nominal	2.69

## Anexo 81: Ensayo de Contenido de Humedad de la Cantera La Granja

### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D2216

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	RIO MONZÓN
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	AGREGADO GLOBAL (Hormigon)	
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
		FECHA:	julio-2018

PERFORACION	CIELO ABIERTO		
MUESTRA N°	RIO MONZÓN		
ESPESOR DE ESTRATO	0.00		
CAPSULA N°	C-2		
PESO RECIPIENTE	608.80		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.	8235.30		
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO	8089.40		
PESO DEL AGUA	145.90		
PESO MATERIAL SECO	7480.60		
PORCENTAJE DE HUMEDAD	1.95		
HUMEDAD PROMEDIO		1.95	

## Anexo 82: Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado de la Cantera La Granja

### PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

PROYECTO:	CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL TRAMO RIO ESPINO - BELLAVISTA - BUENAVISTA, DISTRITO DE MONZON - HUAMALIES - HUANUCO.	MUESTRA:	RIO MONZÓN
UBICACIÓN:	Distrito de Monzón, Provincia de Huamalies, Región Huánuco	AGREGADO GLOBAL (Hormigon)	
SOLICITADO POR:	Municipalidad Distrital de Monzón	OPERADOR:	Arnulfo Rosas
		FECHA:	julio-2018

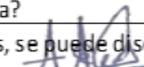
PESO UNITARIO SUELTO (Kg / m3)			
ENSAYO N°		01	02
NUMERO DE MOLDE		I	I
PESO SUELO SECO + MOLDE (Kg)		18895.00	18820.00
PESO DEL MOLDE (Kg)		1300.00	1300.00
PESO SUELO SECO (Kg)		17595.00	17520.00
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)		9460.00	9460.00
PESO UNITARIO SUELTO (Kg / m3)		1860	1852
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg / m3)		1856	

PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg / m3)			
NUMERO DE MOLDE		I	II
PESO SUELO SECO + MOLDE (Kg)		20105.00	20115.00
PESO DEL MOLDE (Kg)		1300.00	1300.00
PESO SUELO SECO (Kg)		18805.00	18815.00
VOLUMEN DEL MOLDE (m3)		9460.00	9460.00
PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg / m3)		1987.8	1988.9
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg / m3)		1988	

### Anexo 83: Encuesta 01

 <b>USMP</b> <small>SAN MARTÍN DE PORRÉS</small> <small>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</small>		Encuesta del proyecto de:		Realizada por:	
		"Diseños de Obras de arte en Río Espino-Bellavista, para mejorar la transitabilidad en el distrito de Monzón-Huánuco"		Alca Ascensio, José Antonio Estelo Gamarra, Rony Omar	
		Entrevistado (a):			
N°	Formulación de la creación de drenaje vial	SI	NO		
1	cree usted que si se diseña las cunetas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
2	cree usted que si se diseña las alcantarillas, eliminando las aguas superficiales en cunetas y quebradas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
3	cree usted que si se diseña las badenes, discurrirá las aguas superficiales, naciendo de las quebradas, así mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
4	cree usted que si se diseña el ponton, discurrirá las aguas superficiales, naciendo de las quebradas y laderas, así mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
5	Habiendo diseñado las obras de arte, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
6	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios hidrológicos?	X			
Formulación de la mejora de los alineamientos físicos de la vía		SI	NO		
7	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las cunetas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
8	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las alcantarillas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
9	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de los badenes, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
10	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones del ponton, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
11	Habiendo replanteado el alineamiento físico, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
12	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios topográficos?	X			
Formulación de la disminución del deterioro de la vía		SI	NO		
13	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará las oquedades de la vía?	X			
14	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los arrugamientos de la vía?	X			
15	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los abollamientos de la vía?	X			
16	Habiendo diseñado la capa de rodadura, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
17	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios de suelos?	X			

