



UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL, SISTEMAS Y  
ARQUITECTURA.



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Tesis

“Estudio Definitivo De La Pavimentación Del Centro Poblado  
Positos, Distrito Mórrope, Provincia De Lambayeque,  
Departamento Lambayeque”

Para obtener el Título Profesional de:

Ingeniera Civil

Chávez Valdez Ketty

Autor

Mg. Ing. Anaya Morales Roger Antonio

Asesor

TOMO I

Lambayeque – Perú

Abril 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CIVIL, SISTEMAS Y  
ARQUITECTURA.



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Tesis

“Estudio Definitivo De La Pavimentación Del Centro Poblado  
Positos, Distrito Mórrope, Provincia De Lambayeque,  
Departamento Lambayeque”

Para obtener el Título Profesional de:

Ingeniera Civil

Aprobado por los Miembros del Jurado:

Ing. Oscar Guillermo Cubas Delgado  
Presidente

Ing. Wesley Amado Salazar Bravo  
Secretario

Ing. Alejandro Pedro Morales Uchofen  
Vocal

Ing. Roger Antonio Anaya Morales  
Asesor

Chávez Valdez Ketty  
Autor

**DEDICATORIA**

A Dios con mucho amor y gratitud, a mis padres por estar al pendiente para el cumplimiento de mis logros, a mi familia y en especial a mi hijito Alessio German mi más grande motivación.

A mis hermanos por su apoyo y comprensión.

**AGRADECIMIENTO**

A mi padre German a mi madre Martha por darme la oportunidad de crecer académicamente, al igual a mi esposo por su apoyo.

A mis amigos José Ángel y Rider, a mi asesor por su orientación y en especial a un ingeniero que me apoyo sin nada a cambio.



**ACTA DE SUSTENTACIÓN  
 VIRTUAL N° 014- 2 02 2 - F ICSA - D**

Siendo las 10:00am horas del día 27 de abril del 2022, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/bzb-unpp-mhh> los miembros de jurado de la Tesis titulada: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO POSITOS, DISTRITO MORROPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE", con código de proyecto: IC-2016-102, designados por Resolución Decanal Virtual N° 278-2021-UNPRG-FICSA-UI, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

ING. OSCAR GUILLERMO CUBAS DELGADO	PRESIDENTE
MSC. ING. WESLEY SALAZAR BRAVO	SECRETARIO
ING. ALEJANDRO PEDRO MORALES UCHOFEN	VOCAL

Asesorado por el Docente: MG. ING. ROGER ANTONIO ANAYA MORALES

El acto de sustentación fue autorizado por OFICIO VIRTUAL No 022-2022-UIFICSA, la Tesis fue presentada y sustentada por el Bachiller: KETTY CHAVEZ VALDEZ, tuvo una duración de 95 minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado, se procedió a la calificación respectiva:

**KETTY CHAVEZ VALDEZ                      16            DIECISEIS                      BUENO**

Por lo que queda APTA para obtener el Título Profesional de INGENIERA CIVIL de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Civil, de Sistemas y de Arquitectura, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 11:35 am horas, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

ING. OSCAR GUILLERMO CUBAS DELGADO  
 PRESIDENTE

MSC. ING. WESLEY SALAZAR BRAVO  
 SECRETARIO

ING. ALEJANDRO PEDRO MORALES UCHOFEN  
 VOCAL

MG. ING. ROGER ANTONIO ANAYA MORALES  
 ASESOR

DR. ING. SERGIO BRAVO IDROGO  
 DECANO

## RESUMEN

El proyecto de tesis denominado “Estudio Definitivo de la Pavimentación del Centro Poblado Positos, Distrito de Mórrope, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque”, para el desarrollo de este tuve que poner en práctica todo lo aprendido durante los años estudiados en la universidad, así mismo utilizar normas actualizadas que normalmente se aplican en el Perú, al igual que diferentes métodos de evaluación y por supuesto utilizar la tecnología.

La presente contiene los Estudios Topográficos, Estudio de Tráfico, Estudio de Mecánica de Suelos y Diseño de Pavimentos de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones CE.010. Pavimentos Urbanos, también se tomó como referencia AASHTO (Urban Roads) cuyos criterios se utilizó para el diseño de pavimento.

También se realizó estudios de Hidrología y Drenaje, Estudio de Canteras y Evaluación de Impacto Ambiental de manera de evitar o moderar los impactos ambientales.

Se evaluó las alternativas de pavimento flexible y pavimento Rígido, se determinó la clase de superficie que requiere la vía, complementariamente se elaboró el Estudio Económico y el cronograma valorizado de Ejecución de Obra garantizando la realización del proyecto.

Será de gran utilidad para la entidad competente para su posterior ejecución, permitiendo ofrecer bienestar a la población, mejoramiento del tránsito peatonal y vehicular de la zona.

## ABSTRACT

The thesis project called "Definitive Study of the Paving of the Positos Populated Center, District of Mórrope, Province of Lambayeque, Department of Lambayeque", for the development of this I had to put into practice everything learned during the years studied at the university, Likewise, use updated standards that are normally applied in Peru, as well as different evaluation methods and of course use technology.

This document contains the Topographic Studies, Traffic Study, Soil Mechanics Study and Pavement Design in accordance with the National Building Regulations CE.010. Urban Pavements, AASHTO (Urban Roads) was also taken as a reference, whose criteria were used for the pavement design.

Studies of Hydrology and Drainage, Study of Quarries and Environmental Impact Assessment were also carried out in order to avoid or moderate environmental impacts.

The alternatives of flexible pavement and rigid pavement were evaluated, the type of surface required by the road was determined, in addition the Economic Study and the valued schedule of Work Execution were prepared, guaranteeing the execution of the project.

It will be very useful for the competent entity for its subsequent execution, allowing to offer well-being to the population, improvement of pedestrian and vehicular traffic in the area.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. CAPITULO I. GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
<b>1.4. IMPORTANCIA DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. CAPITULO II. INFORMACIÓN BÁSICA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. SITUACION ACTUAL SIN PROYECTO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3. GEOMORFOLOGÍA. ....</b>	<b>6</b>
<b>2.4. HIDROLOGÍA Y CLIMA DE LA ZONA.....</b>	<b>6</b>
2.4.1. CLIMA.....	6
2.4.2. TEMPERATURA .....	6
2.4.3. PRECIPITACIONES PLUVIALES Y METEOROLOGÍA .....	6
<b>2.5. ASPECTO SOCIOECONÓMICO .....</b>	<b>6</b>
2.5.1. POBLACIÓN.....	6
2.5.2. VIVIENDA .....	7
2.5.3. SALUD .....	7
2.5.4. EDUCACIÓN .....	7
2.5.5. SERVICIOS BÁSICOS .....	8

<b>3. CAPITULO III. ESTUDIO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. RECONOCIMIENTO PRELIMINAR DEL LUGAR .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>9</b>
3.2.1. TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS.....	9
3.2.2. EQUIPO DE TOPOGRAFÍA UTILIZADOS .....	10
<b>3.3. TRABAJOS DE GABINETE.....</b>	<b>11</b>
3.3.1. SISTEMA DE UNIDADES.....	11
3.3.2. SISTEMA DE REFERENCIA .....	11
3.3.3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO.....	11
3.3.4. CUBICACIÓN DE CORTES Y RELLENOS:.....	11
<b>4. CAPITULO IV. ESTUDIO DE TRÁFICO.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1. GENERALIDADES .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>12</b>
<b>4.3. ESTACION DE CONTEO .....</b>	<b>13</b>
<b>4.4. CONTEO VEHICULAR .....</b>	<b>15</b>
4.4.1. CLASIFICACION VEHICULAR.....	15
4.4.2. ÍNDICE MEDIO DIARIO: IMD .....	16
<b>4.5. CONVERSIÓN A EJES EQUIVALENTES .....</b>	<b>17</b>
4.5.1. FACTORES DE CONVERSIÓN .....	17
4.5.2. EJES EQUIVALENTES.....	18
<b>4.6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>19</b>

<b>5. CAPÍTULO V. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....</b>	<b>21</b>
<b>5.1. GENERALIDADES .....</b>	<b>21</b>
<b>5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO .....</b>	<b>21</b>
5.2.1. EXCAVACION DE CALICATAS .....	21
5.2.2. REGISTRO DE EXCAVACIONES.....	22
<b>5.3. DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS DE LABORATORIO.....</b>	<b>23</b>
5.3.1. ENSAYOS PARA DETERMINAR PROPIEDADES FÍSICAS .....	23
5.3.2. ENSAYO PARA DETERMINAR PROPIEDADES MECÁNICAS ....	27
5.3.3. ENSAYOS PARA DETERMINAR PROPIEDADES QUÍMICAS .....	30
<b>5.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATIGRAFÍA .....</b>	<b>30</b>
<b>5.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>6. CAPITULO VI. DISEÑO DE PAVIMENTO .....</b>	<b>37</b>
<b>6.1. GENERALIDADES .....</b>	<b>37</b>
<b>6.2. CBR DE SUBRASANTE.....</b>	<b>37</b>
<b>6.3. CBR DE DISEÑO .....</b>	<b>37</b>
<b>6.4. METODO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS.....</b>	<b>38</b>
6.4.1. PAVIMENTO FLEXIBLE .....	39
6.4.2. PAVIMENTO RIGIDO .....	48
<b>6.5. DISEÑO DE VEREDAS Y RAMPAS.....</b>	<b>67</b>
<b>6.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>7. CAPITULO VII. ESTUDIOS DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA....</b>	<b>70</b>

<b>7.1. GENERALIDADES .....</b>	<b>70</b>
<b>7.2. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS CANTERAS.....</b>	<b>70</b>
7.2.1. REQUISITOS PARA MATERIAL DE BASE GRANULAR .....	70
7.2.2. REQUISITOS PARA MATERIAL DE SUB-BASE .....	71
7.2.3. REQUISITOS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO	72
7.2.4. REQUISITOS EN PAVIMENTOS ASFALTICOS .....	73
7.2.5. REQUISITO DE PAVIMENTO ARTICULADO.....	74
<b>7.3. LOCALIZACION DE CANTERAS EN LA ZONA .....</b>	<b>75</b>
7.3.1. CANTERA LA PLUMA .....	75
7.3.2. CANTERA TRES TOMAS .....	77
7.3.3. CANTERA LA VIÑA .....	79
<b>7.4. DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE (DME) .....</b>	<b>81</b>
<b>7.5. FUENTES DE AGUA .....</b>	<b>81</b>
<b>7.6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>8. CAPITULO VIII. DISEÑO VIAL URBANO .....</b>	<b>84</b>
<b>8.1. ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>84</b>
<b>8.2. CLASIFICACION DE VIAS .....</b>	<b>84</b>
8.2.1. VIAS LOCALES .....	84
<b>8.3. VELOCIDAD DIRECTRIZ.....</b>	<b>84</b>
8.3.1. CRITERIOS PARA ELEGIR LA VELOCIDAD DIRECTRIZ .....	84
8.3.2. ELECCION DE LA VELOCIDAD DIRECTRIZ.....	84

<b>8.4. GEOMETRÍA DE LAS VÍAS.....</b>	<b>85</b>
8.4.1. ALINEAMIENTO HORIZONTAL .....	85
8.4.2. ALINEAMIENTO VERTICAL .....	85
8.4.3. SECCION TRANSVERSAL.....	86
<b>8.5. INTERSECCION DE VIAS .....</b>	<b>89</b>
<b>8.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>89</b>
<b>9. CAPÍTULO IX. SEÑALIZACIÓN VIAL URBANA.....</b>	<b>91</b>
<b>9.1. ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>91</b>
<b>9.2. SEÑALIZACION VERTICAL.....</b>	<b>91</b>
9.2.1. SEÑALES REGULADORAS O DE REGLAMENTACION.....	91
9.2.2. SEÑALES PREVENTIVAS.....	91
<b>9.3. SEÑALIZACION HORIZONTAL .....</b>	<b>91</b>
<b>9.4. NORMAS Y MEDIDAD DE SEGURIDAD DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA.....</b>	<b>92</b>
<b>10. CAPITULO X. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE .....</b>	<b>93</b>
<b>10.1. ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>93</b>
<b>10.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO .....</b>	<b>93</b>
10.2.1. UBICACIÓN.....	93
10.2.2. METEOROLOGIA .....	94
<b>10.3. HIDROLOGÍA.....</b>	<b>94</b>
10.3.1. MÉTODO PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE ESCURRIMIENTO	

10.3.2.	MÉTODO RACIONAL .....	95
10.3.3.	CAUDAL DE ESCURRIMIENTO .....	102
<b>10.4.</b>	<b>DRENAJE PLUVIAL URBANO.....</b>	<b>103</b>
<b>11.</b>	<b>CAPITULO XI. IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>106</b>
<b>11.1.</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>106</b>
<b>11.2.</b>	<b>METODOLOGÍA DE ANÁLISIS: BATTELLE – COLUMBUS.....</b>	<b>107</b>
<b>11.3.</b>	<b>APLICACIÓN DEL MÉTODO BATTELLE – COLUMBUS.....</b>	<b>107</b>
11.3.1.	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS .....	107
11.3.2.	MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS .....	108
11.3.3.	MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS .....	109
11.3.4.	MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS .....	109
<b>11.4.</b>	<b>RESULTADOS DE APLICACIÓN DE MATRICES .....</b>	<b>110</b>
<b>11.5.</b>	<b>PLAN DE ADECUACION Y MANEJO AMBIENTAL.....</b>	<b>111</b>
<b>12.</b>	<b>CAPITULO XII. EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION .....</b>	<b>113</b>
<b>12.1.</b>	<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>113</b>
<b>12.2.</b>	<b>CARACTERISTICAS DEL PROYECTO .....</b>	<b>113</b>
<b>12.3.</b>	<b>ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION .....</b>	<b>113</b>
12.3.1.	PAVIMENTO FLEXIBLE .....	113
12.3.2.	PAVIMENTO RIGIDO .....	114
<b>12.4.</b>	<b>COMPARACIÓN ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>114</b>
<b>12.5.</b>	<b>ELECCION DE ALTERNATIVA .....</b>	<b>116</b>

<b>12.6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>116</b>
<b>13. CAPITULO XIV. ESTUDIO ECONOMICO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA .....</b>	<b>117</b>
<b>13.1. CONSIDERACIONES GENERALES.....</b>	<b>117</b>
13.1.1. ASPECTOS GENERALES .....	117
13.1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	117
13.1.3. CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS .....	117
13.1.4. ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR .....	118

## LISTA DE TABLA

<b>Tabla 1:</b> Información demográfica del centro poblado Positos .....	7
<b>Tabla 2:</b> Información del centro de salud .....	7
<b>Tabla 3:</b> Parámetros de Word geodetic system 1984 (WGS-84).....	11
<b>Tabla 4:</b> Resumen de IMD Est.01 .....	16
<b>Tabla 5:</b> Resumen de IMD Est. 02.....	16
<b>Tabla 6:</b> Resumen de IMD Est. 03.....	17
<b>Tabla 7:</b> Factor camión por tipo de vehículo .....	18
<b>Tabla 8:</b> Conversión de cargas de E-01 a ejes equivalentes de 80 kN.....	18
<b>Tabla 9:</b> Conversión de cargas de E-02 a ejes equivalentes de 80 kN.....	19
<b>Tabla 10:</b> Conversión de cargas de E-03 a ejes equivalentes de 80 kN.....	19
<b>Tabla 11:</b> IMD por estación de conteo.....	20
<b>Tabla 12:</b> Número de Ejes Equivalentes por Estación de conteo .....	20
<b>Tabla 13:</b> Registros de Excavaciones .....	22
<b>Tabla 14:</b> Clasificación de Suelos según índice de grupo .....	25
<b>Tabla 15:</b> Clasificación SUCS Y AASHTO, Resumen de Propiedades Físicas de las Muestras.....	26
<b>Tabla 16:</b> Capacidad Portante de Suelo .....	28
<b>Tabla 17:</b> Resultado de Ensayo Próctor Modificado .....	28
<b>Tabla 18:</b> Clasificación de Subrasante de acuerdo con el CBR.....	28
<b>Tabla 19:</b> Resultados de Ensayo de CBR .....	29
<b>Tabla 20:</b> CBR Asumido y Calificación de las Muestras .....	29
<b>Tabla 21:</b> Resultados de Ensayo de Contenido de Sales .....	30
<b>Tabla 22:</b> Resultados de Ensayo de Próctor.....	35
<b>Tabla 23:</b> Clasificación de subrasante considerando el CBR .....	35

<b>Tabla 24:</b> Resultados de Contenidos de Sales .....	36
<b>Tabla 25:</b> Capacidad de Soporte del Suelo - CBR.....	37
<b>Tabla 26:</b> CBR de diseño – Método AASHTO .....	37
<b>Tabla 27:</b> Nivel de confianza sugerida para diferentes carreteras .....	40
<b>Tabla 28:</b> Valores de Confiabilidad $Z_R$ .....	41
<b>Tabla 29:</b> Valores de Overall Standart Desviation (So) .....	41
<b>Tabla 30:</b> Valores De Periodo De Diseño Según Tipo De Carretera.....	42
<b>Tabla 31:</b> Valores Del Módulo Resiliente .....	42
<b>Tabla 32:</b> Calidad de Drenaje y tiempo de Retiro de Agua .....	42
<b>Tabla 33:</b> Valores de coeficientes de drenaje para Pavimentos Flexibles .....	43
<b>Tabla 34:</b> Valores De número estructural y espesores de capa.....	44
<b>Tabla 35:</b> EAL de diseño .....	45
<b>Tabla 36:</b> Factor de correlación CBR - Mr .....	45
<b>Tabla 37:</b> Requisitos De Calidad De Las Capas Granulares .....	45
<b>Tabla 38:</b> Grado de asfalto de acuerdo con el tipo de clima.....	46
<b>Tabla 39:</b> Espesor de pavimento de las alternativas analizadas.....	47
<b>Tabla 40:</b> EAL de diseño .....	49
<b>Tabla 41:</b> Niveles de confianza sugerida para diferentes carreteras .....	49
<b>Tabla 42:</b> Valores de Desviación Estándar normal.....	49
<b>Tabla 43:</b> Valores de Overall Standart Desviation .....	50
<b>Tabla 44:</b> Valores De Periodo De Diseño Según Tipo De Carretera.....	50
<b>Tabla 45:</b> Valores De Calidad De Drenaje Y El Tiempo De Retiro.....	51
<b>Tabla 46:</b> Valores recomendados de Cd para diseño de Pav. Rígido .....	51
<b>Tabla 47:</b> Coeficiente De Transferencia De Carga Recomendado .....	52
<b>Tabla 48:</b> Número Estructural Y Espesor De Capa De Pavimento .....	53

<b>Tabla 49:</b> Cargas vehiculares por tipo de eje .....	54
<b>Tabla 50:</b> Factor de seguridad de carga .....	54
<b>Tabla 51:</b> Carga y número de repeticiones de vehículos .....	55
<b>Tabla 52:</b> Valores de K en correlación al CBR .....	56
<b>Tabla 53:</b> Valores de K según subrasante .....	56
<b>Tabla 54:</b> Esfuerzo en pavimento sin bermas, de concreto simple (simple/tándem)..	57
<b>Tabla 55:</b> Factores de erosión para pavimentos de concreto simple sin pasa juntas ni apoyo lateral (simple/tándem).....	58
<b>Tabla 56:</b> Resultados del espesor de pavimento rígido (PCA).....	59
<b>Tabla 57:</b> Espaciamiento de juntas recomendado para pavimentos de concreto simple .....	59
<b>Tabla 58:</b> Ancho de caja de sellos .....	63
<b>Tabla 59:</b> Diámetro de cordón de respaldo según ancho de caja.....	63
<b>Tabla 60:</b> Nivel de tráfico según EE.....	65
<b>Tabla 61:</b> Categoría de subrasante según CBR.....	65
<b>Tabla 62:</b> Tipo de pavimento según EE.....	66
<b>Tabla 63:</b> Catálogo de estructura de pavimento de adoquín con base granular.....	66
<b>Tabla 64:</b> Valores de capa de pavimento calculados .....	68
<b>Tabla 65:</b> Requerimientos granulométricos para base granular.....	70
<b>Tabla 66:</b> Valor relativo de soporte – CBR* .....	70
<b>Tabla 67:</b> Requerimiento del agregado grueso de base granular .....	70
<b>Tabla 68:</b> Requerimiento del agregado fino de base granular .....	71
<b>Tabla 69:</b> Requerimientos granulométricos para subbase granular .....	71
<b>Tabla 70:</b> Requerimiento de calidad para subbase granular .....	71

<b>Tabla 71:</b> Granulometría para el agregado fino de pavimento de concreto hidráulico .....	72
<b>Tabla 72:</b> Requisitos para el agregado fino .....	72
<b>Tabla 73:</b> Granulometría para el agregado grueso de pavimentos de concreto hidráulico .....	73
<b>Tabla 74:</b> Requisitos para el agregado grueso .....	73
<b>Tabla 75:</b> Requerimientos para los agregados finos de mezclas asfálticas en caliente .....	73
<b>Tabla 76:</b> Requerimientos para los agregados gruesos de mezclas asfálticas en caliente .....	74
<b>Tabla 77:</b> Gradación de los agregados para mezclas asfálticas en caliente .....	74
<b>Tabla 78:</b> Granulometría de la cama de arena .....	75
<b>Tabla 79:</b> Fuente de abastecimiento: el canal Chancay .....	82
<b>Tabla 80:</b> Resumen de características de canteras .....	83
<b>Tabla 81:</b> Velocidad directriz asumida .....	84
<b>Tabla 82:</b> Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa .....	86
<b>Tabla 83:</b> Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava .....	86
<b>Tabla 84:</b> Sección transversal según tipo de habilitación .....	86
<b>Tabla 85:</b> Bombeo según ancho mínimo de carril .....	88
<b>Tabla 86:</b> Ancho de calzada según calles .....	88
<b>Tabla 87:</b> rapidez directriz según tipo de vía .....	89
<b>Tabla 88:</b> Parámetros de diseño asumidos .....	90
<b>Tabla 89:</b> Información de la estación pluviométrica Lambayeque .....	94
<b>Tabla 90:</b> $\Delta$ CRÍTICO prueba Smirnov - Kolmogorov .....	98
<b>Tabla 91:</b> Resultados de análisis estadísticos .....	98

<b>Tabla 92:</b> Distribución normal de probabilidades.....	98
<b>Tabla 93:</b> Resultados de las Precipitaciones según S-K, Gumbel y Log.N.2Par.....	99
<b>Tabla 94:</b> Precipitación en mm para duración en min por periodo de retorno .....	100
<b>Tabla 95:</b> Intensidad de lluvia en mm/h para duraciones en minutos.....	101
<b>Tabla 96:</b> Cálculo de caudal de escurrimiento.....	102
<b>Tabla 97:</b> Diámetro mínimo de tuberías .....	104
<b>Tabla 98:</b> Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado.....	105
<b>Tabla 99:</b> Características de Pavimento Flexible.....	113
<b>Tabla 100:</b> Características de Pavimento Rígido.....	114
<b>Tabla 101:</b> Costo directo de Pavimento Flexible.....	114
<b>Tabla 102:</b> Costo Directo de Pavimento Rígido .....	115
<b>Tabla 103:</b> Costo directo de pavimento rígido premezclado .....	115
<b>Tabla 104:</b> Resumen de costo directo de alternativas .....	116

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Macro y micro localización de la zona del proyecto .....	4
<b>Figura 2:</b> Ubicación de Estación de Conteo Vehicular.....	14
<b>Figura 4:</b> Factores de capacidad de carga de Terzaghi.....	27
<b>Figura 5:</b> Percentil de diseño .....	38
<b>Figura 6:</b> Número estructural o capacidad de la estructura .....	40
<b>Figura 7:</b> Coeficiente de reacción K.....	53
<b>Figura 8:</b> Clases de juntas .....	60
<b>Figura 9:</b> Detalle de sello.....	61
<b>Figura 11:</b> Detalle de juntas.....	61
<b>Figura 12:</b> Detalle factor forma .....	62
<b>Figura 13:</b> Corte y sellado de juntas de contracción.....	63
<b>Figura 14:</b> Corte y sellado de juntas de construcción.....	64
<b>Figura 15:</b> Sistema de sello Sikaflex 1A .....	64
<b>Figura 16:</b> Detalle de adoquín .....	67
<b>Figura 17:</b> Detalle de vereda contiguo al jardín .....	68
<b>Figura 18:</b> Detalle de vereda contiguo a calzada.....	68
<b>Figura 19:</b> Acceso a la cantera La Pluma .....	76
<b>Figura 20:</b> Acceso a la cantera Tres Tomas.....	78
<b>Figura 21:</b> Acceso a la cantera La Viña.....	80
<b>Figura 22:</b> Acceso a botadero .....	81
<b>Figura 23:</b> Ubicación de la fuente de agua .....	82
<b>Figura 24:</b> Detalles de peraltes .....	87
<b>Figura 25:</b> Curvas intensidad – duración – frecuencia .....	101
<b>Figura 26:</b> Detalle de sumidero planta y perfil.....	106

## **CAPITULO I. GENERALIDADES**

### **1.1. ANTECEDENTES**

El Centro Poblado Positos muestra un terreno plano, carece de calles pavimentadas salvo la Avenida 1 por donde pasa la carretera departamental LA-105 que une los distritos de Mórrope y Túcume. Esta carretera fue ejecutada en el año 2009; es importante mencionar que esta vía cuenta con un puente recién ejecutada.

La zona donde se ubica el plano ya tiene agua potable y saneamiento siendo obras ejecutadas antes de realizar una Pavimentación. Se menciona la existencia de algunas veredas que fueron erigidas. en forma desordenada y sin tomar en cuenta los parámetros urbanísticos, lo cual significaría la ejecución de trabajos adicionales como cortes, demoliciones, etc.

### **1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El “Estudio Definitivo de la Pavimentación del Centro Poblado Positos, Distrito de Mórrope, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque”, cuya extensión es de 6 ha, ha permitido realizar una adecuada evaluación para elegir un tipo de estructura de pavimento que requiere la zona.

Para el estudio se desarrollaron dos propuestas: Pavimento Flexible - Tecnología de Asfalto y Pavimento Rígido - Losa de Concreto Hidráulico. Así mismo se realizó todos los estudios que se requiere para el proyecto.

Después de realizar la toma de muestras, se ejecutaron los ensayos en el laboratorio de Pavimentos y Mecánica de Suelos de la FICSA – UNPRG respectivamente, conociendo de esta manera las características y parámetros de diseño, para evaluar según los métodos para cada modelo de vía.

Los Estudios Hidrológicos e Impacto Ambiental se desarrollaron con el fin de establecer el drenaje pluvial y evitar o moderar los impactos ambientales.

Determinada el tipo de estructura de la superficie se desarrolló el costo, fórmula polinómica, relación de insumos, especificaciones técnicas, cronograma de ejecución, y cronograma valorizado de avance de obra.

### **1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar el Estudios Definitivo de la Pavimentación del Centro Poblado Positos, Distrito de Mórrope, Provincia de Lambayeque, Departamento Lambayeque.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Ejecutar Estudio de Topografía.
- Ejecutar Estudio de Trafico.
- Ejecutar Estudio de Mecánica de Suelos.
- Ejecutar Estudios Hidrológicos y de Drenaje Pluvial.
- Diseñar el Pavimento y veredas.
- Ejecutar Estudio de Señalización Vial.
- Ejecutar Evaluación de Impacto Ambiental.
- Ejecutar el Presupuesto.
- Ejecutar Cronograma de ejecución de Obra y el Cronograma Valorizado.

### **1.4. IMPORTANCIA DEL PROYECTO**

El estado de las calles del Centro Poblado Positos, hacen defectuosa la transitabilidad vehicular y peatonal, se observa la presencia de baches, ondulaciones del suelo; la presencia de fuertes vientos arrastra material suelto, causando la incomodidad de los transeúntes y la población en general.

Este proyecto será de importancia para la Municipalidad Distrital de Mórrope el cual podrá ser tomado en cuenta para una futura ejecución, teniendo presente el caso del drenaje pluvial donde fueron consideradas las pendientes longitudinales mínimas

que permitirán fluir el agua de lluvia por gravedad, cumpliendo la vida útil proyectada.

Además, mejoraría la transitabilidad peatonal y vehicular en la zona.

## CAPITULO II. INFORMACIÓN BÁSICA

### 2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Centro Poblado Positos, pertenece al Distrito de Mórrope, Provincia Lambayeque, Departamento Lambayeque. Son áreas contiguas a la carretera departamental LA-105. Componen un total de 6 Ha, se encuentra situada en la parte sur de Lambayeque a 43.8km del parque principal de la provincia de Chiclayo.

#### COORDENADAS UTM:

La delimitación del área de proyecto (puntos extremos) en coordenadas UTM WGS84 17M SUR es:

618778 – 618509m E

281504 – 9281601m S

### 2.2. SITUACION ACTUAL SIN PROYECTO

La posición de las vías que conforma el Centro Poblado Positos actualmente está a nivel de suelo natural, ocasionando el esparcimiento de partículas de polvo en cantidades grandes contaminando el aire, dando como consecuencia afecciones de tipo respiratoria, dermatológico entre otros. Así mismo mortifica a los conductores como a los pasajeros la presencia de hoyos y ondulaciones en toda el área en estudio.

Debido a la topografía del terreno, las partes de depresión resultan ser invadidas en tiempos de lluvia y durante el Fenómenos del Niño. Además, tiene escasas veredas y/o áreas verdes.

**Figura 1:** *Macro y micro localización de la zona del proyecto*



Fuente: elaboración propia

### **2.3. GEOMORFOLOGÍA.**

El plano se ubica dentro de la cuenca Chancay y La Leche. Presenta características geomorfológicas llanas y desérticas, con topografía plana y pendiente suave en casi toda su extensión.

### **2.4. HIDROLOGÍA Y CLIMA DE LA ZONA.**

#### **2.4.1. CLIMA**

Se caracteriza por ser una zona muy seca, el clima es del tipo desértico subtropical, las lluvias se presentan en época de verano apareciendo el Fenómeno “El niño”, con poca presencia de truenos y relámpagos.

#### **2.4.2. TEMPERATURA**

En Mórrope, el verano dura poco 5 meses aproximadamente, llega a temperaturas que oscila entre los 16°C y 32°C, siendo el mes más caluroso febrero y la temporada fresca dura lo que resta del año cuyas temperaturas oscilan entre los 14°C y 24° C siendo parcialmente nublados.

#### **2.4.3. PRECIPITACIONES PLUVIALES Y METEOROLOGÍA**

La época de lluvia dura 1,5 meses, desde el 4 de febrero al 19 de marzo, siendo la intensidad de lluvia de 13 milímetros, incrementándose a 15 milímetros el mes de febrero. El resto del año se pasa sin presencia de lluvia desde marzo hasta febrero del año siguiente.

### **2.5. ASPECTO SOCIOECONÓMICO**

#### **2.5.1. POBLACIÓN**

El Centro Poblado Positos actualmente alcanza una población total de 1300 habitantes (INEI CENSO 2017) que representa el 0.11% de la población total de la Provincia de Lambayeque; se traza para el año 2040 una población total de 1,900 habitantes. El crecimiento anual de la poblacional es de 1.5%, siendo la densidad demográfica de 91 hab/Km<sup>2</sup>.

**Tabla 1:** *Información demográfica del centro poblado Positos*

POBLACIÓN ACTUAL	1,400 habitantes
POBLACIÓN PROYECTADA AL 2040	1,900 habitantes
CRECIMIENTO POBLACIONAL ANUAL	1.5%
DENSIDAD DEMOGRÁFICA	91 hab/Km <sup>2</sup>

Fuente: INEI, Censo 2017

### 2.5.2. **VIVIENDA**

El Centro Poblado Positos se encuentra poblado en un 80% de su extensión. La población cuenta con viviendas de material predominante adobe y de material noble en menor proporción.

### 2.5.3. **SALUD**

Existe una Posta de Salud ubicada en el Centro Poblado Positos que atiende a los habitantes de esta zona y caseríos vecinos.

**Tabla 2:** *Información del centro de salud*

CLASIFICACIÓN	Posta de Salud
ESTABLECIMIENTO	Positos
CATEGORÍA	I-1
TIPO	Sin Internamiento
UBIGEO	140306

Fuente: Elaboración propia

### 2.5.4. **EDUCACIÓN**

La infraestructura educativa es la siguiente:

- 01 centros de Educación Inicial (01 estatal).
- 01 Centro de Educación Primaria (01 estatal).
- 01 centros de Educación Secundaria (01 estatal).

## **2.5.5. SERVICIOS BÁSICOS**

### **2.5.5.1. SANEAMIENTO Y AGUA POTABLE**

El Plan maestro de saneamiento y agua potable del Centro Poblado Positos han sido ejecutados en el año 2012. En un 80% las viviendas cuentan con agua potable y desagüe. La prestación del servicio está a cargo de la empresa EPSEL.

### **2.5.5.2. ENERGÍA ELÉCTRICA Y COMUNICACIONES**

La zona de proyecto ya tiene energía eléctrica administrado por la empresa Electronorte S.A.

### **2.5.5.3. VÍAS DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTES**

El Centro Poblado Positos utiliza el transporte ofertado por moto taxis y colectivos con paradero en el Puente el Pavo que tienen como ruta la carretera LA105 que cruza el área del proyecto.

## **CAPITULO III. ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

### **3.1. RECONOCIMIENTO PRELIMINAR DEL LUGAR**

Con los planos de manzaneo proporcionados por COFOPRI, fotos satelitales obtenidas del Google Earth, se hizo el recorrido de toda el área del proyecto, identificando y ubicando puntos para posibles vértices de la poligonal principal que servirán como puntos de control planimétrico y altimétrico los que deben tener visibilidad entre estaciones consecutivas.

También se identificaron tráfico vehicular, viento y radiación solar las cuales podrían presentar posibles dificultades.

### **3.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Se relaciona al estudio descriptivo y técnico de un terreno, siendo un estudio planimétrico estableciendo puntos definidos tanto horizontal y vertical. Se necesita una cantidad de puntos definidos tanto vertical como horizontal para los casos de replanteo y verificación del proyecto.

#### **3.2.1. TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS**

El trabajo de campo se inicia con la ubicación de la estación inicial, tomando en este punto las coordenadas con el uso de GPS Navegador y tomando como punto de referencia la cota de un buzón.

Como se trata de la pavimentación y drenaje pluvial urbano, se ha empleado un equipo topográfico de precisión alta, estación total, guardando información con nombres específicos para posteriormente transferirla al programa y realizar los planos en CAD.

Se tomaron lecturas repetidas de distancia para el promedio de lecturas, el cual se afecta principalmente por la posición y el número de prismas utilizados. La metodología resumida fue la siguiente:

- i. Se hizo una poligonal cerrada, utilizando el equipo de estación total marca Topcon de aproximación 3".
- ii. Para el levantamiento topográfico se cumplió el siguiente procedimiento:
  - Como se trata de una poligonal cerrada, se tomaron en cuenta viviendas, buzones, veredas y postes, realizando las tomas dos veces a más.
  - Los puntos tomados en campo se procesaron utilizando un software de acuerdo con la estación total.
  - Las coordenadas tomadas en campo y con ayuda Autocad Civil 3D, se modeló la superficie topográfica, obteniendo las curvas de nivel.
  - La unidad de medida es el metro, la información básica es PENZD (punto, este, norte, elevación, y descripción).

### **3.2.2. EQUIPO DE TOPOGRAFÍA UTILIZADOS**

- Estación total marca Topcon.
- Estacas.
- Esmalte, clavos, entre otros.
- Brújula.
- 2 porta prismas
- 1 wincha de acero de 100 m

Personal que apoyo en el trabajo de levantamiento topográfico:

- Topógrafo.
- Operador de equipo topográfico
- ayudantes

### 3.3. TRABAJOS DE GABINETE

#### 3.3.1. SISTEMA DE UNIDADES

Se aplicó el sistema métrico decimal. Las medidas angulares se expresan en grados, minutos y segundos sexagesimales. Se utilizó la medida de longitudinales metros (m).

#### 3.3.2. SISTEMA DE REFERENCIA

De acuerdo con el Sistema de proyección UTM, la zona del proyecto corresponde a 17 y la banda M.

El elipsoide utilizado es el Word Geodetic System 1984 (WGS-84) y que es definido por los siguientes parámetros:

**Tabla 3:** *Parámetros de Word geodetic system 1984 (WGS-84)*

Semi eje mayor	a	6 378 137.00 m
Semi eje menor	b	6 356 752.3142 m
Achatamiento	f	1/298.257223563
Velocidad angular de la tierra	$\omega$	$7.292115 \times 10^{-5}$ rad/seg.
Constante gravitacional terrestre	GM	$3.986004418 \times 10^{14}$ m <sup>3</sup> /seg <sup>2</sup>
Coefficiente armónico zonal de 2° grado de geopotencial	J	$C = 484.16685 \times 10^{-6}$

Fuente: IGN

#### 3.3.3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO

Los datos obtenidos en campo pudieron ser leída en la computadora mediante el programa Topcon. La información se procesó de acuerdo con la codificación que se le asignó a cada punto, de tal manera emplear el programa AutoCAD Civil 3D.

#### 3.3.4. CUBICACIÓN DE CORTES Y RELLENOS:

El valor de volúmenes de corte y relleno se obtuvo utilizando el software AutoCAD Civil 3D 2020.

## **CAPITULO IV. ESTUDIO DE TRÁFICO**

### **4.1. GENERALIDADES**

El objetivo del estudio de tráfico es tener el número de vehículos y clasificarla según la clase de vehículo. El volumen diario vehicular, se consigue a través del conteo vehicular conociendo de manera relativa y con suficiente precisión, para diseñar y planificar la estructura del pavimento y la geometría de la plataforma de la vía.

Al realizar el conteo vehicular se logrará conocer el volumen de tráfico existente y a partir de ellos proyectarlo hasta la vida útil del pavimento. Se consideró necesario establecer 03 estaciones de conteo, ubicadas en intersecciones de calles y avenidas que presentan mayor tráfico vehicular, realizándose el conteo durante 07 días continuos, las 24 horas del día.

El volumen vehicular obtenido es expresado en términos de Índice Medio Diario (IMD) de acuerdo con la clasificación publicada por el MTC, que posteriormente será convertido a número de Ejes Equivalentes (EE).

Los EE obtienen de multiplicar el IMD por factores como el crecimiento poblacional y económico enmarcado dentro de un periodo de diseño; además de otros factores que dependen de la vía y del peso de los vehículos que transitan por ella.

### **4.2. METODOLOGÍA**

Se ejecutó la metodología siguiente:

- a. Colocación de las Estaciones de conteo
- b. Se recopiló datos de acuerdo con el tipo de vehículo, tanto de ida y vuelta por un tiempo de siete días.
- c. Se procesó utilizando fórmulas y de acuerdo con el tipo de vía urbana.

### **4.3. ESTACION DE CONTEO**

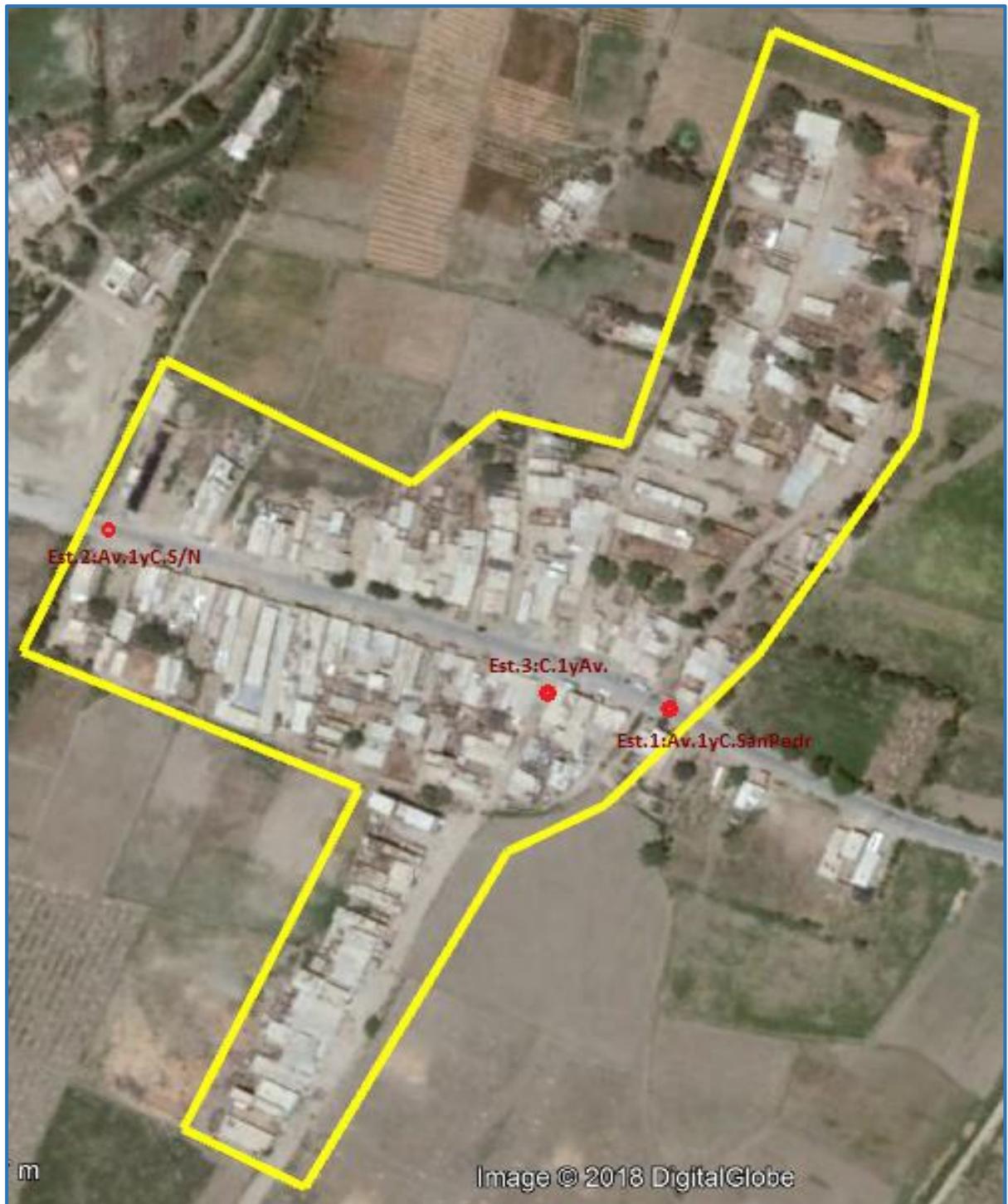
Después de haber realizado el reconocimiento de campo e identificado las avenidas y calles con mayor flujo vehicular, se establecieron tres estaciones de conteo que fueron ubicadas como se detalla a continuación:

Estación 01: Intersección Avenida “1” y Calle San Pedro.

Estación 02: Intersección Avenida “1” y Calle “S/N”.

Estación 03: Intersección Calle 1 y Avenida “1”.

**Figura 2:** *Ubicación de Estación de Conteo Vehicular*



Fuente: elaboración propia

#### **4.4. CONTEO VEHICULAR**

##### **4.4.1. CLASIFICACION VEHICULAR**

Los vehículos identificados, se clasificaron de acuerdo con el tipo de transporte en el cual cualquier personas o carga pueden ser movilizados; tipo, peso y número de ejes; según esto se ha diferenciado dos grupos de clasificación vehicular como Livianos y Pesados.

Se ha tomado como referencia el Reglamento Nacional de Vehículos publicadas por el MTC, para establecer el peso en toneladas por tipo de ejes.

##### **4.4.1.1. VEHICULOS LIVIANOS**

Son vehículos destinados al transporte de pasajeros y mercancías en menor escala, constan como máximo 10 asientos, dos ejes y cuatro neumáticos; así mismos variando su largo, su ancho y alto; además es importante ya que se toma en cuenta para el tránsito.

Los tipos de vehículos livianos identificados son:

- Automóviles (Ap): tiene 02 ejes simples con peso de 1.6 tonelada cada uno (2.2046 kips).
- Vehículos de carga liviana (Ac): tiene 2 ejes simples con peso de 1.6 toneladas (3.52736 kips) el anterior y 3.3 toneladas (7.27518 kips) el posterior. Se incorporo los vehículos tipo Camionetas Pick Up, Camioneta Panel y Combi Rural.

Además, se ha incluido a vehículos menores motorizados como la moto taxis y motos lineales, para los que se ha establecido un parámetro de equivalencia:

$$3 \text{ motos} = 1 \text{ Auto}$$

En consecuencia, este valor será asumido en la categoría AP.

#### 4.4.1.2. VEHICULOS PESADOS

Están incluidos vehículos de gran peso tanto de pasajeros y mercancías que constan de ejes simples o tándem de mayor capacidad de carga. En el proyecto se registraron los camiones como vehículos pesados.

- Camión (C2): poseen 2 ejes simples de 7 toneladas (15.4322 kips) el anterior y 11 toneladas (24.2506 kips) el posterior.
- Tándem (T3S2): poseen 1 eje anterior simple de 7 toneladas (15.4322 kips) y dos ejes posterior tándem de 18 toneladas (39.6828 kips).

#### 4.4.2. ÍNDICE MEDIO DIARIO: IMD

Se muestran las tablas del conteo de tráfico de cada estación, en resumen, la información obtenida en campo será anexada al final del capítulo.

**Tabla 4:** Resumen de IMD Est.01

DIAGRAMA VEHICULAR	VEH. MENOR (3 VEH. M=1 AUTO)	AUTO	CAMIONETAS		BUS	CAMION	TAMDEM	TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi	MICRO	2E	T3S2	
IMD *	786	262	55	17	4	8	2	610
IMD	524		55	17	4	8	2	
DISTRIBUCION PORCENTUAL	85.90%		9.02%	2.79%	0.66%	1.31%	0.33%	100%

Fuente: elaboración propia

**Tabla 5:** Resumen de IMD Est. 02

DIAGRAMA VEHICULAR	VEH. MENOR (3 VEH. M=1 AUTO)	AUTO	CAMIONETA PICKUP	CAMION 2E	TOTAL
IMD *	150	50	31	2	133
IMD	100		31	2	
DISTRIBUCION PORCENTUAL	75.19%		23.31%	1.50%	100%

Fuente: elaboración propia

**Tabla 6: Resumen de IMD Est. 03**

DIAGRAMA VEHICULAR	VEH. MENOR (3 VEH. M=1 AUTO)	AUTO	CAMIONETAS		TAMDEM T3S2	TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		
IMD *	561	188	40	19	2	436
IMD	375		40	19	2	
DISTRIBUCION PORCENTUAL	86.01%		9.17%	4.36%	0.46%	100%

Fuente: elaboración propia

#### 4.5. CONVERSIÓN A EJES EQUIVALENTES

Se denominan ejes equivalentes al desperfecto que causa al pavimento el paso de un eje simple de dos ruedas cargados con 8.2 tn, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg<sup>2</sup>. Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que simbolizan los diferentes pesos y números de ejes compuestos por un vehículo pesado sobre la estructura del pavimento.

##### 4.5.1. FACTORES DE CONVERSIÓN

Los EE se obtienen de multiplicar factores como el crecimiento poblacional y económico; además de otros factores que dependen de la vía y del peso de los vehículos que transitan sobre ella, siendo estos valores multiplicados por el IMD; los que son detallados a continuación:

##### 4.5.1.1. FACTOR DE CRECIMIENTO

Se afilia con la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI) regional.

La Tasa de Crecimiento Poblacional de la región Lambayeque es  $r_{pob} = 1.50\%$  y la Tasa de Crecimiento Económico es  $r_{PBI} = 4.10\%$ , por lo tanto, se tiene:

- **Factor de Crecimiento por población: 23.124** (para AP)

- **Factor de Crecimiento por economía: 30.088** (para AC, COMBI, C2, C3, T3S2)

#### 4.5.1.2. FACTOR SENTIDO

Según la metodología AASHTO, el factor sentido pertenece a tantos vehículos que transitan en un sentido o dirección de tráfico; lo que compensa a una distribución del 50% del total que circule en ambas direcciones; dependerá de la dirección que tenga mayor participación de vehículos para cambiar el 50% en un 30% a 70% el cual se determina según el conteo de tráfico. Para nuestro caso se asume el valor del 50% en cada sentido.

#### 4.5.1.3. FACTOR CAMIÓN

El factor camión es el número de sobrepuestos de los ejes estándares de aplicación 80Kn o 18 kips, que suministra un daño en el pavimento. El factor camión considerado, se muestra a continuación:

**Tabla 7:** *Factor camión por tipo de vehículo*

CLASE	FACTOR CAMION
AP	0.000742
AC	0.0270997
MICRO	3.6801000
C2	3.6801000
T3S2	5.303793656

Fuente: elaboración propia

#### 4.5.2. EJES EQUIVALENTES

La tabla siguiente muestra cada estación de conteo vehicular donde se observan los factores considerados como el factor camión, el factor de crecimiento y factor direccional considerados por tipo de vehículo.

**Tabla 8:** *Conversión de cargas de E-01 a ejes equivalentes de 80 kN*

CLASE	IMD	Factor Camión	Factor Crecimiento	Factor Direccional	EE ó ESAL
tim	524	0.000742	23.1236671	0.5	234
AC	72	0.0270997	30.0889576	0.5	1531
MICRO	4	3.6801	30.0889576	0.5	11548
C2	8	3.6801	30.0889576	0.5	23095
T3S2	2	5.303793656	30.0889576	0.5	8321
				<b>W18 =</b>	<b>44729</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla 9:** Conversión de cargas de E-02 a ejes equivalentes de 80 kN

CLASE	IMD	Factor Camión	Factor Crecimiento	Factor Direccional	EE ó ESAL
AP	100	0.000742	23.1236671	0.5	45
AC	31	0.0270997	30.0889576	0.5	659
C2	2	3.6801	30.0889576	0.5	5774
				<b>W18=</b>	<b>6478</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla 10:** Conversión de cargas de E-03 a ejes equivalentes de 80 kN

Fuente: elaboración propia

CLASE	IMD	Factor Camión	Factor Crecimiento	Factor Direccional	EE ó ESAL
AP	375	0.000742	23.1236671	0.5	168
AC	59	0.0270997	30.0889576	0.5	1254
T3S2	2	5.303793656	30.0889576	0.5	8321
				<b>W18=</b>	<b>9743</b>

#### 4.6. CONCLUSIONES

- Para realizar el conteo de tráfico, se establecieron tres estaciones de conteo que fueron ubicadas como se muestra a continuación:
  - ✓ Estación 01: Intersección Avenida “1” y Calle San Pedro.
  - ✓ Estación 02: Intersección Avenida “1” y Calle “S/N”.
  - ✓ Estación 03: Intersección Calle 1 y Avenida “1”.
- De la información obtenida se observa la alta incidencia de vehículos menores motorizados como la moto taxis, por ello se estableció un

parámetro de equivalencia que considera a 3 motos = 1 auto, el cual fue agregado a la categoría Ac, así mismo se observa que existe mayor circulación de vehículos livianos (autos y camionetas pickup).

- El Índice Medio Diario calculado en cada estación de conteo se muestra:

**Tabla 11:** *IMD por estación de conteo*

ESTACIÓN	IMD (veh/día)
01	630
02	133
03	436

Fuente: elaboración propia

- Las Tasas consideradas en el cálculo de los factores de crecimiento poblacional y económico para la proyección del tráfico, son:

Tasa de Crecimiento poblacional:  $r_{pob} = 1.50\%$

Tasa de Crecimiento económico:  $r_{PBI} = 4.10\%$

- El número de ejes equivalentes en cada estación se manifiesta en la siguiente tabla:

**Tabla 12:** *Número de Ejes Equivalentes por Estación de conteo*

ESTACIÓN	IMD (veh/día)	ESAL
01	210	$4.47 \times 10^4$
02	122	$6.48 \times 10^3$
03	79	$9.74 \times 10^3$

Fuente: elaboración propia

- El valor de EE será asumido de la estación 01 igual a  $4.47 \times 10^4$ .

## **CAPÍTULO V. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

### **5.1. GENERALIDADES**

El suelo para la Ingeniería es la base donde se realizan diferentes estructuras, donde lo más importante para su estudio son las propiedades físicas, químicas y mecánicas.

La mecánica de suelos moderna se dio a conocer gracias a la publicación de *Erdbaumechanik* por Karl Terzaghi en 1925, donde se estudia las propiedades físicas y su resistencia.

El proyecto: “Estudio Definitivo de la Pavimentación del Centro Poblado Positos, Distrito Mórrope, Provincia Lambayeque, Departamento Lambayeque”, para el estudio de suelos se han excavado 10 puntos de exploración a una profundidad de 1.50m debajo del nivel de rasante de acuerdo con la norma CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones, encontrándose preliminares 2 tipos de estratos en la mayoría de los puntos de exploración.

De acuerdo con los Sistemas SUCS y AASHTO fueron clasificadas las muestras extraídas para luego establecer características físicas, mecánicas y químicas del suelo donde tendrá la función de cimiento de la estructura del pavimento.

Los puntos de exploración considerados son presentados en el plano de ubicación de calicatas, el fruto de ensayos realizados en laboratorio y los perfiles estratigráficos se encuentran adjuntos en el Anexo.