  
**Alicia J. Alba Cruz**  
 CIP. N° 226231

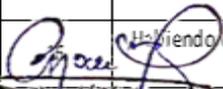
## Anexo 84: Encuesta

 <b>USMP</b> <small>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA</small> <small>SAN MARTÍN DE PORRES</small> <small>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</small>		Encuesta del proyecto de:		Realizada por:	
		"Diseños de Obras de arte en Rio Espino-Bellavista, para mejorar la transitabilidad en el distrito de Monzón-Huánuco"		Alca Ascensio, José Antonio Estelo Gamarra, Rony Omar	
		Entrevistado (a):			
N°	Formulación de la creación de drenaje vial	SI	NO		
1	cree usted que si se diseña las cunetas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
2	cree usted que si se diseña las alcantarillas, eliminando las aguas superficiales en cunetas y quebradas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
3	cree usted que si se diseña las badenes, discurrirá las aguas superficiales, nacies de las quebradas, asi mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
4	cree usted que si se diseña el ponton, discurrirá las aguas superficiales, nacies de las quebradas y laderas, asi mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
5	Habiendo diseñado las obras de arte, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
6	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios hidrológicos?	X			
Formulación de la mejora de los alineamientos físicos de la vía		SI	NO		
7	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las cunetas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
8	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las alcantarillas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
9	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de los badenes, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
10	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones del ponton, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
11	Habiendo replanteado el alineamiento físico, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
12	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios topográficos?	X			
Formulación de la disminución del deterioro de la vía		SI	NO		
13	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará las oquedades de la vía?	X			
14	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los arrugamientos de la vía?	X			
15	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los abollamientos de la vía?	X			
16	Habiendo diseñado la capa de rodadura, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
17	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios hidrológicos?	X			

  
**Ing. Dainna Córdova**  
**CIP N° 208626**  
**SUPERVISOR DE OBRAS**

## Anexo 85: Encuesta

 <b>USMP</b> <small>UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRES</small> <small>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</small>		Encuesta del proyecto de:		Realizada por:	
		"Diseños de Obras de arte en Río Espino-Bellavista, para mejorar la transitabilidad en el distrito de Monzón-Huánuco"		Alca Ascensio, José Antonio	
				Estelo Gamarra, Rony Omar	
		Entrevistado (a):			
N°	Formulación de la creación de drenaje vial	SI	NO		
1	Cree usted que si se diseña las cunetas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
2	Cree usted que si se diseña las alcantarillas, eliminando las aguas superficiales en cunetas y quebradas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
3	Cree usted que si se diseña las badenes, discurrirá las aguas superficiales, naciendo de las quebradas, así mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
4	Cree usted que si se diseña el ponton, discurrirá las aguas superficiales, naciendo de las quebradas y laderas, así mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
5	Habiendo diseñado las obras de arte, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
6	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios hidrológicos?	X			
Formulación de la mejora de los alineamientos físicos de la vía		SI	NO		
7	Cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las cunetas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
8	Cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las alcantarillas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
9	Cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de los badenes, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
10	Cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones del ponton, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
11	Habiendo replanteado el alineamiento físico, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
12	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios topográficos?	X			
Formulación de la disminución del deterioro de la vía		SI	NO		
13	Cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará las oquedades de la vía?	X			
14	Cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los arrugamientos de la vía?	X			
15	Cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los abollamientos de la vía?	X			
	Habiendo diseñado la capa de rodadura, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios de suelos?	X			

  
  
**Ing. Ronald Henry Segundo Moreira**  
 Residente de obra

## Anexo 86: Encuesta

 <b>USMP</b> <small>SAN MARTÍN DE PORRES</small> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		Encuesta del proyecto de:		Realizada por:	
		"Diseños de Obras de arte en Río Espino-Bellavista, para mejorar la transitabilidad en el distrito de Monzón-Huánuco"		Alca Ascensio, José Antonio Estelo Gamarra, Rony Omar	
		Entrevistado (a):			
N°	Formulación de la creación de drenaje vial	SI	NO		
1	cree usted que si se diseña las cunetas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
2	cree usted que si se diseña las alcantarillas, eliminando las aguas superficiales en cunetas y quebradas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
3	cree usted que si se diseña las badenes, discurrirá las aguas superficiales, naciendo de las quebradas, así mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
4	cree usted que si se diseña el ponton, discurrirá las aguas superficiales, naciendo de las quebradas y laderas, así mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
5	Habiendo diseñado las obras de arte, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
6	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios hidrológicos?	X			
Formulación de la mejora de los alineamientos físicos de la vía		SI	NO		
7	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las cunetas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
8	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las alcantarillas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
9	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de los badenes, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
10	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones del ponton, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
11	Habiendo replanteado el alineamiento físico, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
12	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios topográficos?	X			
Formulación de la disminución del deterioro de la vía		SI	NO		
13	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará las oquedades de la vía?	X			
14	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los arrugamientos de la vía?	X			
15	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los abollamientos de la vía?	X			
16	Habiendo diseñado la capa de rodadura, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
17	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios de suelos?	X			