### **5.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO**

#### **5.2.1. EXCAVACION DE CALICATAS**

Se realizaron 10 calicatas, cada una de ellas a una profundidad de 1.50 m por debajo del nivel de subrasante. Las muestras obtenidas fueron alteradas ya que esta es una representación de todo el perfil excavado, e inalterada para el caso del ensayo de Corte Directo. Además, igual que en el caso anterior las muestras obtenidas fueron

colocadas en sacos de polietileno e identificadas con un respectivo código, para ser identificadas posteriormente.

Para la ubicación de los puntos de exploración ha sido considerada la normativa CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones señalada en el Capítulo 3.

Del estudio de tráfico se deduce como VIAS LOCALES el que predomina en la vía, por tanto, corresponde a cada 500 m 01 punto de exploración (Tabla 13); de acuerdo con esto han sido ejecutadas 10 puntos de exploración distribuidos adecuadamente para lograr abarcar toda el área del proyecto y teniendo en cuenta las intersecciones.

### 5.2.2. REGISTRO DE EXCAVACIONES

**Tabla 13:** Registros de Excavaciones

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD	UBICACIÓN	
			COORD.UTM	INTERSEC.DE AVENIDAS
C1	E1	0.25 m - 1.20m	618677.00	Calle 1 y Pasaje 7
			9281467.00	
C2	E1	0.60 m – 1.20 m	618628.00	Calle 1
			9281381.00	
C3	E1	0.05 m – 0.90 m	618587.00	Pasaje 7
			9281502.00	
C4	E1	0.10 m – 1.00 m	618490.00	Calle S/N y Pasaje 7
			9281548.00	
C5	E1	0.05 m – 0.65 m	618756.00	Calle San Pedro y
	E2	0.65 m – 1.50 m	9281520.00	
C6	E1	0.50 m – 1.50 m	618857.00	Calle San Pedro
			9281634.00	

C7	E1	0.50 m – 1.50 m	618747.00	Calle 1
			9281619.00	
C8	E1	0.65 m – 1.50 m	618658.00	Pasaje 4
			9281613.00	
C9	E1	0.00 m – 0.60 m	618834.00	Calle 2 y Calle 4
	E2	0.60 m – 1.50 m	9281725.00	
C10	E1	0.00 m – 0.40 m	618883.00	Calle San Pedro
	E2	0.40 m – 1.50 m	9281739.00	

Fuente: elaboración propia

### 5.3. DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS DE LABORATORIO

Las pruebas de suelos se trasladaron hasta el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil, Sistemas y Arquitectura de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, para realizar los ensayos y así conocer sus características físicas y químicas y poder clasificarlos según SUCS y AASHTO.

#### 5.3.1. ENSAYOS PARA DETERMINAR PROPIEDADES FÍSICAS

Se cumplieron los ensayos según las normas establecidas por la American Society Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América y ser clasificarlos de acuerdo con Sistema SUCS y AASHTO.

Los ensayos realizados son:

Contenido de humedad, granulometría por tamizado, limite líquido, limite plástico, e índice plástico.

##### 5.3.1.1. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127:1998)

La humedad de un suelo es la relación en porcentaje del peso de agua al peso de partículas sólidas de un estrato de suelo.

El cálculo de la humedad en la que se encuentra el suelo accede a la comparación de la humedad óptima alcanzada del ensayo de Proctor; así de esta manera obtener el CBR del suelo; ya para la ejecución del proyecto se tendrá que comparar la humedad natural con la óptima, de acuerdo con ello elegir el procedimiento adecuado para la obtención del CBR del suelo.

#### **5.3.1.2. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NTP 339.128:1998)**

Resulta ser el paso del suelo (según los estratos) por diferentes diámetros de mallas hasta el tamiz N°200 (diámetro 0.074 milímetros), expresadas en porcentaje del peso total.

Este ensayo ha sido realizado para las 13 muestras extraídas y los resultados obtenidos, las curvas granulométricas son representadas en el Anexo.

#### **5.3.1.3. LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129:1999)**

El límite líquido es el porcentaje expresado entre el contenido de agua presente u el peso del suelo seco.

El límite plástico resulta ser la capacidad del suelo de ser trabajable.

#### **5.3.1.4. INDICE PLASTICO (NTP 339.129:1999)**

El índice de plasticidad es la diferencia entre LL y LP.

$$IP = LL - LP$$

La buena clasificación de un suelo depende del índice de plasticidad ya que indica la capacidad de soportar rápidas deformaciones. Un IP alto resulta ser un suelo muy arcilloso, mientras que un IP bajo corresponde a un suelo poco arcilloso.

### 5.3.1.5. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS POR EL MÉTODO SUCS Y POR EL MÉTODO AASHTO

Para la distribución de los diferentes tipos de suelos están definidos según el tamaño de las partículas. El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), clasifica al suelo en 15 grupos según nombre y simbología. Se utilizo también la clasificación AASHTO.

**Índice de grupo:** es un valor positivo, que oscila entre 0 y 20 o más. Si resulta ser negativo su valor es cero lo que significa un suelo bastante bueno, si resulta mayo a 20 se prohíbe su uso para carreteras. Se define mediante la expresión

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01 (bd)$$

**Tabla 14:** *Clasificación de Suelos según índice de grupo*

INDICE DE GRUPO	SUELO DE SUBRASANTE
IG > 9	Muy Pobre
4 < IG < 9	Pobre
2 < IG < 4	Regular
1 < IG < 2	Bueno
0 < IG < 1	Muy bueno

Fuente: Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Obtenidos los valores de granulometría, limite líquido, limite plástico y por ende índice de grupo, se procede a clasificarlos tanto por el método AASHTO y SUCS.

### 5.3.1.6. RESUME DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

En la siguiente tabla se presenta la clasificación SUCS y AASHTO de los estratos del suelo de cada punto de exploración y resumen de las propiedades físicas analizadas.

**Tabla 15:** *Clasificación SUCS Y AASHTO, Resumen de Propiedades Físicas de las Muestras*

CALICATA	CLASIFICACIÓN		GRANULOMETRÍA				LÍMITE DE CONSISTENCIA			HUMEDAD NATURAL %
	ESTRATO	SUCS	AASHTO	MALLA N°4	MALLA N°10	MALLA N°40	MALLA N°200	LL	LP	
C1 - E1	ML - CL	A4 - A5	99.98	99.91	97.52	67.67	21.47	16.88	4.59	21.85%
C2 - E1	ML	A4 - A5	97.22	92.48	71.03	51.5	18.76	16.20	2.56	17.69%
C3 - E1	ML	A4 - A5	99.90	99.87	98.82	65.14	22.25	18.31	3.94	23.92%
C4 - E1	ML - CL	A4 - A5	100.00	99.85	98.25	66.04	21.51	17.14	4.37	25.02%
C5 - E1	SM	A - 2 - 4	91.41	80.6	35.22	14.39	14.84	13.80	1.04	2.57%
C5 - E2	SM	A - 2 - 4	99.30	97.97	74.75	28.65	16.63	11.11	5.52	6.55%
C6 - E1	SM	A - 2 - 4	99.11	97.11	73.14	25.29	21.80	19.48	2.32	5.07%
C7 - E1	SM	A - 2 - 4	98.07	93.13	60.9	31.14	20.02	17.21	2.81	10.57%
C8 - E1	SM - SC	A4 - A5	98.75	96.76	75.11	46.61	21.80	16.63	5.17	13.75%
C9 - E1	ML	A4 - A5	99.70	98.78	91.97	61.94	16.83	13.67	3.16	2.01%
C9 - E2	SP	A1 -b	93.34	86.35	34.55	3.96	16.50	10.50	6.00	5.11%
C10 - E1	SM	A4 - A5	99.84	98.25	84.47	47.84	16.83	13.67	3.16	2.17%
C10 - E2	SW - SM	A1 -b	92.63	83.5	29.88	5.01	16.50	10.50	6.00	4.26%

Fuente: elaboración propia

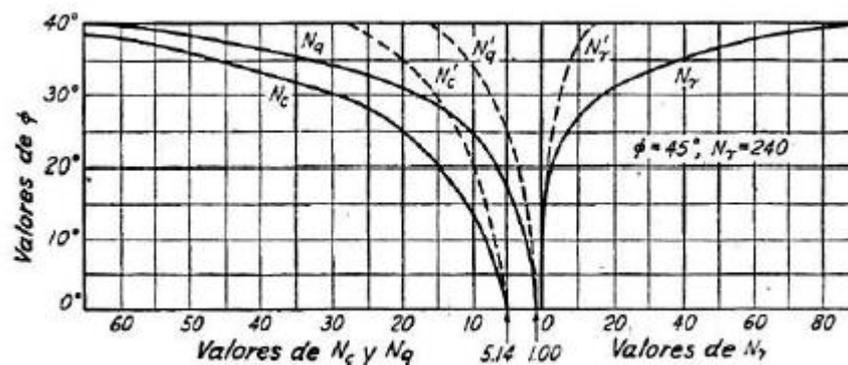
### 5.3.2. ENSAYO PARA DETERMINAR PROPIEDADES MECÁNICAS

Mediante estos ensayos se determinará frente a diferentes cargas la resistencia y comportamiento del suelo. Los ensayos fueron realizados en el laboratorio de Mecánica de Suelos y el Laboratorio de Pavimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNPRG. Se realizaron los ensayos siguientes: corte directo, compactación Proctor modificado y California Bearing Ratio.

#### 5.3.2.1. ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Consiste en precisar la resistencia máxima de una muestra de suelo por una fuerza cortante y determinar en donde sucede según la carga constante aplicada; teniendo como respuesta el ángulo de fricción y cohesión del suelo, datos que ayudan a determinar la capacidad portante del suelo. Se realiza a tres muestras de suelo con diferentes fuerzas verticales aplicadas, con cuyos resultados se grafica el diagrama de ruptura de Mohr. Para el ensayo de corte directo la muestra fue extraída de la C1-E1.

**Figura 3:** Factores de capacidad de carga de Terzaghi



Los parámetros asumidos y los obtenidos del ensayo de corte directo para determinar la capacidad portante son:

- Cohesión: 0.0605 kg/cm<sup>2</sup>
- Angulo de fricción interna: 31.13 grados

- Peso volumétrico del suelo:  $1736 \text{ kg/m}^3$
- Factores de carga:  $N'q = 9$ ;  $N'c = 20$ ;  $N'w = 4$
- Ancho de zapata: 1m
- Profundidad de cimentación: 1.5 m

**Tabla 16:** *Capacidad Portante de Suelo*

ESFUERZOS EN $\text{kg/cm}^2$	ZAPATA	CIMIENTO
	CUADRADA	CORRIDO
Capacidad de carga limite, $q_d$	3.670	3.497
Capacidad de carga admisible, $q_{adm}$	1.220	1.165

Fuente: Elaboración propia

### 5.3.2.2. ENSAYO DE COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO

El objetivo de la realización de este ensayo es obtener el valor del contenido de humedad óptimo, consiguiendo la máxima densidad seca del suelo de acuerdo con la compactación.

**Tabla 17:** *Resultado de Ensayo Próctor Modificado*

MUESTRA	SUCS	AASHTO	Max. Densidad Seca ( $\text{kg/m}^3$ )	Cont. Óptimo de humedad (%)
C1 – E1	ML -CL	A4 – A5	2073	8.80
C7 – E1	SM	A – 2 - 4	1925	8.40
C9 – E2	SP	A1 - b	1880	9.00

Fuente: elaboración propia

### 5.3.2.3. CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR

Para medir la resistencia de un suelo a la fuerza cortante bajo restricciones de densidad y humedad controlada se realiza el Ensayo de CBR

En la tabla se muestra los parámetros y su correspondiente calificación.

**Tabla 18:** *Clasificación de Subrasante de acuerdo con el CBR*

VALOR DE CBR	CALIFICACIÓN
--------------	--------------

CBR $\geq$ 17%	EXCELENTE
8% < CBR < 17%	BUENO
3% < CBR < 8%	REGULAR
CBR $\leq$ 3%	POBRE

Fuente: Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Para el contenido de humedad óptimo logrado al realizar el ensayo de Proctor Modificado, los puntos explorados fueron 3, a cada muestra se le aplicó 3 moldes con potencia de compactación distintas 12, 25 y 56 golpes, teniendo como resultados la penetración para 0.1 y 0.2 pulgadas.

**Tabla 19: Resultados de Ensayo de CBR**

MUESTRA	SUCS	AASHTO	PENETRACIÓN	CBR (%)	
				(100% MDS)	(95% MDS)
C1	ML - CL	A4 - A5	0.1"	14.49%	8.00%
			0.2"	15.15%	8.30%
C7	SM	A - 2 - 4	0.1"	17.78%	12.80%
			0.2"	19.54%	13.50%
C9	SP	A - 1b	0.1"	23.38%	16.10%
			0.2"	24.37%	17.20%

Fuente: elaboración propia

El CBR asumido es el 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) ya que es el suelo de subrasante y una penetración de carga de 2.54 mm (0.1"), siendo los resultados:

**Tabla 20: CBR Asumido y Calificación de las Muestras**

MUESTRA	SUCS	AASHTO	C.B.R. ASUMIDO	CALIFICACION
C1 - E1	ML - CL	A4 - A5	8.00%	REGULAR
C7 - E1	SM	A - 2 - 4	12.80%	BUENO
C9 - E2	SP	A - 1b	16.10%	BUENO

Fuente: elaboración propia

La muestra de suelo predominante en la zona del proyecto tendría la calificación de subrasante adecuada.

### 5.3.3. ENSAYOS PARA DETERMINAR PROPIEDADES QUÍMICAS

Se realizó el Ensayo de Sales Solubles Totales a todas las muestras extraídas en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

#### 5.3.3.1. CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES

En los suelos, las sales solubles son transportadas por el agua. El deterioro inducido por soluciones acuosas salinas afecta a todos los materiales constructivos: agregados, morteros, ladrillos, cerámicas, pinturas, metales, etc. De hecho, las soluciones salinas son reconocidas como uno de los agentes de deterioro más agresivo, frecuente y efectivo en estructuras.

El ensayo se realiza haciendo uso de agua destilada. Los resultados del ensayo realizado en el Laboratorio de Mecánica de suelos de la Escuela Profesional de Ing. Civil son expresados en porcentajes (%), se muestran a continuación:

**Tabla 21:** Resultados de Ensayo de Contenido de Sales

CALICATA ESTRATO	CONTENIDO DE SALES %	CALICATA ESTRATO	CONTENIDO DE SALES %
C1 - E1	0.133	C7 - E1	0.089
C2 - E1	0.095	C8 - E1	0.087
C3 - E1	0.044	C9 - E1	0.087
C4 - E1	0.044	C9 - E2	0.563
C5 - E1	0.047	C10 - E1	0.130
C5 - E2	0.149	C10 - E2	0.522
C6 - E1	0.044		

Fuente: elaboración propia

### 5.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATIGRAFÍA

De acuerdo con los ensayos tanto, físico, químico y mecánica se establece la conformación de la subrasante. Se establece la información de los 10 puntos que se exploró.

- **CALICATA C-1: INTERSECCIÓN DE CALLE 1 CON PASAJE 7**

Oscila entre los 0.00 – 0.25 m de profundidad, contiene componentes de restos de construcción y basura.

**E-1** Niveles entre 0.25 – 1.50 m de profundidad, presenta material limoso, de consistencia compacta y coloración marrón oscura. Con contenido de humedad natural de 21.85%; contenido de sales de 0.133%. Se registra el nivel freático a 1.20 m.

Clasificado por SUCS como ML – CL: Limo y arcilla de mediana compresibilidad

Clasificado por AASHTO como A – 4, A – 5.

CBR de 8.00% a 0.95 de su Máxima Densidad Seca y 0.1” de penetración.

▪ **CALICATA C-2: CALLE 1**

Oscila entre 0.00 – 0.60 m de profundidad, contiene componentes de restos de construcción y basura.

**E-1** Niveles entre 0.60 – 1.50 m de profundidad, presenta material limoso, de consistencia compacta y coloración marrón oscura. Con contenido de humedad natural de 17.69%; contenido de sales de 0.095%. Se registra el nivel freático a 1.20 m.

Clasificado por SUCS como ML: Limo de mediana compresibilidad.

Clasificado por AASHTO como A – 4, A – 5.

▪ **CALICATA C-3: PASAJE 7**

Oscila entre 0.00 – 0.05 m de profundidad, contiene componentes de restos de basura.

**E-1** Niveles entre 0.05 – 1.50 m de profundidad, presenta material limoso, de consistencia compacta y coloración marrón oscura. Con contenido de humedad natural de 23.92%; contenido de sales de 0.044%. Se registra el nivel freático a 0.90 m.

Clasificado por SUCS como ML: Limo de mediana compresibilidad.

Clasificado por AASHTO como A – 4, A – 5.

▪ **CALICATA C-4: INTERSECCIÓN PASAJE 7 Y CALLE S/N**

Oscila entre 0.00 – 0.10 m de profundidad, contiene componentes de restos de basura.

**E-1** Niveles entre 0.10 – 1.50 m de profundidad, presenta material limoso, de consistencia compacta y coloración marrón oscura. Con contenido de humedad natural de 25.02%; contenido de sales de 0.044%. se registra el nivel freático a 1.00 m.

Clasificado por SUCS como ML - CL: Limo y arcilla de mediana comprensibilidad.

Clasificado por AASHTO como A – 4, A – 5.

▪ **CALICATA C-5: INTERSECCIÓN CALLE SAN PEDRO Y AVENIDA 1**

Oscila entre 0.00 – 0.05 m de profundidad, contiene componentes de restos de basura.

**E-1** Niveles entre 0.05 – 0.70 m de profundidad, presenta arena con finos, de consistencia compacta y coloración marrón claro. Con contenido de humedad natural de 2.57%; contenido de sales de 0.047%. No registra presencia del nivel freático.

Clasificado por SUCS como SM: Arena Limosa.

Clasificado por AASHTO como A – 2 – 4.

**E-2** Niveles entre 0.70 – 1.50 m de profundidad, presenta arena con finos, de consistencia compacta y coloración marrón claro. Con contenido de humedad natural de 6.55%; contenido de sales de 0.149%. No registra presencia del nivel freático.

Clasificado por SUCS como SM: Arena Limosa.

Clasificado por AASHTO como A – 2 – 4.

▪ **CALICATA C-6: CALLE SAN PEDRO**

Niveles entre 0.00 – 0.50 m de profundidad, contiene componentes de desechos de construcción y basura.

**E-1** Niveles entre 0.50 – 1.50 m de profundidad, presenta arena con finos, de consistencia compacta y coloración marrón claro. Con contenido de humedad natural de 5.07%; contenido de sales de 0.044%. No registra presencia del nivel freático.

Clasificado por SUCS como SM: Arena Limosa.

Clasificado por AASHTO como A – 2 – 4.

▪ **CALICATA C-7: CALLE 1**

Oscila entre 0.00 – 0.50 m de profundidad, contiene componentes de desechos de construcción y basura.

**E-1** Niveles entre 0.50 – 1.50 m de profundidad presenta arena con finos, de consistencia compacta y coloración marrón claro. Con contenido de humedad natural de 10.57%; contenido de sales de 0.089%. No registra presencia del nivel freático.

Clasificado por SUCS como SM: Arena Limosa.

Clasificado por AASHTO como A – 2 – 4.

CBR de 12.80% a 0.95 de su Máxima Densidad Seca y 0.1” de penetración.

▪ **CALICATA C-8: PASAJE 4**

Oscila entre 0.00 – 0.65 m de profundidad, contiene componentes de relleno con desechos de construcción y basura.

**E-1** Niveles entre 0.65 – 1.50 m de profundidad, registra arena con finos, de consistencia compacta y coloración marrón oscuro. Con contenido de humedad natural de 13.75%; contenido de sales de 0.087%. No se encontró presencia del nivel freático.

Clasificado por SUCS como SM - SC: Arena Limosa, arena arcillosa.

Clasificado por AASHTO como A4 – A5.

▪ **CALICATA C-9: INTERSECCION CALLE 2 Y CALLE 4**

**E-1** Niveles entre 0.00 – 0.60 m de profundidad, registra material limoso, de consistencia compacta y coloración marrón claro. Con contenido de humedad natural de 2.01%; contenido de sales de 0.087%. No registra presencia del nivel freático.

Clasificado por SUCS como ML: Limo de mediana comprensibilidad.

Clasificado por AASHTO como A4 – A5.

**E-2** Niveles entre 0.60 – 1.50 m de profundidad, registra material arenoso, y coloración marrón claro. Con contenido de humedad natural de 5.11%; contenido de sales de 0.563%. No registra presencia del nivel freático.

Clasificado por SUCS como SP: Arena pobremente gradada.

Clasificado por AASHTO como A1 – b.

CBR de 16.10% a 0.95 de su Máxima Densidad Seca y 0.1” de penetración.

▪ **CALICATA C-10: CALLE SAN PEDRO**

**E-1** Niveles entre 0.00 – 0.40 m de profundidad, registra material arena limoso, de consistencia compacta y coloración marrón claro. Con contenido de humedad natural de 2.01%; contenido de sales de 0.087%. No registra presencia del nivel freático.

Clasificación por SUCS como SM: Arena Limosa.

Clasificación por AASHTO como A4 – A5.

**E-2** Niveles entre 0.40 – 1.50 m de profundidad, se registra material arenoso con presencia de grava y limo, y coloración marrón claro. Con contenido de humedad natural de 4.26%; contenido de sales de 0.522%. No se encontró presencia del nivel freático.

Clasificación por SUCS como SW - SM: Arena bien gradada y arena limosa.

Clasificación por AASHTO como A1 – b.

## **5.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- Se realizaron 10 puntos de exploración que consisten en calicatas de 1.50 m de profundidad en las que se identificaron un total de 13 estratos de los que se hicieron los estudios necesarios para determinar sus propiedades Físicas,

Propiedades Mecánicas y Propiedades Químicas. La ubicación de los puntos de exploración se rige de acuerdo con la normativa CE. 010 pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Con la obtención de los resultados ya se puede clasificar las muestras:

- De acuerdo con el SUCS: el tipo de suelo predominante es de grano grueso y grano fino, es decir Arena Limosa y Limos de mediana comprensibilidad a las que corresponde el símbolo SM y ML respectivamente; y en menor proporción se encontraron suelos de grano grueso SW y SP arenas bien y pobremente gradadas respectivamente.
- De acuerdo con la clasificación AASHTO el suelo predominante es A4, A5, A-2-4 con índices de grupo que oscilan entre 0 y 1 por tanto se le atribuye una calificación de subrasante buena a aceptable.
- De los ensayos de Próctor Modificado se obtiene:

**Tabla 22:** *Resultados de Ensayo de Próctor*

MUESTRA	SUCS	AASHTO	Max. Densidad Seca (kg/m <sup>3</sup> )	Cont. Óptimo de humedad (%)
C1 – E1	ML -CL	A4 – A5	2073	8.80
C7 – E1	SM	A – 2 - 4	1925	8.40
C9 – E2	SP	A1 - b	1880	9.00

Fuente: elaboración propia

El suelo en estudio es proyectado como subrasante, por lo que el CBR asumido cumple con el 95% de la Máxima Densidad Seca y 0.1” penetración de carga. Se realizó la calificación de subrasante para el valor asumido de acuerdo con la normativa CE. 010 pavimentos Urbanos como Bueno y Regular.

**Tabla 23:** *Clasificación de subrasante considerando el CBR*

MUESTRA	SUCS	AASHTO	C.B.R. ASUMIDO	CALIFICACION
---------	------	--------	-------------------	--------------

				<b>CE.010</b> <b>Pavimentos</b> <b>Urbanos</b>	<b>MTC</b> <b>Manual de</b> <b>Carreteras</b>
C1 - E1	ML - CL	A4 - A5	8.00%	REGULAR	REGULAR
C7 - E1	SM	A -2 - 4	12.80%	BUENO	BUENO
C9 - E2	SP	A - 1b	16.10%	BUENO	BUENO

Fuente: elaboración propia

Del ensayo de corte directo se concluye que el suelo fallara por corte local y el valor de la capacidad de carga admisible es 1.22 kg/cm<sup>2</sup> para zapatas cuadradas y 1.165 kg/cm<sup>2</sup> para cimientos corridos.

Del Análisis Químico realizado a las muestras, se tiene los siguientes resultados:

**Tabla 24:** *Resultados de Contenidos de Sales*

<b>CALICATA</b>	<b>CONTENIDO DE</b>	<b>CALICATA</b>	<b>CONTENIDO</b>
<b>ESTRATO</b>	<b>SALES %</b>	<b>ESTRATO</b>	<b>DE SALES %</b>
C1 - E1	0.133	C7 - E1	0.089
C2 - E1	0.095	C8 - E1	0.087
C3 - E1	0.044	C9 - E1	0.087
C4 - E1	0.044	C9 - E2	0.563
C5 - E1	0.047	C10 - E1	0.130
C5 - E2	0.149	C10 - E2	0.522
C6 - E1	0.044		

Fuente: elaboración propia

## CAPITULO VI. DISEÑO DE PAVIMENTO

### 6.1. GENERALIDADES

En la zona proyecto se define dos sectores, uno con CBR = 8%, se denomina aceptable; y dos con CBR = 12.80% se denomina también aceptable; por lo tanto, no se tendrá que realizar ningún tipo de mejoramiento.

El proyecto abarca vías locales, con volúmenes de tráfico, se han evaluado los tipos de pavimento: flexible, rígido y articulado, por los métodos de diseño del Instituto del Asfalto y AASHTO 93 para pavimentos flexibles; AASHTO 93 y PCA para pavimentos rígidos, IPCI para pavimentos articulados obteniéndose una sección por cada método.

Complementariamente se ha diseñado pavimentos especiales según la normativa CE.010 los que corresponden a veredas en calles y rampas.

### 6.2. CBR DE SUBRASANTE

La subrasante es donde se asienta toda la estructura del pavimento. Su comportamiento frente a diversos cargamentos será de acuerdo con el valor del CBR, según como se registra en la tabla.

**Tabla 25:** *Capacidad de Soporte del Suelo - CBR*

MUESTRA	SUCS	AASHTO	PROCTOR		CBR 95% MDS Y 0.1" PENET
			MDS	OCH	
C1 -E1	ML - CL	A4 - A5	2073	8.8	8.0%
C7 -E1	SM	A - 2 - 6	1925	8.4	12.8%
C9 - E2	SP	A1 -b	1880	9	16.1%

Fuente: elaboración propia

### 6.3. CBR DE DISEÑO

El Método AASHTO utiliza el promedio de los valores de CBR obtenidos. En nuestro proyecto se utilizará un CBR = 8%.

**Tabla 26:** *CBR de diseño – Método AASHTO*

MUESTRA	C.B.R. 95%MDS Y 0.1" penet
C1 – E1	8.0 %

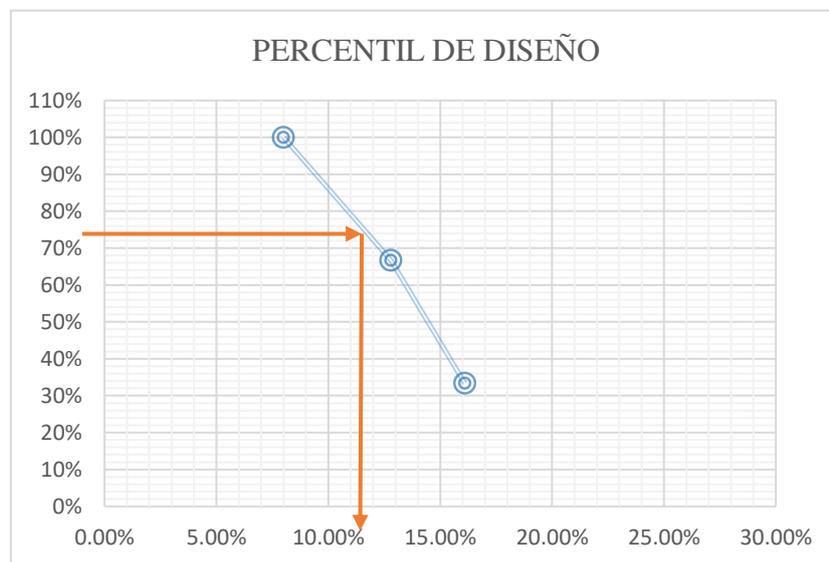
Fuente: elaboración propia

El Método del Instituto del Asfalto (USA), utiliza una técnica en base a percentiles determinada por la proyección del tráfico. Se muestran los percentiles de diseño recomendados para este método.

El nivel de tráfico (EAL) proyectado oscila entre  $10^4$  -  $10^6$ , por tanto, el percentil a establecer es del 75%, con ello se calcula el valor de CBR.

Según el grafico se tiene un valor de 11.4% para un percentil de 75%.

**Figura 4:** *Percentil de diseño*



#### 6.4. METODO DE DISEÑO DE PAVIMENTOS

La técnica de diseño de un pavimento es calcular las capas que la constituyen, de tal manera satisfagan los requisitos funcionales requeridos para la estructura que será sometida a esfuerzos y deformaciones, y alcanzar su vida útil proyectada. El proyecto engloba: avenidas, calles y pasajes; se analizan en cada una de ellas varias posibilidades de alternativas de tipo de pavimento (flexible, rígido y articulado) según los métodos de diseño existentes de tal manera lograr determinar la sección de pavimento adecuada, considerando todos los tipos de estructura que sean capaces de satisfacer los requisitos.

### 6.4.1. PAVIMENTO FLEXIBLE

Se denomina pavimento flexible aquellas estructuras que poseen una carpeta asfáltica sobre la base granular, el cual sufre deformaciones según las cargas que pasan sobre él. Existen carpetas asfálticas distintas que se utilizan según a lo que este expuesta. Existe un estrato por debajo de la carpeta asfáltica el cual se constituye de agregados, el cual debe cumplir algunos requisitos, en caso de que no lo sea tendrá que ser tratada de tal manera será adecuada. El estrado llamado subbase es la que se encuentra debajo del estrado de agregado el cual puede o no ser tomada en cuenta dependiendo de la capacidad del suelo.

Se utilizaron dos métodos: Método AASHTO 93 y el Método del Instituto del Asfalto, cada uno de ellos presenta una alternativa diferente en espesores de capa.

#### 6.4.1.1. MÉTODO AASHTO 93: PAV. FLEXIBLE

La regla principal de este método es calcular el “número estructural SN” que debe soportar el peso necesario en el proyecto. Existen factores que se definen para así obtener el numero estructural y determinar los espesores que componen el pavimento.

##### 6.4.1.1.1. NÚMERO ESTRUCTURAL

El Número Estructural simboliza la dureza del pavimento, además es un valor abstracto.

La norma que se usa para determinarla es:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R)$$

- 8.07

Obteniendo el Número estructural el cual simboliza el grosor total del pavimento, se tendrá que convertir al valor de los espesores que lo componen, el cual se obtiene usando la ecuación siguiente:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

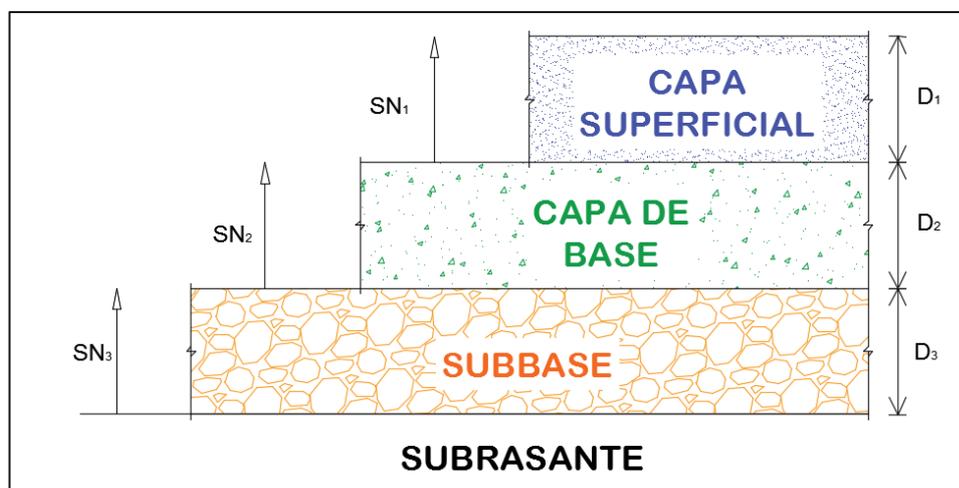
Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = Coeficientes estructurales de las capas; de rodadura, base y subbase respectivamente.

$D_1, D_2, D_3$  = Ancho (en centímetros) de las capas; de rodadura, base y subbase respectivamente.

$m_2, m_3$  = Coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase respectivamente.

**Figura 5:** Número estructural o capacidad de la estructura



#### 6.4.1.1.2. CONFIABILIDAD (R)

La confiabilidad es la seguridad de establecer un diseño que perdure el periodo elegido. Así mismo tener la seguridad de alcanzar un nivel de servicapacidad de servicio que pueda soportar el pavimento. La tabla muestra los niveles de confianza recomendados según clasificación funcional.

**Tabla 27:** Nivel de confianza sugerida para diferentes carreteras

CLASIFICACIÓN	Confiabilidad recomendada (R: Reliability)	
	URBANO	RURAL
Funcional		
Locales	50 – 80	50 - 80

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Para el presente estudio, su clasificación funcional es como vías locales se adoptará una confiabilidad del **80%**.

#### 6.4.1.1.3. FACTOR DE CONFIABILIDAD O DESVIACION ESTANDAR

$$Z_R$$

El valor de  $Z_R$  se adopta mediante el valor que representa la Confiabilidad (R).

**Tabla 28:** Valores de Confiabilidad  $Z_R$

CONFIABILIDAD (R)	VALOR DE $Z_R$
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282

Fuente: AASHTO, Guide for Desing of Pavement Structures 1993

Para confiabilidad del **80%** se obtiene un  $Z_R$  de **-0.841**.

#### 6.4.1.1.4. OVERALL STANDART DESVIATION ( $S_o$ )

La desviación estándar ( $S_o$ ) según AASHTO se presenta a continuación:

**Tabla 29:** Valores de Overall Standart Desviation ( $S_o$ )

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACION ESTANDAR
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico.	0.35 – 0.50

Fuente: AASHTO, Guide for Desing of Pavement Structures 1993

Por lo tanto,  $S_o = 0.45$ .

#### 6.4.1.1.5. INDICE DE SERVICIABILIDAD

Se ha definido como servicialidad de un pavimento a su habilidad de servir al tipo de tráfico que utiliza la facilidad vial. El  $P_o$  se determina de acuerdo con la calidad y función del pavimento; siendo su valor de 4.2 para pavimentos flexibles.

El Pf este valor depende de la importancia de la vía de pavimento siendo  $P_f = 2.0$  que es para vías locales.

Para el siguiente estudio  $P_o = 4.2$  y  $P_f = 2$  por tanto la diferencia del Índice de Serviciabilidad  $\Delta PSI = 2.2$ .

#### 6.4.1.1.6. PERIODO DE DISEÑO ( $n$ )

El periodo de diseño tomado en el proyecto en estudio es de  $n = 20$  años.

**Tabla 30:** Valores De Periodo De Diseño Según Tipo De Carretera

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)
Pavimentada de baja intensidad de tránsito.	15 – 25

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

#### 6.4.1.1.7. MODULO DE RESILENCIA ( $M_r$ )

El módulo resiliente es el módulo elástico asociado al terreno de fundación, es decir a sus propiedades mecánicas y elásticas el cual se vincula con el CBR calculado.

**Tabla 31:** Valores Del Módulo Resiliente

MODULO RESILIENTE EN PSI	CBR SUBRASANTE	FUENTE
$M_r (\text{psi}) = 1500 \times \text{CBR}$	$\text{CBR} < 10\%$	Ecuación Guía AASHTO*

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Considerando  $\text{CBR} = 8\%$  según la tabla anterior el cálculo del Módulo Resiliente estaría dado por:

$$M_r = 12000 \text{ psi}$$

#### 6.4.1.1.8. COEFICIENTES DE DRENAJE ( $m_1, m_2, m_3$ )

El procedimiento según AASHTO define el coeficiente de drenaje en base a la calidad de su evacuación, el cual modifica los coeficientes de capa. La siguiente tabla presenta:

**Tabla 32:** Calidad de Drenaje y tiempo de Retiro de Agua

CALIDAD DE DRENAJE	RETIRO DE AGUA DENTRO DE:
Bueno	1 día

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

**Tabla 33:** Valores de coeficientes de drenaje para Pavimentos Flexibles

Calidad de drenaje	% de tiempo en que la estructura del pavimento es expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos que 1%	1 – 5 %	5 – 25 %	Mayor que 25%
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

En la región Lambayeque las lluvias moderadas son entre los meses de enero y marzo y carentes en lo queda del año. Si la calidad de drenaje es buena resulta que el porcentaje al que está expuesto el pavimento es de 5 – 25%; por tanto, se tiene:  $m_1=1.00$ ,  $m_2=1.10$  y  $m_3 = 1.10$ .

#### 6.4.1.1.9. INDICADORES ESTRUCTURALES ( $a_1$ , $a_2$ , $a_3$ )

Es un dígito designado a cada estrato de la estructura del pavimento, con el fin de transformar a número estructural, por ello los indicadores estructurales considerados son:

- **Primera capa  $a_1$ .**- capa de asfalto en caliente cuyo coeficiente estructural es  $a_1 = 0.42/\text{pulg}$ , con un Módulo Elástico de 400,000 Lb/pulg<sup>2</sup>.
- **Segunda capa  $a_2$ .**- capa de base granular del pavimento cuyo coeficiente estructural es  $a_2= 0.134/\text{pulg}$ , con un CBR mínimo según NTE CE010 – Pav. Urbanos de 80%.
- **Tercera capa  $a_3$ .**- capa de Subbase Granular, cuyo coeficiente estructural es  $a_3= 0.12/\text{pulg}$ , con un CBR mínimo según NTE CE010 – Pav. Urbanos de 40%.

#### 6.4.1.1.10. DISEÑO DE ESPESORES

Para que satisfagan el Numero Estructural es necesario que los estratos obedezcan con las propiedades de estos y poder definir el estrato total del pavimento flexible.

El valor del número estructural se puede calcular según los nomogramas o por la determinación de la ecuación del Número Estructural.

**Tabla 34:** Valores De número estructural y espesores de capa.

TIPO DE VÍA		LOCAL			
Periodo de Diseño		20 años			
Numero de ejes equivalentes		4.47. E+0.4			
Módulo Resiliente		12000 psi			
Nivel de Confianza		80			
Factor de confiabilidad		-0.841			
Desviación estándar		0.45			
Serviciabilidad Inicial		4.2			
Serviciabilidad Final		2.0			
Índice de Serviciabilidad		2.2			
<b>Numero Estructural Requerido SN</b>		<b>1.5756</b>			
EQUIVALENCIA EN ESPESORES DE DIFERENTES TIPOS DE CAPA					
Capa	Índice		Coef. De		Espesor (pulg)
	Estructural		Drenaje		
Asfalto	a <sub>1</sub>	0.42	m <sub>1</sub>	1.00	1.5''
Base	a <sub>2</sub>	0.134	m <sub>2</sub>	1.10	4''*
Sub - base	a <sub>3</sub>	0.12	m <sub>3</sub>	1.10	4''*
<b>Espesor total del pavimento (pulg)</b>					<b>9.5''</b>
<b>Numero estructural propuesto SN'</b>					<b>1.7476</b>

Fuente: elaboración propia

\*Espesor mínimo recomendado por AASHTO93.

### 6.4.1.2. MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

En el sistema de diseño, el pavimento es considerado como elástico de diversas capas, que está en función a las cargas aplicadas, siendo las fuerzas aplicadas tanto horizontal como vertical, teniendo como limite la deformación del pavimento.

#### 6.4.1.2.1. EL TRÁFICO

El valor de este EAL se describe en el estudio de tráfico, ubicado en capítulos anteriores.

**Tabla 35:** *EAL de diseño*

CLASIFICACION DE VIA	EAL DE DISEÑO
LOCAL: calles de sentido único.	4.47 x 10 <sup>4</sup>

Fuente: elaboración propia

#### 6.4.1.2.2. SUELOS DE SUB-RASANTE

La disposición de la subrasante está calculada según el CBR elegido de acuerdo con la correlación siguiente.

**Tabla 36:** *Factor de correlación CBR - Mr*

MODULO RESILIENTE	SISTEMA DE UNIDADES		
	(Kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)	(psi)
Mr	100 x CBR	10.30 x CBR	1500 x CBR

El valor del CBR se calculó en el CBR DE SUBRASANTE mediante un procedimiento estadístico (percentiles), se utilizó para el cálculo un Mr igual a 10.3 x CBR, en la cual se determinó el valor igual a 1.18x10<sup>2</sup> Mpa y un percentil de 11.4%.

#### 6.4.1.2.3. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS

Todos los materiales deben ajustarse a las condiciones de calidad indicados:

**Tabla 37:** *Requisitos De Calidad De Las Capas Granulares*

ENSAYO	REQUISITOS DE LOS ENSAYOS	
	SUB-BASE GRANULAR (%)	BASE GRANULAR (%)
CBR Mínimo	40	80
L.L. Máximo	25	25
I.P Máximo	6	4
Equivalente de Arena Min.	25	35
% N°200 Máximo	12	7

Los materiales que componen el concreto asfáltico son dependientes de la temperatura del pavimento, soportando los cambios a lo largo del año, según la región, clima, empleo de cementos asfálticos y tipos de temperatura se muestran en la tabla.

**Tabla 38:** *Grado de asfalto de acuerdo con el tipo de clima*

CONDICION DE TEMPERATURA (PROM. AMBIENTE ANUAL)	GRADO DEL ASFALTO	GRADO DEL ASFALTO
	AC – 20	AC – 40
Cálido de mayor de 24° C	AR – 8000 PEN 60 - 70	AR – PEN

Fuente: Instituto del Asfalto (MS-1) 1991

La zona del proyecto se registra una temperatura media anual que varía de 24 – 32°C y se estima el uso de Cemento Asfáltico de 60 – 70 (0.01 mm) de penetración, según la sugerencia del Instituto del Asfalto.

#### **6.4.1.2.4. DISEÑO DE ESPESORES**

Para la sección de pavimento flexible de acuerdo con el Instituto del Asfalto para vías locales se analizaron las siguientes alternativas:

- Sección Full Depth.
- Sección Full Depth con Base Asfáltica Emulsificada (Tipo I, II, III).
- Sección Carpeta asfáltica con Base Granular No Tratada (e=150 y 300 mm).
- Sección Carpeta asfáltica con Base Granular y Sub-Base Granular No Tratada.

En la tabla siguiente se estipula los números calculados para la sección de pavimento.

**Tabla 39:** *Espesor de pavimento de las alternativas analizadas*

ALTERNATIVA	ESPESOR			e (m)	ALTERNATIVA EQUIVALENTE	ESPESOR		e (m)	
	CARTA	mm	pulg			mm	pulg		
1	CONCRETO ASFALTICO	A-13	100	4	0.100	-	-	-	0.100
2	TRATAMIENTO SUP. BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I	A-14	100	4	0.100	-	-	-	0.100
3	TRATAMIENTO SUP. BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I	A-15	50	2	0.125	CONCRETO ASFALTICO	50	2	0.125
	BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO II		125	5		BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO II	125	5	
4	TRATAMIENTO SUP. BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I	A-16	50	2	0.200	CONCRETO ASFALTICO	50	2	0.200
	BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO III		150	6		BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO III	150	6	
5	CARPETA ASFALTICA	A-17	100	4	0.200	-	-	-	0.200
	BASE GRANULAR NO TRATADA		100	4		-	-	-	
6	CARPETA ASFALTICA	A-18	100	4	0.200	CARPETA ASFALTICA	100	4	0.400
	BASE GRANULAR NO TRATADA		100	4		BASE GRANULAR NT SUBBASE GRANULAR NT	150	6	
							150	6	

Fuente: elaboración propia

Se concluye que por el sistema del instituto del asfalto la sección del pavimento flexible está compuesta por: Carpeta Asfáltica de 4", base granular no tratada de 6" y subbase granular no tratada de 6".

#### 6.4.2. PAVIMENTO RIGIDO

Su componente principal es la placa de concreto de cemento portland (C.C.P.), quien aligera la rigidez de las capas por debajo de la placa, cuando se originan alteraciones y presión de tracción según las repetidas cargas aplicadas. Existen tres categorías: Pavimento de concreto con refuerzo continuo, Pavimento de concreto con juntas y refuerzo (acero en forma de fibras o mallas) y Pavimento de concreto simple con juntas.

Según la categoría de los pavimentos rígidos a diseñar será de **Concreto Simple con Juntas** ya que nuestro proyecto se trata de calles con tráfico ligero.

### DISEÑO DE ESPESOR DE PAVIMENTO

Se utilizaron dos procedimientos siendo: Método AASHTO 93 y el método PCA (Portland Cement Association), los cuales fueron utilizados para definir la opción adecuada.

#### 6.4.2.1. MÉTODO AASHTO 93: PAVIMENTO RÍGIDO

Según la norma AASHTO 93 se encuentra sujeto a esfuerzos abrasivos, de comprensión y tensión; además de cumplir de manera económica y justificada el periodo útil de diseño tomando en cuenta diversos factores.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_T) \times \log_{10}\left(\frac{M_R \times C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}}\right)}\right)$$

#### 6.4.2.1.1. TRÁFICO Y CARGAS ( $W_{18}$ )

El valor de este EAL se describe en el estudio de tráfico, ubicado en capítulos anteriores.

**Tabla 40:** EAL de diseño

CLASIFICACION DE VIA	EAL DE DISEÑO
LOCAL	$4.47 \times 10^4$

Fuente: elaboración propia

#### 6.4.2.1.2. CONFIABILIDAD (R)

La confiabilidad es la seguridad de establecer un diseño que perdure el periodo elegido. Así mismo tener la seguridad de alcanzar un nivel de servicapacidad de servicio que pueda soportar el pavimento. La tabla muestra los niveles de confianza recomendados según clasificación funcional.

**Tabla 41:** Niveles de confianza sugerida para diferentes carreteras

CLASIFICACION FUNCIONAL	NIVELES DE CONFIANZA RECOMENDADA %	
	URBANO	RURAL
Locales	50 – 80	50 - 80

Fuente: AASHTO, Guide for Desing of Pavement Structures 1993

Para el presente estudio, debido a que las vías son clasificadas como locales y urbanas se adoptara una confiabilidad del **80%**.

#### 6.4.2.1.3. FACTOR DE CONFIABILIDAD O DESVIACIÓN ESTÁNDAR

##### Z<sub>R</sub>

El valor Z<sub>R</sub> es adoptada mediante el valor que representa la Confiabilidad (R).

**Tabla 42:** Valores de Desviación Estándar normal

CONFIABILIDAD (R)	VALOR DE Z <sub>R</sub>
80	-0.841

Fuente: AASHTO, Guide for Desing of Pavement Structures 1993

Para un nivel de confianza de **80%** Z<sub>R</sub> es de **-0.841**.

#### 6.4.2.1.4. A.4. OVERALL STANDART DESVIATION ( $S_o$ )

So recomendados según AASHTO es presentada a continuación:

**Tabla 43:** *Valores de Overall Standart Desviation*

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico.	0.30 – 0.40

Fuente: AASHTO, Guide for Desing of Pavement Structures 1993

Por lo tanto, el valor de  $S_o = 0.35$ .

#### 6.4.2.1.5. INDICE DE SERVICIABILIDAD

Se ha definido como servicialidad de un pavimento a su habilidad de servir al tipo de tráfico que utiliza la facilidad vial. El  $P_o$  se determina de acuerdo con la calidad y función del pavimento; siendo su valor de 4.2 para pavimentos flexibles.

El  $P_f$  este valor depende de la importancia de la vía de pavimento siendo  $P_f = 2.0$  que es para vías locales.

Para el siguiente estudio  $P_o = 4.2$  y  $P_f = 2$  por tanto la diferencia del Índice de Serviciabilidad  $\Delta PSI = 2.2$ .

#### 6.4.2.1.6. PERIODO DE DISEÑO ( $n$ )

El periodo de diseño tomado en el proyecto en estudio es de  $n = 20$  años.

**Tabla 44:** *Valores De Periodo De Diseño Según Tipo De Carretera*

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)
Pavimentada de baja intensidad de tránsito.	15 – 25

Fuente: AASHTO, Guide for Desing of Pavement Structures 1993

#### 6.4.2.1.7. MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO $M_R$ (a los 28 días, en $psi$ )

Este criterio fue incluido ya que el concreto está en función a la flexión que está expuesto. El módulo de rotura  $M_R$  es un ensayo donde el concreto opta por ser modelo

de viga, donde terminando los 28 días la viga es aplicada con cargas ubicadas en los tercios y forzar a errar en dicha ubicación. El valor de este criterio en el proyecto es  $M_R = 597 \text{ psi o } 42 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 6.4.2.1.8. *MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO*

El módulo elástico del concreto representa la dureza y la repartición de las cargas aplicadas a la placa de concreto. El módulo elástico se puede estimar mediante la precisión de la correlación propuesta por el American Concrete Institute.

$$E_c = 57,000 \sqrt{f'_c}$$

Al considerar la resistencia compresiva del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 2987 \text{ lb/pulg}^2$ , por tanto,  $E_c = 3.12 \times 10^6$ .

#### 6.4.2.1.9. *COEFICIENTE DE DRENAJE ( $C_d$ )*

El procedimiento según AASHTO define el coeficiente de drenaje en base a la calidad de su evacuación, así mismo las capas por debajo de la losa pueda sostener la humedad por un lapso. La siguiente tabla presenta:

**Tabla 45:** *Valores De Calidad De Drenaje Y El Tiempo De Retiro*

CALIDAD DE DRENAJE	RETIRO DE AGUA
	DENTRO DE:
Bueno	1 día

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

**Tabla 46:** *Valores recomendados de  $C_d$  para diseño de Pav. Rígido*

Calidad de drenaje	% de tiempo en que la estructura del pavimento es expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos que 1%	1 – 5 %	5 – 25 %	Mayor que 25%
	Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

En la región Lambayeque las lluvias moderadas son entre los meses de enero y marzo y carentes en lo queda del año. Si la calidad de drenaje es buena resulta que el porcentaje al que está expuesto el pavimento es de 5 – 25%. De acuerdo con esto el valor de  $C_d = 1.05$ .

#### 6.4.2.1.10. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGAS ( $J$ )

La transferencia de carga es directamente proporcional al espesor del pavimento, es el que expresa la capacidad de transmisión de cargas entre fisuras y juntas.

La siguiente tabla se muestra:

**Tabla 47:** *Coefficiente De Transferencia De Carga Recomendado*

	ASFALTO		PCC UNIDO	
	SI	NO	SI	NO
Dispositivo de transferencia de carga				
<b>TIPO DE PAVIMENTO</b>				
1. Simple con juntas y reforzado con juntas.	3.2	3.8 – 4.4	2.5 – 3.1	3.6 – 4.2

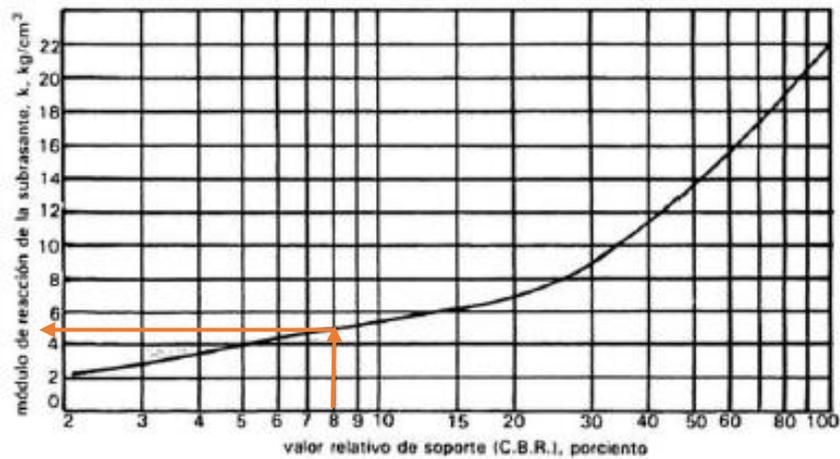
Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

De acuerdo con esto el proyecto se trata de un tráfico ligero por tanto sería de **Concreto Simple con Juntas**, siendo  $J=4.1$ .

#### 6.4.2.1.11. COEFICIENTE DE REACCIÓN ( $k$ )

Resulta ser un ensayo en la cual se determina el valor de la fuerza que se debe ejercer para obtener una deformación. AASHTO realizó una alternativa donde se puede saber el valor de  $k$  según el valor de CBR y clasificación del suelo.

**Figura 6:** *Coefficiente de reacción K*



Al tener el valor de CBR de diseño igual a 8%, ingresando en la figura se obtiene el valor de  $k=5 \text{ kg/cm}^3$ .

#### **6.4.2.1.12. ESPESOR DE LOSA**

Se han determinado los espesores de losa requerida siendo calculado mediante monogramas o simplemente desarrollando la ecuación.