*Benito Ramírez Solís*  
**Benito Ramírez Solís**  
 DNI 22505127

## Anexo 87: Encuesta

 <b>USMP</b> <small>SAN MARTÍN DE PORCES</small>		Encuesta del proyecto de: "Diseños de Obras de arte en Río Espino-Bellavista, para mejorar la transitabilidad en el distrito de Monzón-Huánuco"		Realizada por: Alca Ascencio, José Antonio Estelo Gamarra, Rony Omar	
				Entrevistado (a):	
N°	Formulación de la creación de drenaje vial	SI	NO		
1	cree usted que si se diseña las cunetas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
2	cree usted que si se diseña las alcantarillas, eliminando las aguas superficiales en cunetas y quebradas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
3	cree usted que si se diseña las badenes, discurrirá las aguas superficiales, naciendo de las quebradas, así mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
4	cree usted que si se diseña el ponton, discurrirá las aguas superficiales, naciendo de las quebradas y laderas, así mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
5	Habiendo diseñado las obras de arte, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
6	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios hidrológicos?	X			
Formulación de la mejora de los alineamientos físicos de la vía		SI	NO		
7	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las cunetas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
8	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las alcantarillas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
9	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de los badenes, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
10	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones del ponton, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
11	Habiendo replanteado el alineamiento físico, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
12	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios topográficos?	X			
Formulación de la disminución del deterioro de la vía		SI	NO		
13	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará las oquedades de la vía?	X			
14	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los arrugamientos de la vía?	X			
15	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los abollamientos de la vía?	X			
16	Habiendo diseñado la capa de rodadura, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios de suelos?	X			



**Graciela Mercedes Mendoza Chipana**  
 Gerente de Infraestructura y Acondicionamiento Territorial.

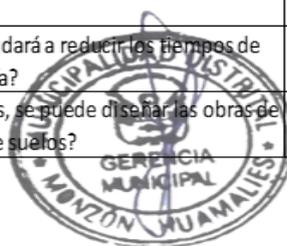
## Anexo 88: Encuesta

 <b>USMP</b> <small>SAN MARTÍN DE PORRES</small> <small>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</small>		Encuesta del proyecto de:	Realizada por:	
		"Diseños de Obras de arte en Rio Espino-Bellavista, para mejorar la transitabilidad en el distrito de Monzón-Huánuco"	Alca Ascensio, José Antonio Estelo Gamarra, Rony Omar	
		Entrevistado (a):		
N°	Formulación de la creación de drenaje vial	SI	NO	
1	cree usted que si se diseña las cunetas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X		
2	cree usted que si se diseña las alcantarillas, eliminando las aguas superficiales en cunetas y quebradas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X		
3	cree usted que si se diseña las badenes, discurrirá las aguas superficiales, naciendo de las quebradas, así mejorará la transitabilidad de la vía?	X		
4	cree usted que si se diseña el ponton, discurrirá las aguas superficiales, naciendo de las quebradas y laderas, así mejorará la transitabilidad de la vía?	X		
5	Habiendo diseñado las obras de arte, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X		
6	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios hidrológicos?	X		
Formulación de la mejora de los alineamientos físicos de la vía		SI	NO	
7	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las cunetas, mejorará el alineamiento de la vía?	X		
8	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las alcantarillas, mejorará el alineamiento de la vía?	X		
9	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de los badenes, mejorará el alineamiento de la vía?	X		
10	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones del ponton, mejorará el alineamiento de la vía?	X		
11	Habiendo replanteado el alineamiento físico, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X		
12	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios topográficos?	X		
Formulación de la disminución del deterioro de la vía		SI	NO	
13	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará las oquedades de la vía?	X		
14	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los arrugamientos de la vía?	X		
15	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los abollamientos de la vía?	X		
16	Habiendo diseñado la capa de rodadura, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X		
17	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios de suelos?	X		



## Anexo 89: Encuesta

 <b>USMP</b> <small>UNIVERSIDAD SAN MARTÍN DE PORRES</small> <small>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</small>		Encuesta del proyecto de:		Realizada por:	
		"Diseños de Obras de arte en Río Espino-Bellavista, para mejorar la transitabilidad en el distrito de Monzón-Huánuco"		Alca Ascensio, José Antonio Estelo Gamarra, Rony Omar	
		Entrevistado (a):			
N°	Formulación de la creación de drenaje vial	SI	NO		
1	cree usted que si se diseña las cunetas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
2	cree usted que si se diseña las alcantarillas, eliminando las aguas superficiales en cunetas y quebradas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
3	cree usted que si se diseña las badenes, discurrirá las aguas superficiales, nacies de las quebradas, asi mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
4	cree usted que si se diseña el ponton, discurrirá las aguas superficiales, nacies de las quebradas y laderas, asi mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
5	Habiendo diseñado las obras de arte, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
6	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios hidrológicos?	X			
Formulación de la mejora de los alineamientos fisicos de la vía		SI	NO		
7	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las cunetas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
8	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las alcantarillas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
9	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de los badenes, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
10	cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones del ponton, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
11	Habiendo replanteado el alineamiento fisico, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
12	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios topográficos?	X			
Formulacion de la disminución del deterioro de la vía		SI	NO		
13	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará las oquedades de la vía?	X			
14	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los arrugamientos de la vía?	X			
15	cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los abollamientos de la vía?	X			
16	Habiendo diseñado la capa de rodadura, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
17	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios de suelos?	X			



## Anexo 90: Encuesta

 <b>USMP</b> <small>SAN MARTÍN DE PORRES</small> <small>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</small>		Encuesta del proyecto de:		Realizada por:	
		"Diseños de Obras de arte en Río Espino-Bellavista, para mejorar la transitabilidad en el distrito de Monzón-Huánuco"		Alca Ascencio, José Antonio Estelo Gamarra, Rony Omar	
		Entrevistado (a):			
Nº	Formulación de la creación de drenaje vial	SI	NO		
1	Cree usted que si se diseña las cunetas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
2	Cree usted que si se diseña las alcantarillas, eliminando las aguas superficiales en cunetas y quebradas, mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
3	Cree usted que si se diseña las badenes, discurrirá las aguas superficiales, naciendo de las quebradas, así mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
4	Cree usted que si se diseña el ponton, discurrirá las aguas superficiales, naciendo de las quebradas y laderas, así mejorará la transitabilidad de la vía?	X			
5	Habiendo diseñado las obras de arte, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
6	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios hidrológicos?	X			
Formulación de la mejora de los alineamientos físicos de la vía		SI	NO		
7	Cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las cunetas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
8	Cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de las alcantarillas, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
9	Cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones de los badenes, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
10	Cree usted que si hace el replanteo de las ubicaciones del ponton, mejorará el alineamiento de la vía?	X			
11	Habiendo replanteado el alineamiento físico, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
12	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios topográficos?	X			
Formulación de la disminución del deterioro de la vía		SI	NO		
13	Cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará las oquedades de la vía?	X			
14	Cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los arrugamientos de la vía?	X			
15	Cree usted que si diseña la capa de rodadura, eliminará los abollamientos de la vía?	X			
16	Habiendo diseñado la capa de rodadura, ayudará a reducir los tiempos de recorrido en la vía?	X			
17	Habiendo respondido las preguntas anteriores, se puede diseñar las obras de arte con los estudios de suelos?	X			



# **PANEL FOTOGRÁFICO**

Replanteo del trazo



Corrección de gradiente longitudinal



Medición de la gradiente longitudinal cada 20 metros y en curva cada 10 metros



Trazo final para el ensanchamiento de la vía y ubicación de obras de arte



Equipo de topografía, conjunto con roce y limpieza



Estado actual de la vía de estudio



Ubicación con GPS del trazo longitudinal y obras de arte



Supervisión y control de los replanteos del trazo



Tramo final del centro poblado de Bellavista



Ubicación del último punto del centro poblado de Bellavis