**Tabla 48:** *Número Estructural Y Espesor De Capa De Pavimento*

TIPO DE VÍA	SECTOR 1
Periodo de Diseño	20 años
Numero de ejes equivalentes	4.47xE+0.4
Nivel de Confianza: R	80
Factor de confiabilidad: $Z_R$	-0.841
Desviación estándar combinado: $S_o$	0.35
Servicialidad Final: $P_t$	2.0
Índice de Servicialidad: $\Delta PSI$	2.5
Coefficiente de Drenaje: $C_d$	1.05
Coefficiente de transferencia de carga: $J$	4.1
Coefficiente de Balasto: $k$ (pci)	181
Módulo de rotura del concreto: $M_R$ (psi)	597
Modulo elástico del concreto: $E_c$ (psi)	$3.12 \times 10^6$
<b>Espesor de Losa Requerido: D (pulg)</b>	<b>5.78</b>
<b>Espesor de Losa Requerido: D (mm)</b>	<b>146.81</b>
<b>Espesor de Losa Asumido: D (mm)</b>	<b>200</b>

Fuente: elaboración propia

#### 6.4.2.2. METODO PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA)

El procedimiento de diseño del PCA, toma en cuenta dos puntos de vista por fatiga (fuerzas aplicadas a la losa y se encuentra dentro del límite) y erosión (controla la deflexión).

##### 6.4.2.2.1. PERIODO DE DISEÑO

El tiempo tomado en el proyecto es de  $n = 20$  años.

##### 6.4.2.2.2. TRÁFICO

El tráfico simboliza el tipo de vehículo, y la carga por ejes; además intervienen los factores de crecimiento, dirección y seguridad de carga.

- **Cargas por ejes en kips**

**Tabla 49:** Cargas vehiculares por tipo de eje

SIMBOLO	TIPO DE VEHICULO	CARGA POR EJE (lb)		
		DELANTERO	POSTERIOR	
		EJE SIMPLE	EJE SIMPLE	EJE TANDEM
Ap	Autos	2204.60	2204.60	-
Ac	Camioneta	3527.36	7275.18	-
Micro	Micro	15432.20	2425.06	-
C2	Camión de 2 ejes	15432.20	24250.60	-
T3S2		15432.20	39682.80	55115.00

Fuente: elaboración propia

- **Factor de seguridad de carga:** es un valor que se determina según la intensidad de tráfico.

**Tabla 50:** Factor de seguridad de carga

INTENSIDAD DEL TRANSITO	LSF
Caminos y calles secundarias con muy poco tráfico pesado	1.0

En el proyecto el  $LSF = 1.0$

- **Factor de Crecimiento**

se calcula mediante la expresión siguiente:

$$F_c = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Se tiene  $r_{pob} = 1.50\%$  y  $PBI = 4.10\%$ , por lo tanto, se obtiene:

- **Factor de Crecimiento por población:** 23.124 (para AP)
- **Factor de Crecimiento por economía:** 30.088 (para AC, COMBI, C2, C3, T3S2)
- **Factor sentido**

El factor sentido en el proyecto es del 50% del tránsito para cada sentido.

Teniendo definido los parámetros se puede obtener el peso por eje y el número de repeticiones:

**Tabla 51:** Carga y número de repeticiones de vehículos

CLASE	IMD	Tipo de Eje	Peso de Eje (kips)	LSF	Factor Crecimiento	Factor Direccional	Rep. Anuales	Al Periodo de Diseño
AP	524	simple	2.2046	1.0	23.1236671	0.5	315902	6318047
		simple	2.2046				315902	6318047
AC	72	simple	3.52736	1.0	30.0889576	0.5	56481	1129625
		simple	7.27518				56481	1129625
MICRO	4	simple	15.4322	1.0	30.0889576	0.5	3138	62757
		simple	24.2506				3138	62757
C2	8	simple	15.4322	1.0	30.0889576	0.5	6276	125514
		simple	24.2506				6276	125514
		simple	15.4322				1569	31378
T3S2	2	tándem	39.6828	1.0	30.0889576	0.5	1569	31378
		trídem	55.1150				1569	31378

Fuente: elaboración propia

#### 6.4.2.2.3. SOPORTE DE LA SUBRASANTE Y SUBBASE

Resulta ser un ensayo en la cual se determina el valor de la fuerza que se debe ejercer para obtener una deformación. El valor de  $k$  es según el valor del CBR.

**Tabla 52:** *Valores de K en correlación al CBR*

<b>CBR (%)</b>	3	4	5	8	10	20
<b>K (pci)</b>	100	120	140	175	200	250

El valor aproximado del valor  $k_{COMBINADO}$  se tomará de la siguiente tabla, pero asumiremos un espesor de subbase de 6" como mínimo.

**Tabla 53:** *Valores de K según subrasante*

<b>K subrasante (psi/pulg)</b>	<b>Valor k combinado (psi/pulg)</b>			
	<b>4 pulg</b>	<b>6 pulg</b>	<b>9 pulg</b>	<b>12 pulg</b>
150	165	180	210	243
225	235	242	280	330

Interpolando para un espesor de 6" y para un valor k de subrasante se obtiene el siguiente valor  $k_{COMBINADO}=201$  pci.

#### **6.4.2.2.4. ELEMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CARGA**

De acuerdo con esto el proyecto se trata de un tráfico ligero por tanto la categoría de pavimento a diseñar sería de Concreto Simple con Juntas. Para esto tendría que ser necesario el uso de espaciamiento entre juntas y así la transferencia sea más efectiva.

#### **6.4.2.2.5. MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS**

El valor de Modulo de Rotura de concreto en el proyecto para diseño es  $M_R = 597$  psi o  $42$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### 6.4.2.2.6. CRITERIOS DE DISEÑO

El procedimiento de diseño del PCA, toma en cuenta dos puntos de vista por fatiga (fuerzas aplicadas a la losa y se encuentra dentro del límite) y erosión (controla la deflexión).

##### ▪ ANÁLISIS POR FATIGA

El consumo total de fatiga no deberá exceder del 100%. El esfuerzo se determina por:

$$\frac{\text{Esfuerzo producido por la carga del eje}}{\text{Módulo de rotura del concreto}}$$

Utilizando la tabla se podrá obtener los esfuerzos producidos por la carga del eje, donde se tendrá que ingresar datos como el espesor de losa asumido, el valor de k de subrasante – subbase.

**Tabla 54:** *Esfuerzo en pavimento sin bermas, de concreto simple (simple/tándem)*

Espesor de losa (pulg)	k de la subrasante – subbase, pci				
	100	150	200	300	500
8	274/249	255/223	242/208	225/188	205/167

Se ha considerado una placa de concreto simple sin cargas de transferencias, usando el valor de subbase de 6” de espesor, con un espesor de losa asumida de 8” y un k de la subrasante k = 201 pci; introduciendo los datos a la tabla e interpolando obtenemos:

$$\sigma_e = 241.83 \text{ pci (para eje simple)}$$

$$\sigma_e = 241.83 \text{ pci (para eje tándem)}$$

A partir de ello podremos calcular el FRE según la expresión siguiente:

$$\text{FRE} = \frac{\sigma_e(\text{eje simple o tándem})}{\text{Módulo de rotura del concreto}}$$

Teniendo el Módulo De Rotura MR= 597 pci se reemplaza y se obtienen el FRE.

$$\text{FRE} = 0.41 \text{ (eje simple)}$$

$$\text{FRE} = 0.35 \text{ (eje tándem)}$$

Con los valores calculados tanto para eje simple y tándem se ingresa al nomograma con el cual se determinará el número de repeticiones admisibles.

Se calificará como “ilimitado” si el número de repeticiones admisibles resulta superior, esto indica que para esa carga de ejes el pavimento soportará ilimitadamente sin ser afectado por fatiga.

#### ▪ ANÁLISIS POR EROSIÓN

Es necesario hacer análisis por erosión para la verificación de que no se produzca deflexiones debajo de la losa.

Además, las fallas están relacionadas más con las excedentes deflexiones y con un bombeo defectuoso en capa de la subbase.

El consumo total de erosión al igual que fatiga no deberá exceder del 100%.

**Tabla 55:** Factores de erosión para pavimentos de concreto simple sin pasa juntas ni apoyo lateral (simple/tándem)

Espesor de losa (pulg.)	k de la subrasante – subbase, pci			
	100	200	300	500
8	3.05/3.26	3.01/3.16	2.99/3.10	2.96/3.03

Se ha considerado una placa de concreto simple sin cargas de transferencias, usando el valor de subbase de 6” de espesor, con un espesor de losa asumida de 8” y un k de la subrasante  $k = 201$  pci; introduciendo los datos a la tabla e interpolando obtenemos:

$$\text{FRE} = 3.0098 \text{ pci (para eje simple)}$$

$$\text{FRE} = 3.1594 \text{ pci (para eje tándem)}$$

Obteniendo los resultados tanto para eje simple y tándem se ingresa al nomograma con el cual se determinará el número de repeticiones admisibles.

Se calificará como “ilimitado” si el número de repeticiones admisibles resulta superior, esto indica que para esa carga de ejes el pavimento soportará ilimitadamente sin ser afectado por fatiga.

#### **6.4.2.2.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Si el consumo total de fatiga y erosión superan el 100%, se tendría que realizar un nuevo tanteo asumiendo un valor de placa superior; si fuera lo contrario se tendría que realizar un nuevo tanteo asumiendo un valor de placa menor.

#### **6.4.2.2.8. ESPESOR DE LOSA**

De acuerdo con las solicitaciones de carga por fatiga y erosión el espesor de losa para resistir la demanda de tráfico se tiene:

**Tabla 56:** *Resultados del espesor de pavimento rígido (PCA)*

TIPO DE VÍA	ESPESOR DE SUBBASE	ESPESOR DE LOSA
Local	6"	8"

Fuente: elaboración propia

#### **6.4.2.3. DISEÑO DE JUNTAS**

Para determinar las juntas dentro de la distribución de pavimento son para dominar las fisuras y agrietamiento que presenta la placa de concreto debido a diferentes factores.

##### **6.4.2.3.1. RECOMENDACIONES PARA ESPACIAMIENTO DE JUNTAS**

Según la tabla se indica las siguientes recomendaciones para el espaciamiento de juntas de acuerdo con el espesor de pavimento asumido.

**Tabla 57:** *Espaciamiento de juntas recomendado para pavimentos de concreto simple*

ESPESOR DE PAVIMENTOS EN MM (PULG)	ESPACIAMIENTO DE JUNTAS* EN M
200 (8) o más	4.60

\*Puede variar si la experiencia local así lo indica; depende del clima y de las propiedades del concreto.

El espesor de pavimento calculado es el valor de  $D = 8$  pulg. (203.2 mm), siendo el valor que le corresponde para el espaciamiento de juntas es de 4.60 m. Por ser más conservador se asumirá espacio entre juntas de 4.00 m.

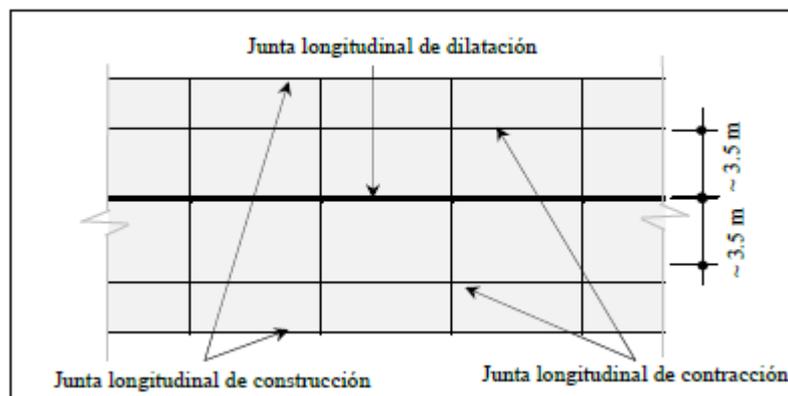
#### 6.4.2.3.2. TIPOS DE JUNTAS CONSIDERADAS EN EL DISEÑO

Se considerará en el proyecto juntas longitudinales y juntas transversales, teniendo en cuenta que el siguiente proyecto se ha tomado en cuenta un pavimento de losa continua sin reforzamiento:

##### ▪ JUNTAS LONGITUDINAL

Son las juntas que separan carriles, verifican fisuras al igual que el agrietamiento. Para controlar la fisuración del carril que se produce al existir movimiento en ambas losas, se ha proyectado juntas longitudinales de dilatación. La junta longitudinal de construcción se empleará cuando exista unión entre losa y sardinel.

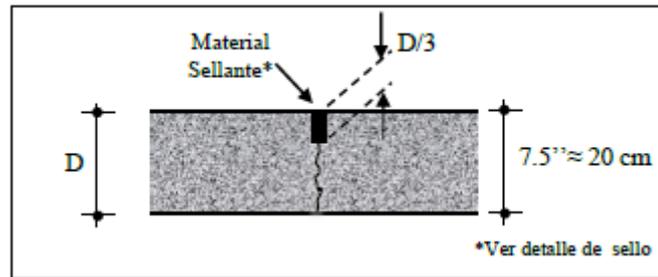
**Figura 7:** Clases de juntas



##### ▪ JUNTAS TRANSVERSALES

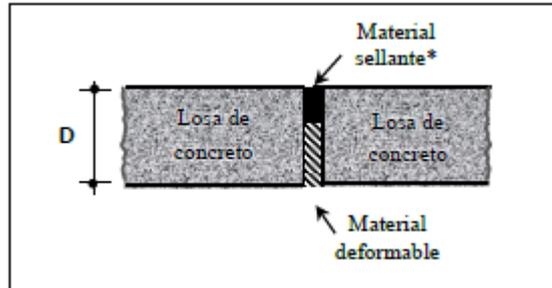
**JUNTAS TRANSVERSALES DE CONTRACCION:** son las que alivian el esfuerzo cuando el concreto se contrae, los esfuerzos de torsión y alabeos, estos ocurren cuando el concreto sufre diferentes cambios de humedad y temperatura.

**Figura 8:** *Detalle de sello*



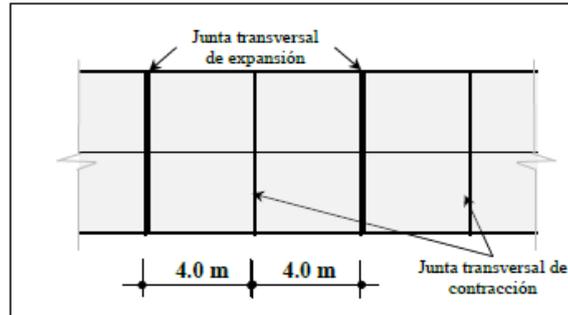
**JUNTAS TRANSVERSALES DE CONSTRUCCION:** se producen cuando hay concretos de edades diferentes, estas juntas de deben localizar y construir siempre que sea necesario, coincidiendo con juntas de contracción, en caso contrario debe estar ubicado perpendicular a la línea central.

**JUNTAS TRANSVERSALES DE SEPARACION Y DILATACION:** su función es el de aislar una estructura dependiendo el caso.



Tomando en consideración los criterios, se llega a la conclusión que: las juntas de contracción serán cada 4.00 m y las juntas de dilatación cada 8.00m, logrando coincidir las juntas de contracción y las de dilatación.

**Figura 9:** *Detalle de juntas*



#### 6.4.2.3.3. SELLO DE JUNTAS

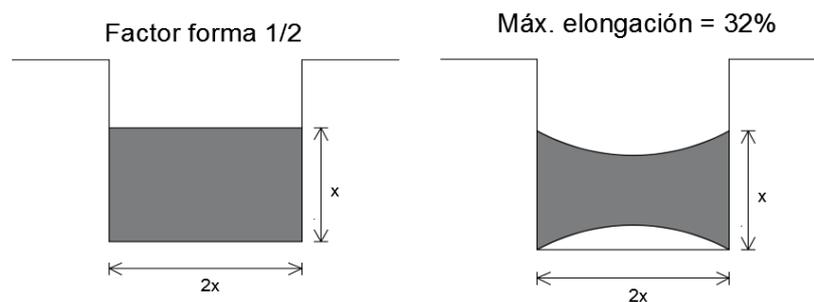
El objetivo del sellado de juntas es minimizar el ingreso de agua, y materiales incomprensibles adentro de la misma.

#### SELECCIÓN DEL TIPO DE SELLO:

Para ello se utilizará un **SELLANTE LIQUIDO + CORDON DE RESPALDO**, debido a la fácil aplicación y curado y su fácil aplicación.

**EL FACTOR DE FORMA:** se utilizará un sellante modelo Silicon cumpliendo con el detalle del factor forma.

**Figura 10:** Detalle factor forma



**ANCHO DE CAJA DE SELLO:** se calcula en función del porcentaje de elongación y movimiento de losa, siendo la de 32%.

$$\% \text{ de elongación} = \frac{\Delta L}{\text{ancho de caja}}$$

**Tabla 58:** Ancho de caja de sellos

PARÁMETRO	JUNTAS DE CONTRACCIÓN	JUNTAS DE DILATACIÓN
$\Delta L$	2.7 mm	5.39 mm
% elongación	32%	32%
A calculado	8.43 mm	16.90 mm
A asumido	<b>10 mm</b>	<b>20 mm</b>

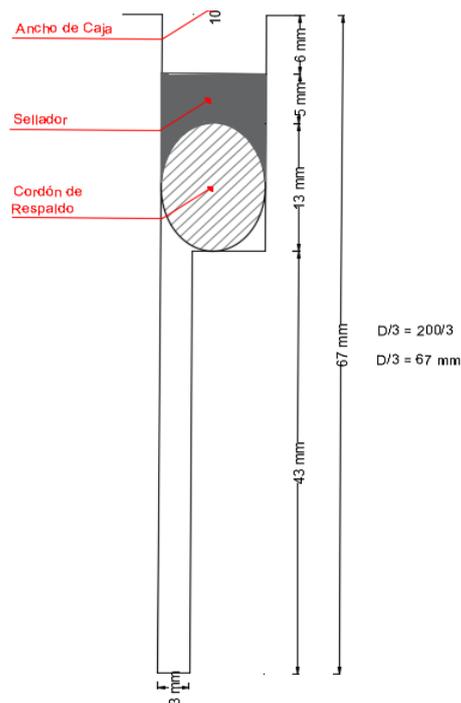
**CORDON DE RESPALDO:** Los cordones se comprimen hasta un 25% y será considerado para el diseño.

**Tabla 59:** Diámetro de cordón de respaldo según ancho de caja

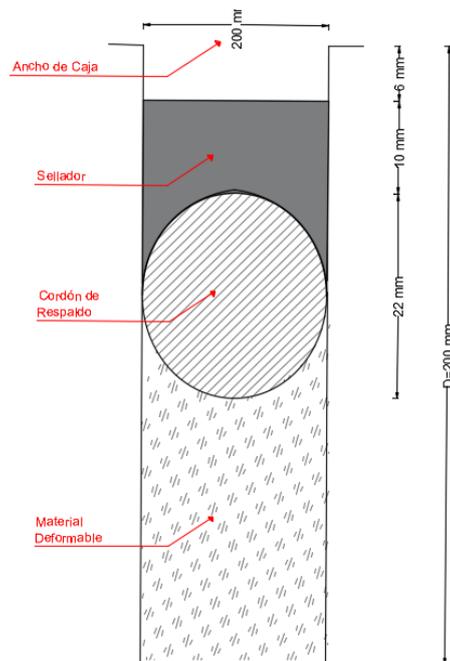
TIPO DE JUNTA	ANCHO DE CAJA mm	DIÁMETRO DE CORDÓN mm
Contracción	10	13
Dilatación	20	25

#### ▪ SECCION DEL SELLADO DE JUNTAS

Teniendo el cálculo del diseño de sellado de juntas tipo SILIKÓN + CORDÓN DE RESPALDO, en la figura a continuación se muestra:

**Figura 11:** Corte y sellado de juntas de contracción

**Figura 12:** Corte y sellado de juntas de construcción

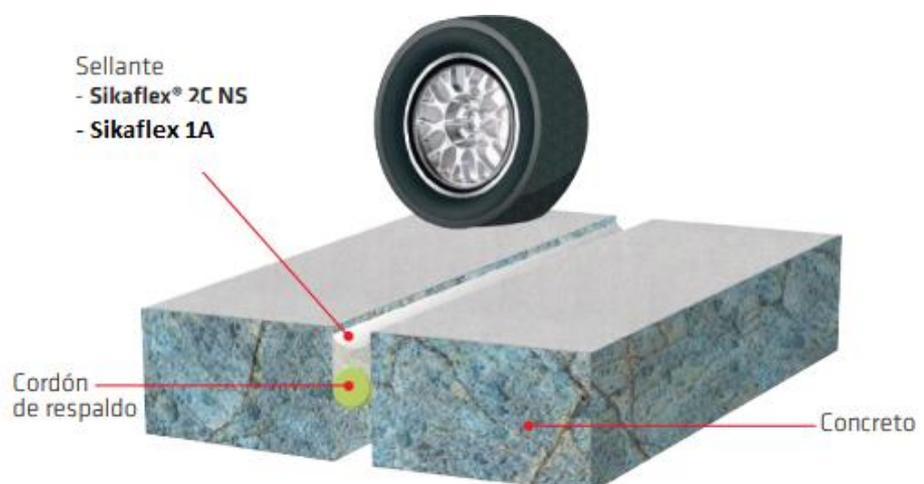


▪ **SELLO CON SIKAFLEX 1-A O SIKAFLEX 2C NS**

Se llegó a escoger el sellador líquido SIKAFLEX 1-A O SIKAFLEX 2C NS, ya que cumple con los requisitos para el sellado de juntas.

Para el uso Sikaflex se requiere el uso de un cordón de respaldo o la instalación de una cinta antiadherente.

**Figura 13:** Sistema de sello Sikaflex 1A



#### 6.4.2.4. PAVIMENTO ARTICULADO

Pavimento articulado llamado también pavimento urbanos adoquinado de concreto Intertrabados, posee una mayor resistencia, diversas formas, texturas y colores.

Para su boceto se utilizará el procedimiento ICPI (Interlocking Concrete Pavement Institute).

##### 6.4.2.4.1. METODO ICPI

Este método está basado en un procedimiento de las guías de diseño “Structural Desing of Concrete Block Pavements”. Considera diversos factores de diseño.

- **MEDIO AMBIENTE:** la vida útil del pavimento adoquinado depende de agentes ambientales; los cuales al tomarlos en cuenta permite definir la resistencia de la subrasante y los materiales que lo componen; sin dejar de lado un drenaje superficial adecuado para el pavimento.
- **TRÁFICO:** El tráfico se determinará en función de ejes equivalentes, por el tiempo de 20 años.

**Tabla 60:** Nivel de tráfico según EE

TIPOS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
Nivel I	>1'000,000 EE ≤150,000 EE

Fuente: Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Según el EE, éste se encuentra dentro del nivel I

- **RESISTENCIA DE LA CAPA SUB RASANTE:** Este factor ha tenido gran efecto en la determinación de la estructura del pavimento. Están definidas en base a su capacidad de soporte CBR.

**Tabla 61:** Categoría de subrasante según CBR

CATEGORIA DE SUB RASANTE	CBR
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%

Fuente: Fuente: Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Como el CBR es de 8% la categoría de subrasante S<sub>2</sub>: subrasante Regular.

- **MATERIALES DEL PAVIMENTO:** la conexión entre los componentes del pavimento permite una mejor transferencia de carga, por lo tanto, se tomará en cuenta el espesor mínimo de pavimento de 60 mm y colocada de manera espigada; con una cama de arena que oscila ente 40 mm y 25 mm.

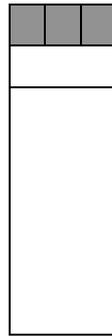
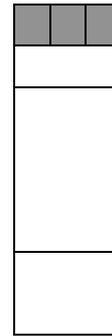
**Tabla 62:** Tipo de pavimento según EE

EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	CAPA SUPERFICIAL	CAMA DE ARENA
≤ 150,000	Adoquín de concreto: 60 mm	40 mm

Fuente: Fuente: Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos

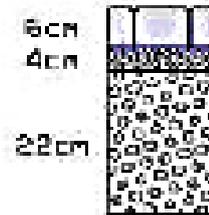
Según nuestro Ejes equivalentes acumulados del proyecto, resulta ser menor que 150,000, donde se tiene el adoquín de concreto igual a 60 mm y una cama de arena igual a 40 mm. Se tiene:

**Tabla 63:** Catálogo de estructura de pavimento de adoquín con base granular

EE	Tp0	Tp1	Tp2
	75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000
≥ 6% <b>CBR</b> < 10%	6 cm 4 cm 22 cm 	6 cm 4 cm 28 cm 	6 cm 4 cm 20 cm 15 cm 

Fuente: Fuente: Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Como el CBR calculado es el 8% y los EE acumulados oscila entre 75,001 y 150,000 se tiene: **6cm de adoquín, 4cm capa de arena y 22 cm de base granular.**

**Figura 14:** *Detalle de adoquín*

## 6.5. DISEÑO DE VEREDAS Y RAMPAS

Las aceras es uno de los componentes principales de un pavimento, éstas se ubican entre la pista y el dominio, cuyo fin es el tránsito peatonal. Se diseñaron de acuerdo con las siguientes especificaciones:

- **CAPA DE RODADURA: LOSA DE CONCRETO**

La capa de rodadura de las aceras será de concreto simple de cemento portland, cuyo grosor como mínimo es 100 mm y una resistencia a la compresión a los 28 días mayores e iguales a  $f'c=175\text{kg/cm}^2$ .

Utiliza como confinamiento un sardinel y si ocurre lo contrario se le agregará una uña al extremo adyacente el cual tendrá el mismo objetivo que el de un sardinel.

- **BASE**

La base granular tendrá como CBR mayor e igual al 30% del próctor modificado con un espesor de 100 mm.

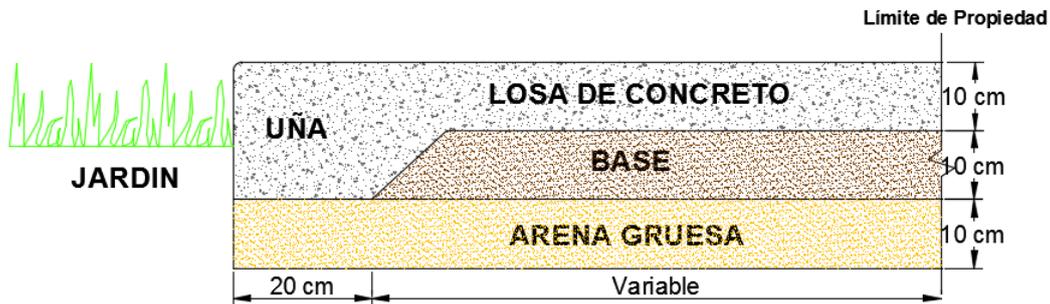
- **SUBRASANTE**

La subrasante debe tener una compactación al 95% de la Densidad Seca máxima, con un grosor compactado mayor e igual a 150 mm.

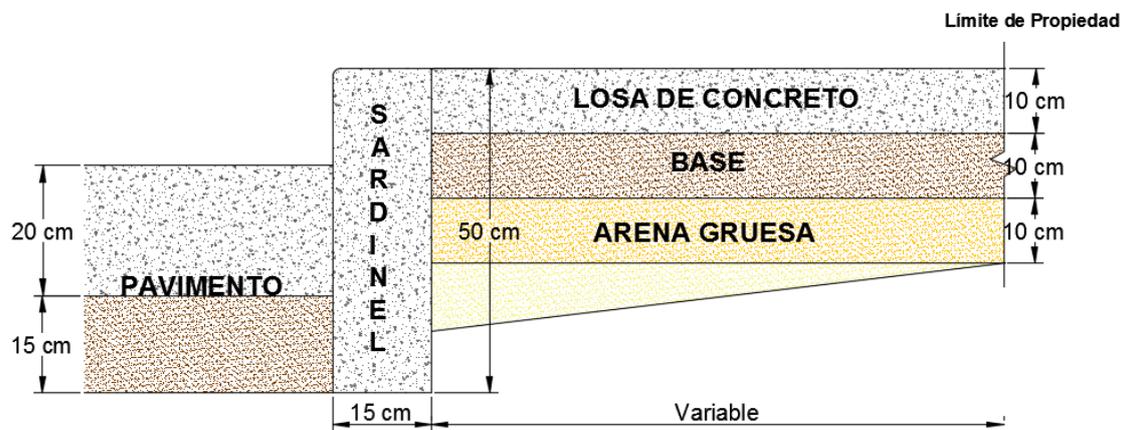
- **CAPA DE ARENA GRUESA**

Se colocará un estrado de arena gruesa, con el objetivo de prevenir la elevación de sulfatos, cuyo espesor es de 100 mm.

**Figura 15:** Detalle de vereda contiguo al jardín



**Figura 16:** Detalle de vereda contiguo a calzada



## 6.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En la zona del proyecto se cuenta con un CBR  $\geq 8\%$  el cual califica como aceptable.
- Para bosquejo del pavimento, se evaluaron por tipo y diversos métodos; para pavimentos flexibles se utilizó las normas: AASHTO 93 e Instituto del Asfalto, para pavimentos Rígidos se utilizó los métodos de: AASHTO 93 y PCA, Pavimentos Articulado se utilizó el método de: ICPI.

**Tabla 64:** Valores de capa de pavimento calculados

TIPO DE PAVIMENTO	METODO	CAPA	ESPESOR
			SECTOR
FLEXIBLE	AASHTO 93	Capa de rodadura	1.5"
		Base	4"

		Subbase	<b>4"</b>
	INSTITUTO DEL ASFALTO	Capa de rodadura	<b>4"</b>
		Base	<b>6"</b>
		Subbase	<b>6"</b>
RIGIDO	AASTHO 93	Capa de rodadura	<b>8" (200 mm)</b>
		Subbase	<b>6" (150 mm)</b>
	PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA)	Capa de rodadura	<b>8" (200 mm)</b>
		Subbase	<b>6" (150 mm)</b>
ARTICULADO	INTERLOCKING	Capa de rodadura	<b>60 mm</b>
	CONCRETE PAVEMENT	Cama de Arena	<b>40 mm</b>
	INSTITUTE (ICPI)	Base	<b>220 mm</b>

Fuente: elaboración propia

- El objetivo del sellado de juntas es minimizar la entrada de agua, y de materiales incomprensibles dentro de la junta, por ello se ha desarrollado el diseño de juntas utilizando polímeros de alta elasticidad; como juntas de contracción y dilatación selladas con Silicón, así como un cordón de respaldo; siendo las medidas del ancho de caja igual a 10 mm para juntas de contracción, con un cordón de respaldo de 13 mm y de 20 mm para juntas de dilatación, con un cordón de respaldo de 25 mm.
- Las juntas transversales de contracción estarán instaladas cada 4 m y las juntas de dilatación cada 8 m, siendo punto de coincidencia con una junta de contracción, y según el ancho de vía serán ubicadas las juntas longitudinales.
- Las veredas que se diseñaron se presentan con 3 capas: barrera capilar de 10 cm, base de 10 cm y losa de concreto de 10 cm.

## CAPITULO VII. ESTUDIOS DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

### 7.1. GENERALIDADES

Los análisis realizados en laboratorio de las muestras son para diagnosticar las propiedades mecánicas y físicas del mismo, siendo claves para identificar el uso de cada cantera.

Además, se ha establecido un área para el botadero y un manantial de agua que obedezca las propiedades que se considera para el proyecto.

### 7.2. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS CANTERAS

La calidad de la cantera seleccionado debe obedecer con las propiedades de la norma CE.010 Pavimento Urbano; además de ello se evaluará la distancia de transporte y el acceso para que se realice el acarreo de manera eficiente.

#### 7.2.1. REQUISITOS PARA MATERIAL DE BASE GRANULAR

Los requisitos para la base granular están dadas de acuerdo con:

**Tabla 65:** *Requerimientos granulométricos para base granular*

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO			
	GRADACIÓN A	GRADACIÓN B	GRADACIÓN C	GRADACIÓN D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (N°4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (N°10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
425 µm (N°40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm (N°200)	2 – 8	5 - 15	5 – 15	8 – 15

Se tendrá que satisfacer las características físico – mecánica y químicas como según se indica:

**Tabla 66:** *Valor relativo de soporte – CBR\**

Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
---------------------------	------------

**Tabla 67:** *Requerimiento del agregado grueso de base granular*

ENSAYO	REQUERIMIENTOS
Partículas con una cara fracturada	80% mínimo
Partículas con dos caras fracturadas	40% mínimo
Abrasión Los Ángeles	50% mínimo
Sales Solubles	40% máximo
Perdida con Sulfato de Magnesio	0,5% (5000 ppm) máximo
Partículas chatas y alargadas	18% máximo
	15% máximo

**Tabla 68:** *Requerimiento del agregado fino de base granular*

ENSAYO	REQUERIENTOS	
Índice Plástico	4% máximo	2% máximo*
Equivalente de Arena	35% mínimo	45% mínimo*
Sales solubles	0,5% (5000ppm) máximo	
Durabilidad al sulfato de magnesio	---	15% mínimo*

### 7.2.2. REQUISITOS PARA MATERIAL DE SUB-BASE

Husos granulométricos y calidad de los materiales para subbase.

**Tabla 69:** *Requerimientos granulométricos para subbase granular*

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO			
	GRADACION A	GRADACION B	GRADACION C	GRADACION D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 85	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N°4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm (N°10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
425 µm (N°40)	8 - 20	15 - 30	15 - 20	25 - 45
75 µm (N°200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

**Tabla 70:** *Requerimiento de calidad para subbase granular*

ENSAYO	REQUERIMIENTO
Abrasión Los Ángeles	50% máximo
CBR de laboratorio	40% mínimo*
Limite Liquido	25 máximo
Índice de Plasticidad	6 máximo
Equivalente de Arena	25% mínimo
Sales Solubles de Sulfatos	0.1% (1000 ppm***) máximo para concreto reforzado o sin esfuerzo
Sales Solubles de Cloruros**	0.15% (1500 ppm***) máximo, para concreto reforzado

\*Referido al 100% de su Máxima Densidad Seca Próctor Modificado.

\*\*Cuando se excedan los valores máximos

\*\*\*Partes por millón.

### 7.2.3. REQUISITOS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO

La conformación del concreto son los agregados, agua y cemento, dichos componentes tienen que obedecer a las condiciones mínimas.

#### 7.2.3.1. AGREGADO FINO

Son considerados al material que pasa el cernedor de 4.75 mm (N°4).

**Tabla 71:** *Granulometría para el agregado fino de pavimento de concreto hidráulico*

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
NORMAL	ALTERNO	
9.5 mm	3/8"	100
4.75 mm	N°4	95 – 100
2.36 mm	N°8	80 – 100
1.18 mm	N°16	50 – 85
600 µm	N°30	25 – 60
300 µm	N°50	10 – 30
150 µm	N°100	2 – 10

Fuente: Oficina de Control de Calidad del MTC

**Tabla 72:** *Requisitos para el agregado fino*

ENSAYO	REQUISITO
Índice de plasticidad, % máximo	No plástico
Equivalente de arena % mínimo	65
	75
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo	3
Carbón y lignito, % máximo	0.5
Material que pasa el tamiz de 75 µm(N°200), % máximo	3

Fuente: Oficina de Control de Calidad del MTC

#### 7.2.3.2. AGREGADO GRUESO

Son considerados al material que se obstruye en el cernedor 4.75 mm (N°4).

**Tabla 73:** *Granulometría para el agregado grueso de pavimentos de concreto hidráulico*

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
NORMAL	ALTERNO	
63 mm	2 1/2"	100
50 mm	2"	95 – 100
37.5 mm	1 1/2"	-
25.0 mm	1"	35 – 70
19.0 mm	3/4"	-
12.5 mm	1/2"	10 - 30
9.5 mm	3/8"	-
4.75 mm	Nº4	0 – 5

**Tabla 74:** *Requisitos para el agregado grueso*

ENSAYO	REQUISITO
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo	3
Carbón y lignito, % máximo	0.5
Desgaste en la máquina de los Ángeles	40

Fuente: Oficina de Control de Calidad del MTC

#### 7.2.4. REQUISITOS EN PAVIMENTOS ASFALTICOS

##### 7.2.4.1. AGREGADO FINO

**Tabla 75:** *Requerimientos para los agregados finos de mezclas asfálticas en caliente*

ENSAYOS	REQUERIMIENTO	
	ALTITUD (msnm)	
	< 3000	>3000
Equivalente de Arena	45 mínimo	
Angularidad del agregado fino	30 mínimo	
Adhesividad (Riedel Weber)	4 % mínimo	6% mínimo
Índice de Durabilidad	35 % mínimo	
Índice de Plasticidad	Máximo 4	NP
Sales Solubles Totales	0.5% máximo	
Absorción	0.50 %	Según diseño

Fuente: Oficina de Control de Calidad del MTC

### 7.2.4.2. AGREGADO GRUESO

**Tabla 76:** *Requerimientos para los agregados gruesos de mezclas asfálticas en caliente*

ENSAYOS	REQUERIMIENTO	
	ALTITUD (msnm)	
	< 3000	>3000
Perdida en Sulfato de Sodio	12 % máximo	10% máximo
Perdida en Sulfato de Magnesio	18 % máximo	15 % máximo
Abrasión Los Ángeles	40 % máximo	35% máximo
Índice de Durabilidad	35% mínimo	
Partículas chatas y alargadas *	15% máximo	
Partículas fracturadas	65/40 < 100 mm	50/30 >100 mm
Sales Solubles	0.5 % máximo	
Absorción	1.00 %	Según diseño
Adherencia	+ 95	

\*La relación a emplearse para la determinación es: 5/1 (ancho/espesor o longitud/ancho)

### 7.2.4.3. GRADACIÓN

**Tabla 77:** *Gradación de los agregados para mezclas asfálticas en caliente*

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25.0 mm (1")	100	-	-
19.0 mm (3/4")	80 - 100	100	-
12.5 mm (1/2")	67 - 85	80 - 100	-
9.5 mm (3/8")	60 - 77	70 - 88	100
4.75 mm (N°4)	43 - 54	51 - 68	65 - 87
2.00 mm (N°10)	29 - 45	38 - 52	43 - 61
425 µm (N°40)	14 - 25	17 - 28	16 - 29
180 µm (N°80)	08 - 17	08 - 17	09 - 19
75 µm (N° 200)	04 - 08	04 - 08	05 - 10

Fuente: Oficina de Control de Calidad del MTC

### 7.2.5. REQUISITO DE PAVIMENTO ARTICULADO

Los materiales deben cumplir los requisitos en la siguiente tabla:

**Tabla 78:** *Granulometría de la cama de arena*

<b>MALLA</b>	<b>% PASA</b>
9.5 mm (3/8")	100
4.75 mm (N°4)	95 – 100
2.36 mm (N°8)	85 – 100
1.18 mm (N°16)	50 – 85
600 µm (N°30)	25 – 60
300 µm (N° 50)	10 – 30
150 µm (N°100)	02 – 10
75 µm (N°200)	00 – 01

Fuente: Oficina de Control de Calidad del MTC

### **7.3. LOCALIZACION DE CANTERAS EN LA ZONA**

Con respecto a la localización de canteras es importante ya que se debe tomar en cuenta las distancias de su transporte, camino, orden de exploración y ubicación (preferente en terreno eriazos).

#### **7.3.1. CANTERA LA PLUMA**

##### **7.3.1.1. UBICACIÓN:**

Está ubicada a 37.41 km con respecto a la entrada de la obra, entre Pítipo y Batangrande:

Longitud Inicial y final de obra	1.15 km
Longitud Final de obra – Puente el Pavo	8.64 km
Longitud Puente el Pavo – San Lorenzo	8.87 km
Longitud San Lorenzo – La Zaranda	8.70 km
Longitud La Zaranda – Zona de aprovechamiento	11.2 km
Zona de aprovechamiento – Cantera	1.00 km
<b>Distancia global:</b>	<b>37.41 km</b>

##### **7.3.1.2. PROPIETARIO:**

Gobierno Regional de Lambayeque.

### 7.3.1.3. CAPACIDAD:

Información restringida.

### 7.3.1.4. PRODUCTIVIDAD:

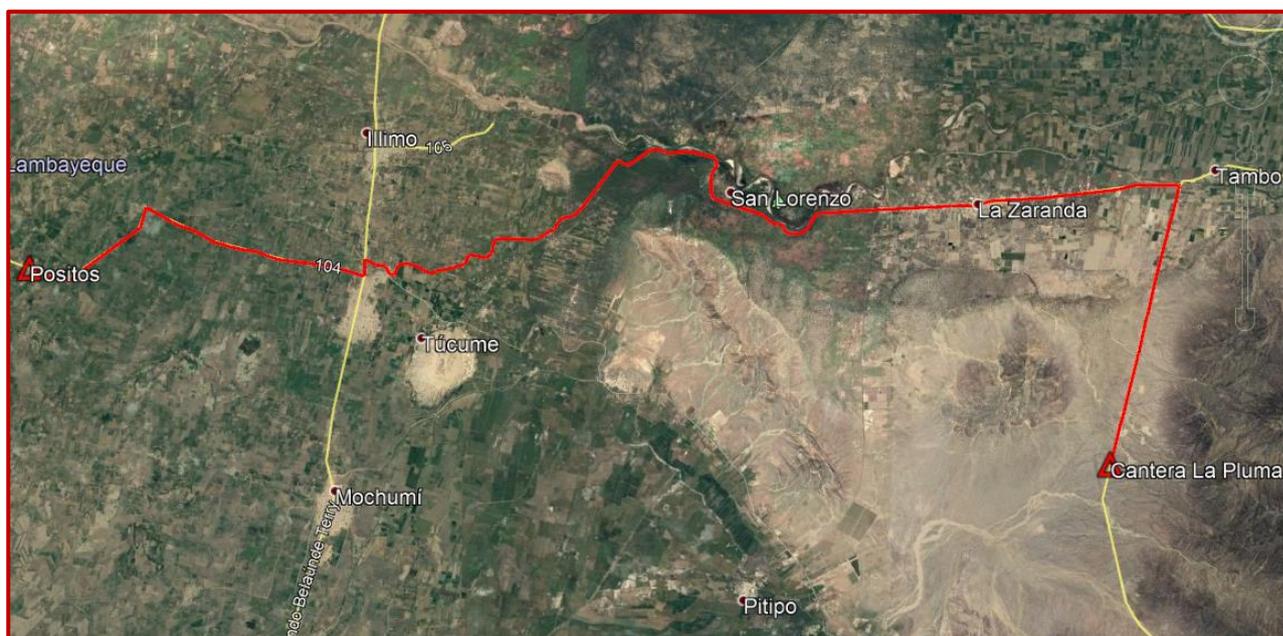
Información restringida.

### 7.3.1.5. EMPLEO:

Carpeta Asfáltica, Base, Sub-Base Granular y Piedra para concreto.

### 7.3.1.6. ACCESIBILIDAD

**Figura 17:** Acceso a la cantera La Pluma



Desde Positos (inicio del proyecto) se recorre 8.64 km hasta el Puente El Pavo Carretera Distrital LA 105 superficie de rodadura asfáltica, se continua un tramo de 0.37 km de la Carretera Departamental Fernando Belaunde Terry para luego ingresar hacia la ruta para llegar a San Lorenzo con una longitud de 8.50 km a nivel de afirmado de estado regular, se continua el recorrido hacia La Zaranda con una longitud de 8.70 km a nivel de afirmado de estado regular, desde La Zaranda hasta la área de explotación hay una

longitud de 11.2 km a nivel de Carpeta Asfáltica y desde la Pluma hasta la área de explotación 1km de distancia a nivel de afirmado de regular estado.

#### **7.3.1.7. VALORACIÓN**

La cantera La Pluma obedece los parámetros que se exige para los materiales, ya que se utilizó en diferentes obras en la región Lambayeque. El ingreso a dicho recinto es restringido por ser un ente reservado.

#### **7.3.1.8. PROCESAMIENTO**

Se adquiere directamente en la cantera.

### **7.3.2. CANTERA TRES TOMAS**

#### **7.3.2.1. UBICACIÓN**

Está ubicado a 45.29 km respecto a la entrada de la obra.

Longitud inicio y final de obra	1.15 km
Longitud Final – Puente el Pavo	8.64 km
Longitud Puente el Pavo – Mochumí	5.10 km
Longitud Mochumí – Ferreñafe	19.80 km
Longitud desde Ferreñafe – Cantera	10.60 km
<b>Distancia global</b>	<b>45.29 km</b>

#### **7.3.2.2. PROPIETARIO**

Los dueños del predio es la Asociación de Trabajadores del Sector 4 de mayo.

#### **7.3.2.3. CAPACIDAD**

Posee una capacidad Útil de 45,472.08 m<sup>3</sup>.

#### **7.3.2.4. PRODUCTIVIDAD**

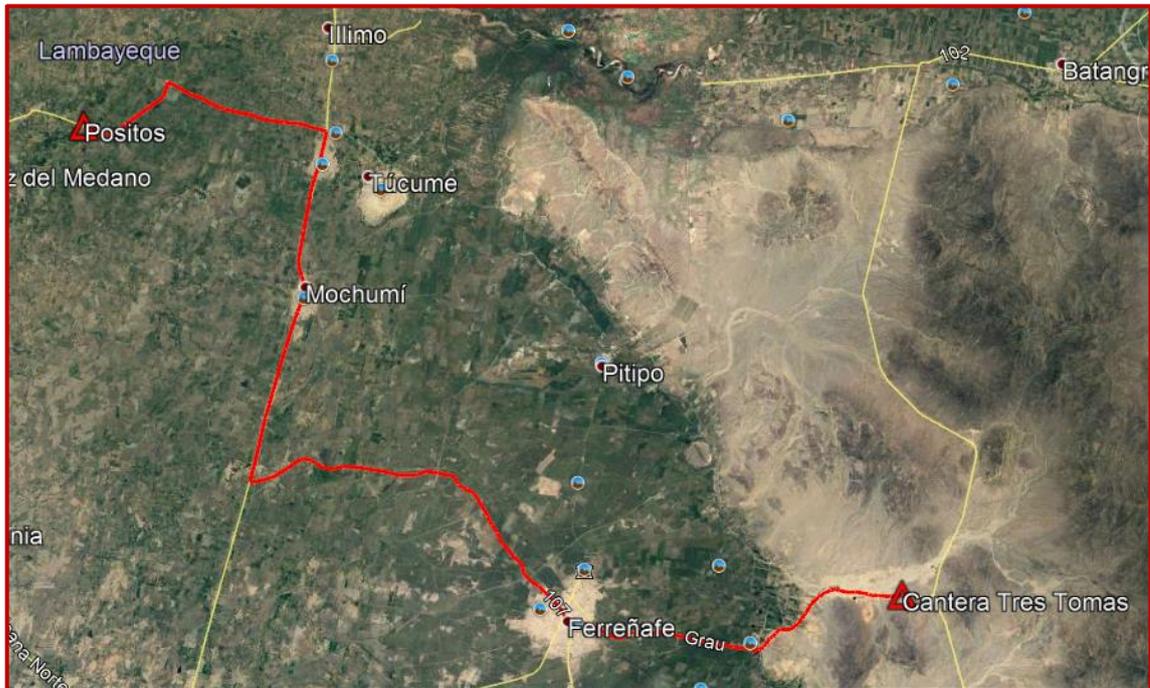
Posee una productividad Rendimiento aproximado de 90.3% para Subbase, 77.3% para Base, 100% Material de Relleno y 51% para Material de Concreto.

### 7.3.2.5. EMPLEO

Base, subbase, agregado grueso y material de relleno.

### 7.3.2.6. ACCESIBILIDAD

**Figura 18:** Acceso a la cantera Tres Tomas



Desde Positos (Inicio del Proyecto), se recorre 8.64 km hasta el Puente El Pavo. Carretera Distrital LA 105 superficie de rodadura asfáltica, se continua un tramo de 5.10 km hasta la Ciudad de Mochumí a nivel de carpeta asfáltica, desde la Ciudad de Mochumí hasta el cruce con la carretera LA 107 hay una distancia de 6.51 km a nivel de carpeta asfáltica, desde el cruce hasta la Ciudad de Ferreñafe hay una distancia de 13.29 km a nivel de afirmado en estado conservado. A partir de Ferreñafe se llega al cruce con el canal Taymi recorriendo 6.50 km de carpeta asfáltica y 4.1 km hasta el área de exploración.

### 7.3.2.7. EVALUACIÓN

Bajo el sistema AASHTO los suelos en esta cantera se identificaron como A – 1- a (0). Siendo Gravas limosas, con entreveros de grava, arena y Limo, arcillas de baja plasticidad determinada con formas de piedra angular y semi-angular.

### 7.3.2.8. PROCESAMIENTO

Para la exploración se tendrá que desechar un estrado de 0.23 m de desbroce. Se utilizará maquinarias para la extracción. El material obtenido pasara por zarandas y lograr la anhelada granulometría. Ésta alcanza un CBR de 87.3 % cumpliendo con las demandas de diseño para base y subbase.

## 7.3.3. CANTERA LA VIÑA

### 7.3.3.1. UBICACIÓN

Está ubicada en el distrito de Jayanca, caserío la Viña a 35.27 Km de la entrada de obra.

Longitud inicio y final de obra	1.15 km
Longitud Final – Puente el Pavo	8.64 km
Longitud Puente el Pavo – Íllimo	3.30 km
Longitud Íllimo – Pacora	5.52 km
Longitud Pacora – Jayanca	4.34 km
Longitud Jayanca – Cantera La viña	12.32 km
<b>Distancia global</b>	<b>35.27 km</b>

### 7.3.3.2. CAPACIDAD

Posee una capacidad útil de 39,098.40 m<sup>3</sup>.

### 7.3.3.3. PRODUCTIVIDAD

Posee una productividad del 96 % para Arena fina de relleno.

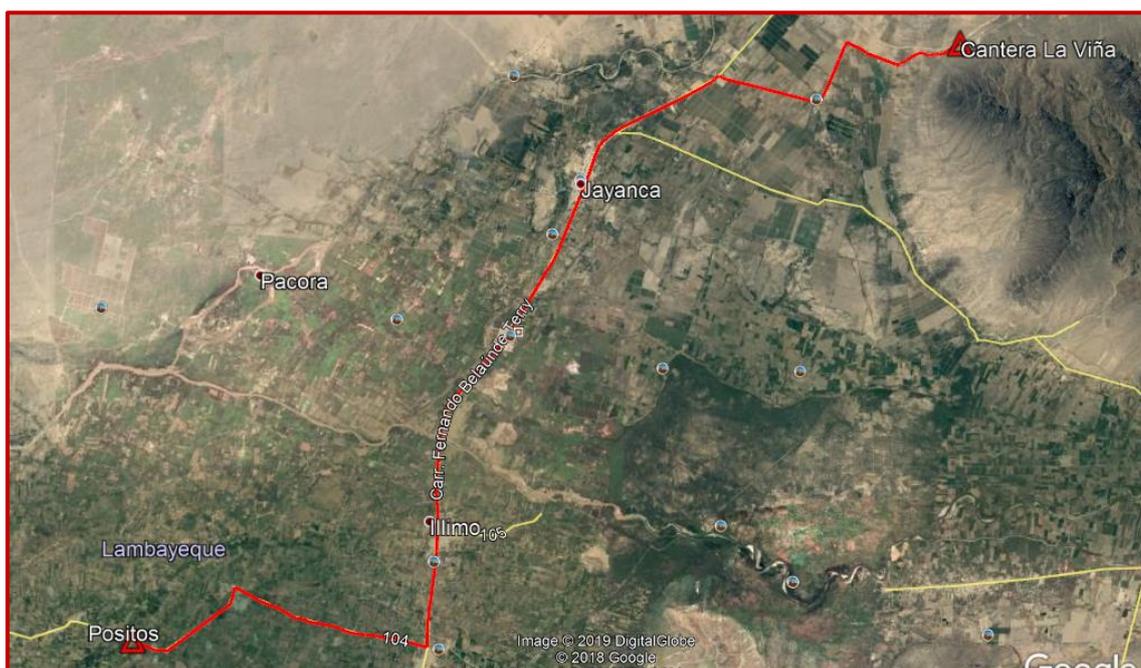
#### 7.3.3.4. EMPLEO

Arena Fina para relleno controlado

#### 7.3.3.5. ACCESIBILIDAD

Desde Positos (inicio de proyecto) hasta Puente el Pavo hay una longitud de 8.64 km a nivel de asfalto en buen estado, de ahí se parte hasta la ciudad de Íllimo con 3.30 km, de Íllimo a Pacora con 5.52 km y de Pacora a Jayanca con 4.34 km toda esta vía a nivel de asfalto en buen estado (Carretera Fernando Belaunde Terry), de Jayanca hasta el cruce para ingresar a la viña hay una longitud de 4.66 km a nivel de asfalto y desde allí hasta la cantera hay 7.66 km trocha carrozable.

**Figura 19:** Acceso a la cantera La Viña



#### 7.3.3.6. EVALUACION

De esta cantera se ha utilizado para ejecución de obras de carreteras en la región Lambayeque, cumpliendo con los estándares establecidos.

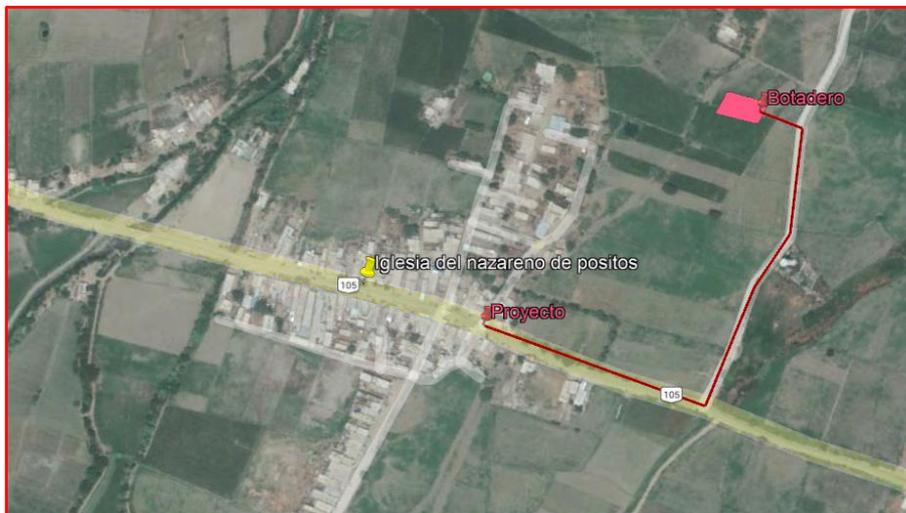
### 7.3.3.7. PROCESAMIENTO

Para la exploración se tendrá que desechar un estrado de 0.10 m para la limpieza de terreno. Se utilizará maquinarias para la extracción. Para adquirir el agregado será directamente en la cantera.

### 7.4. DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE (DME)

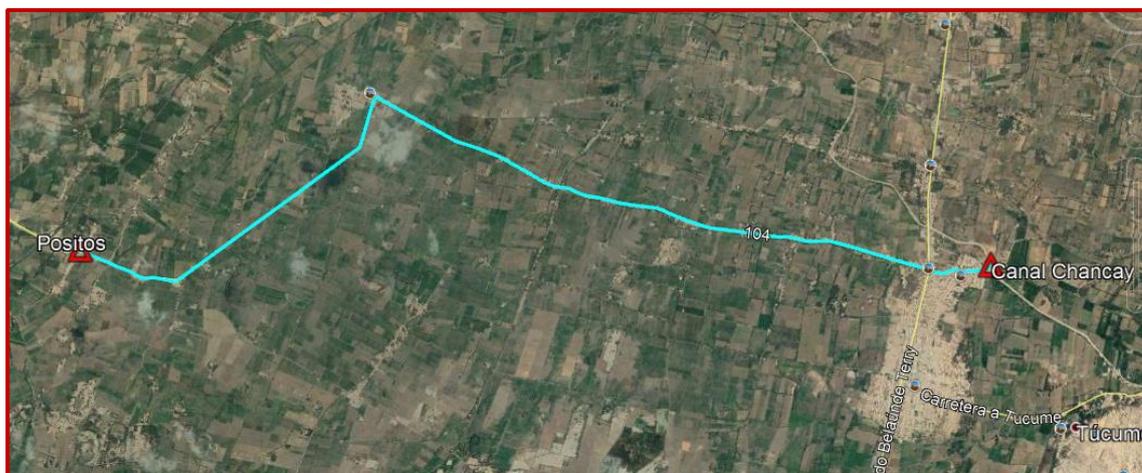
El botadero identificado resulta ser de un ente privado, cuya capacidad es de 8,850 m<sup>3</sup>, ubicado colindante a la carretera departamental LA-105 de la ruta Mórrope – Túcume, con una distancia de 578 m del inicio del proyecto.

**Figura 20:** *Acceso a botadero*



### 7.5. FUENTES DE AGUA

El manantial examinado para el proyecto es el Canal Chancay.

**Figura 21:** *Ubicación de la fuente de agua*

El manantial “Rio Chancay” que se ubica a 9.59 Km del inicio de obra. Se le a efectuado los ensayos mínimos cuyos resultados obtenidos son:

**Tabla 79:** *Fuente de abastecimiento: el canal Chancay*

Muestra:	AGUA DE LA ALCANTARILLA DEL KM 7 + 058	
ENSAYOS	P.P.M.	TOLERANCIA
Cloruros expresados como ion Cl	462	1000 Max.
Sulfatos expresados como ion SO4	623	1000 Max.
Alcalinidad Total	387	1000 Max.
Sales Solubles Totales	285	1500 máx.
Ph	7.3	5.5 a 8
Residuos Sólidos en Suspensión	412	5000 máx.
Materia Orgánica expresado en Oxígeno	0.13	3.0 Máx.

Fuente: Oficina de Control de Calidad del MTC

Se concluye que el manantial si cumple y está permitido su utilización en la ejecución del proyecto.

## 7.6. CONCLUSIONES

- A continuación, se presenta la tabla con el resumen de las características de las canteras analizadas y así poder optar por la mejor alternativa para el proyecto según el tipo de pavimento más conveniente.

**Tabla 80:** Resumen de características de canteras

CANTERA	DISTANCIA km	ESTADO DEL ACCESO	POSIBLES USOS	PROPIETARIOS
LA PLUMA	37.41	Regular	Carpeta Asfáltica, Base, Sub-Base Granular y Piedra para Concreto.	Gobierno Regional de Lambayeque
TRES TOMAS	45.29	Regular	Base, Sub Base Granular y Piedra para Concreto	Asociación de trabajadores Sector 04 de Mayo
LA VIÑA	35.27	Regular	Arena Fina para Relleno	

Fuente: elaboración propia

- Las canteras para aprovechar según la demanda del proyecto serán: Base, subbase y piedra para concreto, la cantera “Tres Tomas”, a 45.29 km de la zona de proyecto.
- La cantera para el aprovechamiento de Arena Fina para concreto y relleno, será “La Viña” a 35.27 km de la zona de proyecto.
- “La Viña” tiene una potencia útil de 39,098.40 m<sup>3</sup> y un rendimiento del 96% para Arena Fina.
- La fuente de agua será utilizada de los canales Chancay a 9.59 Km, respectivamente del tramo de la vía de diseño.
- El manantial para utilizar será del río chancay el cual complace las condiciones mínimas para ser usado.
- El botadero considerado es de propiedad privada, tiene capacidad de 8,850 m<sup>3</sup> y se encuentra a 578 m hasta el inicio del proyecto.

## **CAPITULO VIII. DISEÑO VIAL URBANO**

### **8.1. ASPECTOS GENERALES**

El bosquejo vial urbanístico se encuentra restringida por parámetros urbanísticos y secciones de vía según estén definidas por Cofopri y por la Municipalidad.

Se inicia con el diseño identificando los tipos de vías existentes de acuerdo con ello definir la velocidad de diseño, así mismo comprende el alineamiento horizontal y vertical, visibilidad y establecer una evacuación de aguas pluviales adecuadas, con el fin de obtener un confiable tránsito.

### **8.2. CLASIFICACION DE VIAS**

La organización vial, depende de la función que ésta desempeñe.

#### **8.2.1. VIAS LOCALES**

Es por donde se desplazan vehículos ligeros, y en escasos momentos vehículos semipesados, también se les denomina pasajes y calles.

### **8.3. VELOCIDAD DIRECTRIZ**

Es la máxima rapidez que un vehículo puede transitar con total confianza, de ésta dependen la alineación vertical, horizontal, pendientes máximas, radios mínimos, entre otros.

#### **8.3.1. CRITERIOS PARA ELEGIR LA VELOCIDAD DIRECTRIZ**

Se ha recurrido al Reglamento General de Transito publicado por MTC, donde en el artículo 162, Sección IV. “Velocidades”, del Capítulo II, indica:

Máxima rapidez en zonas urbanas:

En jirones y calles: 40 km/h.

Hospitales: 30 km/h.

#### **8.3.2. ELECCION DE LA VELOCIDAD DIRECTRIZ**

Tomando en cuenta el Reglamento General de Tránsito y su función se obtiene.

**Tabla 81:** *Velocidad directriz asumida*

<b>TIPO DE VIA</b>	<b>NOMBRE DE VIA</b>	<b>VELOCIDAD DIRECTRIZ ASUMIDA (km/h)</b>
VÍAS LOCALES	Todas las calles	40 y 30

Fuente: elaboración propia

#### **8.4. GEOMETRÍA DE LAS VÍAS**

El diseño geométrico en nuestro proyecto está restringido dominios y criterios de urbanización urbanísticos a cargo de la Municipalidad Distrital y COFOPRI, para ello se priorizo el ancho de calzada, ancho de vereda y jardines.

##### **8.4.1. ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

En el proyecto el eje de alineamiento horizontal se ha tratado hacer coincidir en lo posible con el eje simetría, aunque en algunos tramos no se logró coincidir, obteniendo radios de curvatura sin elementos de transición espiral en las calles curvas.

##### **8.4.2. ALINEAMIENTO VERTICAL**

###### **8.4.2.1. ELEMENTOS EN TANGENTE**

Para el alineamiento vertical se tomó en cuenta los niveles de viviendas, buzones, nivel de terreno natural y respetando las pendientes mínimas para un buen drenaje.

Los valores de la pendiente longitudinal para calzadas, permitirá un drenaje del pavimento seguro y aceptable. La OS.060 señala la pendiente longitudinal del drenaje para la zona costa es  $St \geq 0.5\%$ . Ésta pendiente será mantenida en la zona de nuestro proyecto y en excepciones se tomará en valor mínimo absoluto de 0.35% para el caso de pavimento con sardineles.

###### **8.4.2.2. ELEMENTOS EN CURVA**

Si la velocidad directriz resulta menor a 50km/h, la curva vertical diseñada será la resta de inclinación mayor a 1%, en caso contrario es decir una velocidad mayor a 50 km/h la curva vertical será una inclinación superior a 0.5%.

## LONGITUD DE CURVA VERTICAL

Es el resultado de la resta algebraica de la inclinación de pendientes, se presentará las siguientes tablas del valor K tanto para curvas convexas y curvas cóncavas, para su determinación.

**Tabla 82:** Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa

Velocidad Directriz km/h	Longitud controlada por visibilidad de frenado		Longitud controlada por visibilidad de adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado en m	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento en m	Índice de curvatura K
20	20	0.6	---	---
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195

**Tabla 83:** Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava

Velocidad Directriz km/h	Distancia de visibilidad de frenado en m	Índice de curvatura K
20	20	2.1
30	35	5.1
40	50	8.5
50	65	12.2
60	85	17.3

La longitud vertical deberá cumplir:  $V \leq L$ , donde:

L: longitud de curva vertical en m.

V: velocidad directriz en kph.

### 8.4.3. SECCION TRANSVERSAL

En nuestro proyecto el tipo de vía son las Vías Locales es por ello se tomó en cuenta la normativa GH. 020, donde recomienda diseñar de acuerdo con el tipo de habilitaciones urbanas. Además, las secciones transversales quedan definidas y adaptadas a las dimensiones disponibles.

**Tabla 84:** Sección transversal según tipo de habilitación

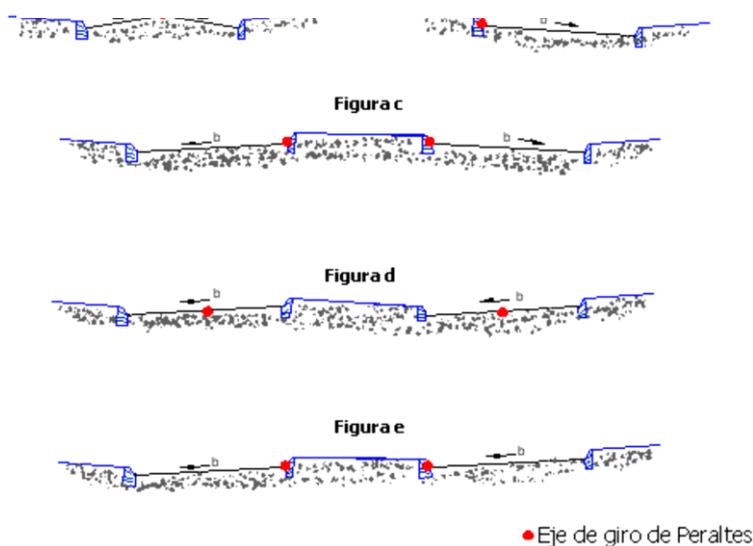
	TIPO DE HABILITACIÓN			USOS ESPECIALES
	VIVIENDA	COMERCIAL	INDUSTRIAL	
<b>VÍAS LOCALES PRINCIPALES</b>				
Aceras o veredas	1.80-2.40-3.00	3.00	2.40-3.00	3.00
Estacionamientos	2.20-3.00	3.00	3.00	3.00-3.60
Calzada o pistas	3.00-3.30-3.60	3.30-3.60	3.60	3.30-3.60
<b>VÍAS LOCALES SECUNDARIAS</b>				
Aceras o veredas	0.60-1.20	2.40	1.80	1.80-2.40
Estacionamiento	1.80	5.40	3.00	2.20-5.40
Calzada o pistas	2.70	3.00	3.60	3.00

Fuente: GH.020 del RNE

### 8.4.3.1. PERALTE

El peralte o pendiente transversal, es un ángulo conveniente contrario a la fuerza centrífuga. La norma establece que el peralte máximo en los tramos de cruce de áreas urbanas será de 6% y el 4% para vías locales.

**Figura 22: Detalles de peraltes**



#### Puntos críticos de transición de peralte.

	CL	
FS	2.3%	2.3%
RC	2%	2%
LC	2%	0%
NC	2%	-2%

Donde:

FS: “Full super” peralte total

RC: “Reverse Crown” corona reversa (los dos carriles tienen peralte igual al bombeo en un solo sentido).

LC: “Level Crown” Corona a nivel (un carril tiene pendiente transversal cero).

NC: “Normal Crown” Corona normal (Los carriles tienen bombeo en su respectivo sentido).

#### 8.4.3.2. BOMBEO

Es la inclinación transversal en partes rectas, el cual ayuda evacuar el agua pluvial.

**Tabla 85:** *Bombeo según ancho mínimo de carril*

ANCHO MINIMO DE CARRIL EN PISTA	BOMBEO %	
	PRECIPITACION <500 mm/año	PRECIPITACION >500 mm/año
NORMAL (m)		
Pavimento superior	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5 (1)	2.5 – 3.0
Afirmado	3.0 – 3.5 (1)	3.0 – 4.9

(1) en climas definitivamente desérticos se puede rebajar los bombeos hasta un min de 1.0% para pavimentos superiores y 2% para el resto.

El bombeo en toda la plataforma en tramos en tangente es de 2%.

#### 8.4.3.3. ANCHO DE CALZADA

La extensión de la vía será la suficiente para el tránsito vehicular.

**Tabla 86:** *Ancho de calzada según calles*

NOMBRE DE CALLE	ANCHO DE CALZADA (m)	Nº DE CARRILES
Calle 1	3.35 – 7.00	1 y 2
Calle 2	7.00	2
Calle 3	4.15	2

Calle 4	7.00	2
Calle 5	5.00	2
Calle 6	3.5	1
Calle S/N	5.00	2
Avenida 1a	3.5	1
Avenida 1b	5.00	2
Calle San Pedro	4.50 – 5.00	2

Fuente: elaboración propia

En el caso de pasajes peatonales el ancho de calzada será de 0.84 m – 5.00m.

#### 8.4.3.4. ANCHO DE VEREDA

Las aceras son específicamente para el tránsito peatonal siendo éstas elevadas con respecto al nivel de calzada. Está comprendida entre el sardinel y el dominio. En el proyecto fluctúa un ancho de vereda entre 0.60m y 1.50 m.

#### 8.4.3.5. ANCHO DE JARDÍN

El ancho de jardín se ajusta a la calzada y vereda de ancho mínimo variando sus dimensiones.

### 8.5. INTERSECCION DE VIAS

En el proyecto son vías locales, se trata de intersecciones a nivel. Las intersecciones fueron diseñadas con el software AutoCad Civil 3D 2020, manteniendo el bombeo de la sección.

### 8.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Tomando en cuenta el Reglamento General de Tránsito y según la disposición de vías se eligió la rapidez directriz.

**Tabla 87:** rapidez directriz según tipo de vía

TIPO DE VIA	NOMBRE DE VIA	VELOCIDAD DIRECTRIZ ASUMIDA (km/h)
VÍAS LOCALES	Todas las calles	40 y 30

Fuente: elaboración propia

- Los parámetros de diseño geométrico en vías son:

**Tabla 88:** *Parámetros de diseño asumidos*

<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b>	<b>VALOR ASUMIDO</b>
Radio mínimo *	16 m
Radio máximo *	32 m
Pendiente longitudinal mínima	0.5%
Pendientes longitudinales mínima excepcional	0.35%
Peralte máximo	4.0%
Bombeo	2.0%
Ancho de calzada	3.35 – 7.00
Ancho de vereda	0.60m – 1.50m

\*Restringidos por los límites de propiedad y parámetros urbanísticos.

## **CAPÍTULO IX. SEÑALIZACIÓN VIAL URBANA**

### **9.1. ASPECTOS GENERALES**

El objetivo de una señalización vial urbana es aportar en la inspección y organización de la zona del proyecto.

### **9.2. SEÑALIZACION VERTICAL**

Son estructuras implantados al lado de la vía, con el objeto de prever a los ciudadanos ya sea con símbolos o palabras.

#### **9.2.1. SEÑALES REGULADORAS O DE REGLAMENTACION**

Son las que informan alguna restricción.

##### **Señales de Restricción**

Se usan para restringir o limitar el tránsito vehicular debido a las características de las pistas. Se utilizará la SEÑAL DE LA MÁXIMA RAPIDEZ APROBADA.

#### **9.2.2. SEÑALES PREVENTIVAS**

Son las que tienen por finalidad avisar antes de. Siendo las señales reguladoras o reglamentarias para utilizar en nuestro proyecto son:

##### **Señales preventivas por características operativas de la vía**

La señal para utilizar será (P – 49) SEÑAL ZONA ESCOLAR.

### **9.3. SEÑALIZACION HORIZONTAL**

Las rubricas horizontales constituyen símbolos, líneas, letras y flechas, empleadas sobre las pistas u otras estructuras del pavimento. El empleo de colores se detalla a continuación:

- **blanco:** se usa para distinguir el sentido del tránsito, flechas direccionales, letras, espacios de estacionamiento permitido.
- **amarillo:** se emplea para tráfico en sentidos opuestos, bordes y prohibiciones.

Se clasifican:

1. **Líneas de pare:** Es una línea constante solida de coloración blanca de ancho 0.50 m en todos los carriles de circulación.
2. **Líneas de cruce peatonal:** son rectas paralelas continuas, son de color blanco con un ancho que oscila entre 0.30 a 0.50 m y de largo como mínimo 2.00 m, cuya separación entre líneas es de 0.60 m a 1.00 m. Estas deben estar precedidas por la línea de pare la cual estará ubicada a una distancia mínima de 1.00 m.

#### **9.4. NORMAS Y MEDIDAD DE SEGURIDAD DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA**

Son las que se tomaron en cuenta para minimizar y evitar accidentes de tránsito velando la seguridad vial de los usuarios.

- Durante la ejecución de obra la señalización será temporal y perdurará según el plazo proyectado.
- La señalización y demás dispositivos tendrán mensajes precisos.
- Los postes, tranqueras o soportes deberán ser debidamente construidos, en caso de estar en mal estado deberán ser reparados, y resplandecientes en horas de la noche para incrementar la visibilidad.
- Los cilindros a utilizar serán pintados de color naranja y blanco deben contar con material retro reflectante y durante la noche deben ser reforzados.
- Es indispensable el uso de tranqueras y personal señalero para prevenir a los usuarios de la vía sobre las proximidades de la obra.

## **CAPITULO X. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE**

### **10.1. ASPECTOS GENERALES**

El estudio hidrológico es útil e importante ya que permite cuantificar los caudales máximos de escurrimiento, en función a un determinado tiempo de retorno. El estudio de drenaje pluvial urbano es de mucha importancia para el diseño de una obra vial (pavimento), los cálculos permiten definir con precisión las alturas de protección en veredas y la revisión del funcionamiento de rasantes que se proponen en un proyecto geométrico, con la finalidad de observar si las pendientes asumidas son suficientes para permitir que el agua de lluvia pueda circular.

El proyecto en estudio actualmente se encuentra con lotes construidos casi en su totalidad y no existen calles pavimentadas, sólo cuentan con obras de saneamiento.

Para la información pluviométrica se utilizará la Estación Climatológica Ordinaria de Lambayeque.

### **10.2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO**

El desarrollo de la hidrología del presente estudio abarca al contexto físico – geográfico, climatológico e hidrográfico.

#### **10.2.1. UBICACIÓN**

El Centro Poblado Positos, pertenece al Distrito de Mórrope, Provincia Lambayeque, Departamento Lambayeque. Son áreas contiguas a la carretera departamental LA-105. Componen un total de 6 Ha, se encuentra situada en la parte sur de Lambayeque a 43.8km del parque principal de la provincia de Chiclayo.

#### **COORDENADAS UTM:**

La delimitación del área de proyecto (puntos extremos) en coordenadas UTM WGS84 17M SUR es:

618778 – 618509m E

9281504 – 9281601m S

**10.2.2. METEOROLOGIA**

Los parámetros importantes en la zona del proyecto son:

**10.2.2.1. CLIMA**

Se determina por ser una zona muy seca, el clima es del tipo desértico subtropical, las lluvias se presentan en época de verano apareciendo el Fenómeno “El niño”, con poca presencia de truenos y relámpagos.

**10.2.2.2. TEMPERATURA**

En Mórrope, el verano dura poco 5 meses aproximadamente, llega a temperaturas que oscila entre los 16°C y 32°C, siendo el mes más caluroso febrero y la temporada fresca dura lo que resta del año cuyas temperaturas oscilan entre los 14°C y 24° C siendo parcialmente nublados.

**10.2.2.3. PRECIPITACIONES**

La época de lluvia dura 1,5 meses, desde el 4 de febrero al 19 de marzo, siendo la intensidad de lluvia de 13 milímetros, incrementándose a 15 milímetros el mes de febrero. El resto del año se pasa sin presencia de lluvia desde marzo hasta febrero del año siguiente.

**Tabla 89:** *Información de la estación pluviométrica Lambayeque*

ESTACIÓN	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PROVINCIA	ENTIDAD OPERANTE
LAMBAYEQUE	6°44'3.75"	79°54'35.4"	18 msnm	LAMBAYEQUE	SENAMHI

Fuente: SENAMHI

**10.3. HIDROLOGÍA**

El estudio hidrológico es útil e importante ya que permite cuantificar los caudales máximos de escurrimiento, en función a un determinado tiempo de retorno, los cálculos permiten definir con precisión las alturas de protección en veredas y la revisión del funcionamiento de rasantes que se proponen en un proyecto geométrico,

con la finalidad de observar si las pendientes asumida son suficientes para permitir que el agua de lluvia pueda circular, y estar preparados en eventos extraordinarios de precipitaciones pluviales que afecten la zona del proyecto.

### **10.3.1. MÉTODO PARA ESTIMAR EL CAUDAL DE ESCURRIMIENTO**

Para determinar el caudal de escurrimiento es necesario delimitar el área de escurrimiento (A), definir coeficiente de escurrimiento instantáneo (C), calcular el tiempo de concentración (tc), seleccionar el tiempo de retorno (Tr), determinar la intensidad de lluvia (I) y calcular el gasto máximo (Q), tomando en cuenta lo que establece en la Norma Os-060 para su cálculo.

El proyecto comprende un área de 0.06 km<sup>2</sup>, por lo tanto, se utilizará el Método Racional.

### **10.3.2. MÉTODO RACIONAL**

El método racional, consiste en el cálculo del máximo caudal ocasionado por lluvias. El caudal se expresa por la siguiente formula:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

#### **10.3.2.1. PERIODO DE RETORNO (T<sub>R</sub>)**

Es una representación estadística estimando la probabilidad de ocurrencia de un evento en un periodo determinado, realizando el estudio a partir de precipitaciones máximas registradas cada 24 horas. El periodo de retorno asumido para el diseño de drenaje es de 10 años.

#### **10.3.2.2. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA**

Es importante definir, las áreas de aporte diferenciando vías, calles, pasajes, veredas y áreas verdes; según el tipo de material de superficie (concreto, asfalto, prefabricado,

tierras); el coeficiente varía según dichas características. Siendo el valor del coeficiente igual a 0.83.

### 10.3.2.3. INTENSIDAD DE LLUVIA DE DISEÑO

La intensidad de lluvia es determinada por la curva intensidad – duración – frecuencia.

Para el cual se tendrá que seguir el siguiente procedimiento:

- Uso de las máximas precipitaciones en 24 horas información brindada por SENAMHI.
- Desarrollo de las diferentes distribuciones de frecuencia.
- Proceso para determinar duración regresiva de 10, 20, 50, 100 y 200 años.
- Utilización de la guía de Fredrich Bell para precipitaciones menores a 24 horas.
- Elaboración de la curva Intensidad – Duración – Frecuencia.

#### 10.3.2.3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS HIDROLÓGICOS

Para el estudio se usará:

Distribución Gumbel

Distribución Normal

Distribución Log Normal 2 parámetros.

#### ▪ Distribución Gumbel

Función acumulada reducida “Gumbel” es:  $F(Y) = \frac{1}{\alpha} * e^{-e^{-y}}$

Variable aleatoria reducida “Gumbel” es:  $Y = \frac{X-\mu}{\alpha}$

Varianza de la distribución Gumbel:  $\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 0.78 * S$

Media de la distribución Gumbel:  $\mu = \bar{X} - 0.45 * S$

#### ▪ Distribución Normal

Se define:

$$F(Z) = \frac{1}{S * \sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{Z^2}{2}}$$

Sabiendo:

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

#### ▪ Distribución Log Normal 2 parámetros

La densidad se expresa como:

$$Y = \ln X$$

La función de distribución de “Y” es:

$$F(Z) = \frac{1}{Gy * \sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{1}{2} * (Z)^2}$$

Donde:

$$Z = \frac{Y - \mu_y}{Gy}$$

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$Gy^2 = \ln(1 + Cv^2)$$

$$\mu_y = \frac{1}{2} * \ln\left(\frac{\bar{X}^2}{1 + Cv^2}\right)$$

#### ***10.3.2.3.2. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE SMIRNOV-***

##### ***KOLMOGOROV***

Es la comparación entre los datos de muestra y la probabilidad teórica:

$$\Delta = \max|F(X) - P(X)|$$

El valor crítico del estadístico Smirnov – Kolmogorov “Δ”, para varios valores de “N” y niveles de significancia “α”. Para el caso de nuestro estudio, se cuenta con

registros de 20 años, con un nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , por tanto, el valor  $\Delta_{CRITICO}=0.29$ .

**Tabla 90:**  $\Delta_{CRITICO}$  prueba Smirnov - Kolmogorov

TAMAÑO DE LA MUESTRA	NIVEL DE SIGNIFICANCIA $\alpha$			
	0.20	0.10	0.05	0.01
20	0.23	0.26	0.29	0.36
N > 30	$1.07/\sqrt{N}$	$1.22/\sqrt{N}$	$1.36/\sqrt{N}$	$1.63/\sqrt{N}$

Los resultados del análisis estadístico aplicado por cada método son:

**Tabla 91:** Resultados de análisis estadísticos

PRUEBA ESTADÍSTICA	PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE	
	$\Delta$ MÁXIMO	$\Delta$ CRITICO
Normal	0.177	0.29
Gumbel	0.1532	0.29
Log. Normal 2 parámetros	0.1005	0.29

Fuente: elaboración propia

Los valores calculados por cada modelo probabilístico cumplen con la condición  $\Delta_{m\acute{a}x.} < \Delta_{cr\acute{i}tico}$ , pero el modelo probabilístico que representa el menor ajuste son los de Log. Normal 2 parámetros.

### 10.3.2.3.3. PRECIPITACION MAXIMA (mm) EN 24 HORAS PARA DIVERSOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN LA DISTRIBUCION LOG.NORMAL

Calculamos la precipitación en 24 horas usando la expresión de la Distribución Log. Normal:

$$P_{Max,24h} = \bar{X} - S * Z$$

Z se obtiene de la siguiente tabla, ingresando el F(Z) e interpolando.

**Tabla 92:** Distribución normal de probabilidades

Z	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359

<b>0.1</b>	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
<b>0.2</b>	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
<b>0.3</b>	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
<b>0.4</b>	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
<b>0.5</b>	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
<b>0.6</b>	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
<b>0.7</b>	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
<b>0.8</b>	0.7881	0.7910	0.7939	0.7957	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
<b>0.9</b>	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
<b>1</b>	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8555	0.8577	0.8599	0.8621
<b>1.1</b>	0.8643	0.8665	0.8696	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
<b>1.2</b>	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
<b>1.3</b>	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
<b>1.4</b>	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
<b>1.5</b>	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
<b>1.6</b>	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
<b>1.7</b>	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
<b>1.8</b>	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
<b>1.9</b>	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
<b>2</b>	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
<b>2.1</b>	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
<b>2.2</b>	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
<b>2.3</b>	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
<b>2.4</b>	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
<b>2.5</b>	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
<b>2.6</b>	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
<b>2.7</b>	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
<b>2.8</b>	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
<b>2.9</b>	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9985
<b>3</b>	0.9987	0.9990	0.9993	0.9995	0.9997	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	1.0000

Resultados:

**Tabla 93:** Resultados de las Precipitaciones según S-K, Gumbel y Log.N.2Par.

PRECIPITACIONES PARA CADA TIEMPO DE RETORNO - ESTACION LAMBAYEQUE						
TR - años	F(Z)=1-1/TR	Z	Y	PRECIPITACION EN 24 H (mm)		
				S-K	GUMBEL	LOG.N.2PAR.
5	0.8000	0.84164	1.49994	27.6471859	18.1511918	19.30486055
10	0.9000	1.28155	2.25037	34.9711019	20.8536025	29.38879851
20	0.9500	1.64485	2.97020	41.0195634	23.0853903	41.58264531
25	0.9600	1.75070	3.19853	42.7818251	23.7356373	46.00747911
50	0.9800	2.05375	3.90194	47.8272043	25.5973034	61.45560153
100	0.9900	2.32630	4.60015	52.3647990	27.2716050	79.73340348

Fuente: elaboración propia

### 10.3.2.3.4. PRECIPITACIÓN (mm) PARA DURACIONES MENORES A

24h

Se usará los siguientes métodos:

- Método basado en los perfiles de lluvia del SCS
- El modelo general de Frederick Bell (1969)

#### MODELO DE FREDERICH BELL (1969)

Este patrón autoriza el cálculo de la máxima lluvia mediante la siguiente expresión:

$$P_t^{T_R} = (0.21 * \ln T_R + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * P_{T_R=10}^{t=60'}$$

#### CONVERSIÓN DE PRECIPITACION (mm) DE HORAS A MINUTOS

Para la conversión de horas a minutos se tiene el valor asumido igual a **0.3862 P<sub>24</sub>**

Por tanto, para el cálculo de  $P_{T_R=10}^{t=60'}$  se usará la siguiente relación:

$$P_{T_R=10 \text{ años}}^{t=60'} = 0.3862 * P_{\text{max 24 horas}}^{T=10 \text{ años}}$$

El resultado por el método Logaritmo normal es 34.9711019 mm.

Reemplazando se tiene:

$$P_{T_R=10 \text{ años}}^{t=60'} = 0.3862 * 34.9711019$$

$$P_{T_R=10 \text{ años}}^{t=60'} = 13.5058396 \text{ mm}$$

#### PRECIPITACION (mm) PARA DURACION EN MIN Y DIVERSOS PERIODOS DE RETORNO

Se calculó las precipitaciones (mm) para una duración en minutos por periodos de retorno.

**Tabla 94:** Precipitación en mm para duración en min por periodo de retorno

PRECIPITACION REAL DE LA ESTACION LAMBAYEQUE							
P=(0.21lnTr +0.52) ((054(t^0.25))-0.50)*Pt=24h							
Dt min	horas	Tr (Años)					
		5	10	20	25	50	100
5		5.093	9.069	14.693	16.919	25.351	36.459
15		9.320	16.596	26.888	30.962	46.393	66.721

30		12.651	22.526	36.496	42.026	62.970	90.563
45		14.884	26.503	42.938	49.445	74.085	106.549
60	1	16.611	29.579	47.922	55.183	82.684	118.915
120	2	21.321	37.965	61.509	70.830	106.128	152.632
240	4	26.922	47.939	77.668	89.436	134.007	192.728
360	6	30.678	54.626	88.502	101.913	152.701	219.613
480	8	33.583	59.799	96.883	111.564	167.162	240.410
600	10	35.985	64.076	103.812	119.543	179.117	257.604
720	12	38.049	67.752	109.768	126.401	189.393	272.383
840	14	39.870	70.993	115.019	132.448	198.453	285.414
1080	18	42.992	76.553	124.027	142.820	213.995	307.765
1440	24	46.816	83.361	135.057	155.522	233.027	335.136

Fuente: elaboración propia

### C.5. INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h)

Con la siguiente expresión se transforma a intensidad de lluvia, el valor de la máxima precipitación de lluvia.

$$I = \frac{60 * P_D^T}{D}$$

**Tabla 95:** *Intensidad de lluvia en mm/h para duraciones en minutos*

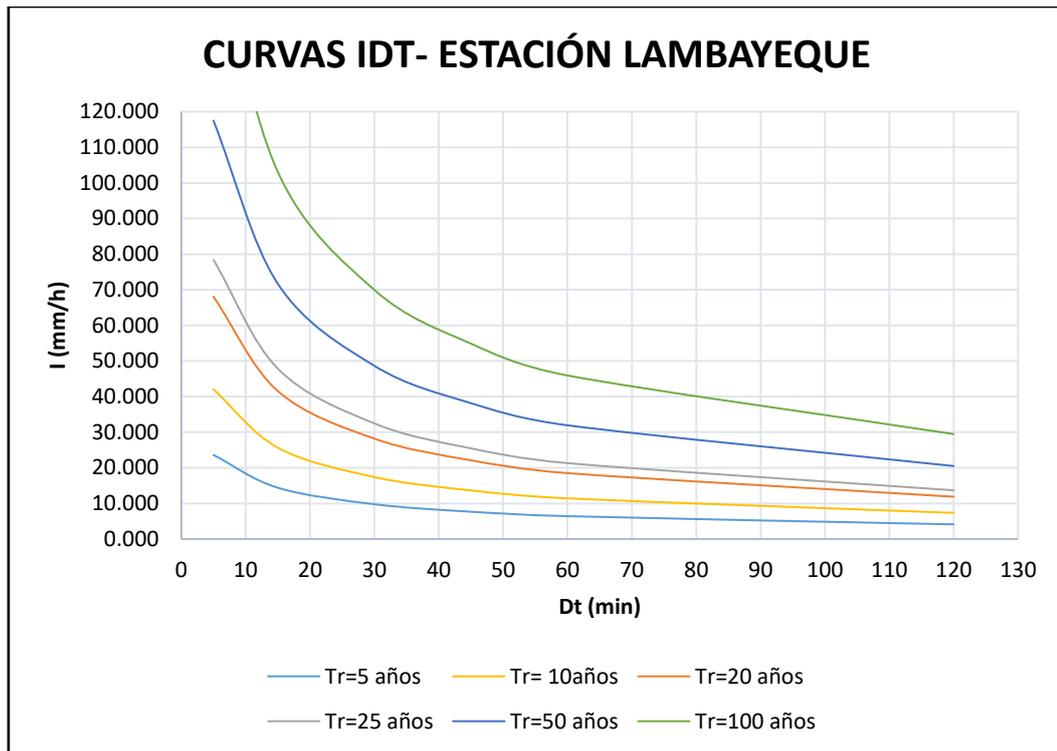
PRECIPITACION REAL DE LA ESTACION LAMBAYEQUE EN 1HORA							
Dt		Ir=P*60/t (mm/h)					
min	horas	Tr (Años)					
		5	10	20	25	50	100
5		23.603	42.028	68.092	78.410	117.485	168.966
15		14.398	25.638	41.537	47.831	71.667	103.071
30		9.771	17.399	28.189	32.461	48.638	69.951
45		7.664	13.647	22.110	25.461	38.149	54.865
60	1	6.415	11.423	18.507	21.312	31.932	45.925
120	2	4.117	7.331	11.877	13.677	20.493	29.473
240	4	2.599	4.628	7.499	8.635	12.938	18.608
360	6	1.975	3.516	5.697	6.560	9.829	14.136
480	8	1.621	2.887	4.677	5.386	8.070	11.606
600	10	1.390	2.475	4.009	4.617	6.918	9.949
720	12	1.225	2.180	3.533	4.068	6.095	8.766
840	14	1.100	1.958	3.173	3.654	5.474	7.873
1080	18	0.922	1.642	2.661	3.064	4.591	6.603
1440	24	0.753	1.341	2.173	2.503	3.750	5.393

Fuente: elaboración propia

### C.6. CURVAS INTENSIDAD – DURACION – FRECUENCIA

La curva I-D-T son la representación en cada curva de una intensidad de lluvia para una

**Figura 23:** *Curvas intensidad – duración – frecuencia*



#### 10.3.2.4. TIEMPO DE DURACIÓN O CONCENTRACIÓN

Se determina con la siguiente expresión según Kirpich (M. Villón):

$$T_c = \left( 0.871 * \frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \approx 0.0195 * \left[ \frac{L^3}{H} \right]^{0.385}$$

Cuyo resultado no debe ser menor a 10 minutos.

#### 10.3.2.5. ÁREA DE DRENAJE

Sera calculado las áreas y subáreas de evacuación que ayudan al sistema de drenaje.

#### 10.3.3. CAUDAL DE ESCURRIMIENTO

El gasto de escurrimiento será calculado, considerando los siguientes valores:

**Tabla 96:** Cálculo de caudal de escurrimiento

CAUDAL Nº	APORTE DE ÁREAS		Coef. C	I mm/h	Q=C*0.278*C*I*A + %q			Distribución de Caudales
	Ap. Viviendas, Pista y Vereda (m2)	TOTAL (Km2)			0.278*C*I*A (m3/s)	%q (m3/s)	Total (m3/s)	
q1	323.48	0.0003	0.83	26.18	0.001954069	0.00000	0.0020	q1
q2	1467.68	0.0015	0.83	26.18	0.008865922	0.00933	0.0182	q <sup>2</sup> + q1 + q7

q3	3118.91	0.0031	0.83	26.18	0.018840628	0.02829	0.0471	q'3 + q2 + q12
q4	529.66	0.0005	0.83	26.18	0.003199556	0.04713	0.0503	q'4 + q3
q5	229.18	0.0002	0.83	26.18	0.001384424	0.05033	0.0517	q'5 + q4
q6	932.78	0.0009	0.83	26.18	0.005634712	0.00382	0.0095	q'6 + 66.6% q8
q7	904.54	0.0009	0.83	26.18	0.005464121	0.00192	0.0074	q'7 + 33.4 %q8
q8	949.96	0.0009	0.83	26.18	0.005738493	0.00000	0.0057	q'8
q9	781.27	0.0008	0.83	26.18	0.004719475	0.00000	0.0047	q'9
q10	1216.17	0.0012	0.83	26.18	0.007346607	0.00000	0.0073	q'10
q11	1804.97	0.0018	0.83	26.18	0.010903414	0.01207	0.0230	q'11 + q9 + q10
q12	1670.71	0.0017	0.83	26.18	0.01009238	0.00000	0.0101	q'12
q13	3264.97	0.0033	0.83	26.18	0.019722943	0.02297	0.0427	q'13 + q11
q14	1414.33	0.0014	0.83	26.18	0.008543647	0.06929	0.0778	q'14 + q5 + q17
q15	271	0.0003	0.83	26.18	0.00163705	0.00000	0.0016	q'15
q16	638.95	0.0006	0.83	26.18	0.003859752	0.00164	0.0055	q'16 + q15
q17	160.5	0.0002	0.83	26.18	0.000969544	0.01660	0.0176	q'17 + 66.6%q22
q18	416.73	0.0004	0.83	26.18	0.002517371	0.00833	0.0108	q'18 + 33.4%q22
q19	478.84	0.0005	0.83	26.18	0.002892564	0.01084	0.0137	q'19 + q18
q20	1136.35	0.0011	0.83	26.18	0.006864433	0.02807	0.0349	q20' + q19 + q21
q21	452.57	0.0005	0.83	26.18	0.002733873	0.01160	0.0143	q21' + 33.4%q23
q22	298.13	0.0003	0.83	26.18	0.001800936	0.02313	0.0249	q22' + 66.6%q23
q23	255.93	0.0003	0.83	26.18	0.001546015	0.03318	0.0347	q23' + q24 + q25
q24	659.31	0.0007	0.83	26.18	0.003982742	0.00000	0.0040	q24'
q25	3882.67	0.0039	0.83	26.18	0.023454329	0.00574	0.0292	q25' + q26
q26	950.31	0.001	0.83	26.18	0.005740607	0.00000	0.0057	q26'
q27	755.17	0.0008	0.83	26.18	0.004561811	0.04097	0.0455	q27' + q41
q28	812.68	0.0008	0.83	26.18	0.004909216	0.04554	0.0504	q28' + q27
q29	5999.67	0.006	0.83	26.18	0.036242646	0.03360	0.0698	q29' + 66.6%q28
q30	290.28	0.0003	0.83	26.18	0.001753516	0.03386	0.0356	q30' + q31
q31	538.65	0.0005	0.83	26.18	0.003253862	0.03061	0.0339	q31' + q32
q32	549.73	0.0005	0.83	26.18	0.003320794	0.02729	0.0306	q32' + 66.6%q41
q33	800.61	0.0008	0.83	26.18	0.004836303	0.00000	0.0048	q33'
q34	352.35	0.0004	0.83	26.18	0.002128466	0.00484	0.0070	q34' + q33
q35	468.68	0.0005	0.83	26.18	0.00283119	0.01685	0.0197	q35' + 33.4%q28
q36	598.37	0.0006	0.83	26.18	0.003614617	0.00000	0.0036	q36'
q37	265.35	0.0003	0.83	26.18	0.001602919	0.01645	0.0181	q37' + 66.6%q39
q38	790.35	0.0008	0.83	26.18	0.004774325	0.00825	0.0130	q38' + 33.4%q39
q39	3264.97	0.0033	0.83	26.18	0.019722943	0.00498	0.0247	q39' + q40
q40	824.13	0.0008	0.83	26.18	0.004978382	0.00000	0.0050	q40'
q41	6783.04	0.0068	0.83	26.18	0.040974806	0.00000	0.0410	q41'

Fuente: elaboración propia

#### 10.4. DRENAJE PLUVIAL URBANO

Las obras que se realicen para el diseño pluvial urbano son con el fin de evitar daños en el pavimento, como en edificaciones, así mismo la acumulación de estas provocar contaminación y enfermedades.

Para el diseño de drenaje pluvial urbano se tomará en cuenta:

### 10.4.1. ORIENTACIÓN DEL FLUJO

Inclinaciones recomendadas para zona costera son:

Pendiente longitudinal  $S_l \geq 0.5\%$

Pendiente transversal en la calzada  $S_t \geq 2\%$

### 10.4.2. CAPTACIÓN Y TRANSPORTE DE AGUAS PLUVIALES

Las aguas de la calzada y veredas serán evacuadas mediante cunetas, siendo conducidas hacia zonas más bajas llegando a sumideros.

#### a. Determinación de la capacidad de la cuneta

Para el cálculo de la capacidad de cunetas se toma en cuenta las dimensiones, material, inclinación. La ecuación que se utiliza para determinar el caudal para diferentes geometrías de cunetas es el uso de Manning.

#### b. Evacuación de las aguas de las cunetas – sumideros

Para la evacuación de aguas de cunetas se deberá prever sumideros de acuerdo a la pendiente de las cunetas y condiciones de flujo, existiendo diferentes tipos de sumideros.

##### ▪ Ubicación de sumideros

Se ubicarán en las partes más bajas, mayormente se ubican en las esquinas de cruce de calles, en caso de manzanas de dimensiones grandes se colocarán sumideros intermedios. Se propone seis sumideros conocidos como sumideros de fondo ubicados en el punto más bajo de la calzada por lo que se debería captar el 100% del caudal.

##### ▪ Espaciamiento de los sumideros

En caso exista la necesidad de una instalación de series de sumideros, el espaciamiento mínimo será de 6m,

#### c. Colectores de aguas pluviales

##### ▪ Diámetro mínimo de tuberías

**Tabla 97:** *Diámetro mínimo de tuberías*

<b>Tipo de colector</b>	<b>Diámetro mínimo (m)</b>
Colector Troncal	0.50
Lateral Troncal	0.40*
Conductor Lateral	0.40*

(\*) en instalaciones ubicadas parcial o totalmente bajo la calzada se aumentará en diámetros a 0.50m por lo menos.

Los diámetros máximos dependerán de las tuberías según el material con que se fabrican.

#### ▪ **Diseño hidráulico**

Se utilizarán conductos cerrados haciendo uso de la fórmula de Manning con coeficientes de rugosidad para cada tipo de material.

#### ▪ **Velocidad mínima**

La mínima velocidad para utilizar es de 0.90 m/s.

#### ▪ **Velocidad máxima**

La máxima velocidad debe estar entre los rangos permitidos de tal manera evitar el desgaste del material de transporte.

**Tabla 98:** *Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado*

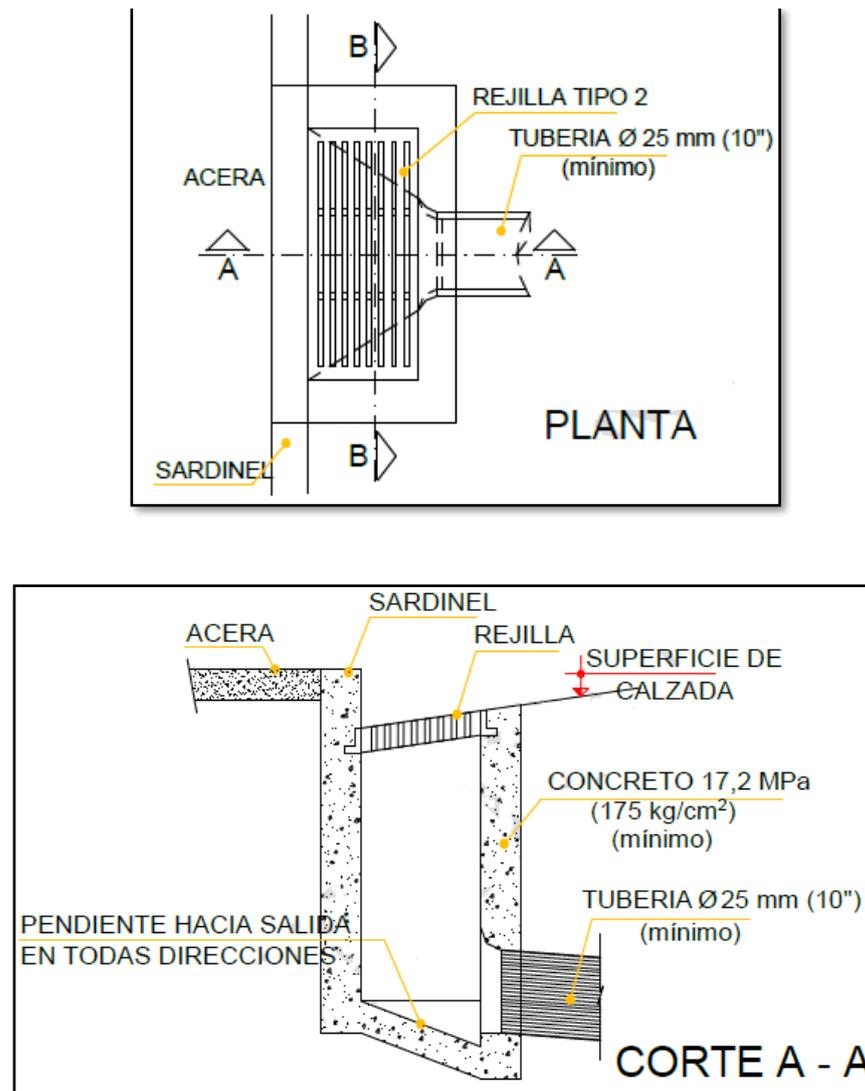
<b>Velocidad máxima para tuberías de alcantarillado (m/s)</b>	
<b>Material de la tubería</b>	<b>Agua con fragmentos de Arena y Grava</b>
Asbesto cemento	3.0
Hierro Fundido Dúctil	3.0
Cloruro de Polivinilo	6.0
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3.0
Arcilla Vitrificada	3.5
Concreto Armado de 140 kg/cm <sup>2</sup>	2.0
210 kg/cm <sup>2</sup>	3.3
250 kg/cm <sup>2</sup>	4.0
280 kg/cm <sup>2</sup>	4.3
315 kg/cm <sup>2</sup>	5.0
Concreto Armado de >280 kg/cm <sup>2</sup> curado al vapor	6.6

Fuente: Norma OS.060: Drenaje Pluvial Urbano

- **Pendiente mínima**

La pendiente mínima tendrá que satisfacer la velocidad mínima de 0.90 m/s fluyendo a tubo lleno.

**Figura 24:** *Detalle de sumidero planta y perfil*



Fuente: Norma OS.060: Drenaje Pluvial Urbano

## CAPITULO XI. IMPACTO AMBIENTAL

### 11.1. GENERALIDADES

El estudio de impacto ambiental es la evaluación de los trabajos que terminan en la ejecución, tomando en cuenta las diferentes fases.

El método utilizado es Battelle – Columbus donde se han identificado los impactos y su valoración.

## **11.2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS: BATTELLE – COLUMBUS**

El método Battelle – Columbus permite plantar:

- **Elaboración de Matriz de Identificación de Impactos:** reside en el análisis de las interacciones posibles del medio y del proyecto.
- **Elaborar Matriz de Caracterización de Impactos:** es la cuantificación de las acciones positivas o negativas del medio ambiente con las partidas a ejecutarse en el proyecto, cuya cuantificación se realiza de acuerdo a los componentes que forman el algoritmo usando la tabla en la que se parametrizan los valores que pueden asignarse a cada uno de ellos.
- **Elaborar Matriz de Importancia de Impactos:** teniendo los resultados después de efectuar el algoritmo, se elabora esta matriz para cada acción identificada con cada factor ambiental impactado.
- **Elaborar Matriz de Valoración de Impactos:** es donde se dispone la Unidad De Importancia Ponderal (UIP), que viene a hacer un índice ponderal atribuido a cada factor, la importancia relativa y su variación porcentual.

## **11.3. APLICACIÓN DEL MÉTODO BATTELLE – COLUMBUS**

Se han elaborado las cuatro matrices para las etapas de planificación, construcción y operación.

### ***11.3.1. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS***

Para iniciar con la matriz de identificación de impactos, se debe determinar las acciones que causen impactos a los factores del medio físico y socioeconómico en cada una de las etapas del proyecto. Así tenemos:

**a) ETAPA DE PLANIFICACION**

- Extracción de muestras de suelo (calicatas).
- Levantamiento topográfico.

**b) ETAPA DE CONSTRUCCION**

- Movilización y desmovilización de equipo.
- Movimiento de tierras.
- Extracción de material de cantera.
- Transporte de material de cantera.
- Demolición de veredas.
- Conformación de pavimento.
- Construcción de obras de drenaje pluvial, veredas y sardineles.
- Señalización.
- Desvío del tráfico.

**c) ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

- Reposición de pavimento afectado.
- Limpieza y mantenimiento de sardineles y jardines.
- Mantenimiento de señalización vertical y horizontal.
- Limpieza general.

***11.3.2. MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS***

Es la matriz que permite cuantificar el impacto generado sea positivo o negativo, la estimación se debe a cada una de las partes que forman el Algoritmo para poder determinar la importancia de impacto.

$$I = \pm[3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

### 11.3.3. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS

El valor de impacto puede tomar números entre 13 y 100, se califica irrelevante si resulta ser menores a 25, moderados si oscila entre 25 y 50, severos si oscilan entre 50 y 75 y críticos si superan a 75.

### 11.3.4. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS

Aquí es donde se hace uso de UIP resulta ser un índice ponderal atribuido a cada factor, la importancia relativa y su variación porcentual.

Aquí se incluye el cálculo de la importancia relativa y la variación porcentual de dicha importancia, mediante las siguientes expresiones:

**$I_r$  = Importancia relativa**

$$I_r = \frac{\sum_{i=1}^n (UIP_i * I_i)}{\sum_{i=1}^n UIP_i}$$

**% = Variación porcentual**

$$\% = \frac{I_r}{\sum I_r} * 100$$

Donde:

$I_i$ : importancia calculada para las acciones por cada factor.

$UIP_i$ : unidad de importancia ponderal atribuido a cada factor.

De los resultados obtenidos al aplicar la Importancia Relativa y el porcentaje de variación porcentual, se logrará afirmar que:

A mayor  **$I_r$**  en columna vertical, determinará la fragilidad del respectivo factor ambiental.

A mayor  **$I_r$**  en la fila (horizontal) respectiva, determinará la agresividad de la correspondiente acción.

#### 11.4. RESULTADOS DE APLICACIÓN DE MATRICES

- De la matriz de importancia se identifican valores  $I < 25$  cuya calificación es de impacto irrelevante y valores  $I$  entre  $25 - 50$  cuya calificación es de impacto moderado sobre los aspectos físicos y socioeconómicos en las etapas de planificación, construcción y operación y mantenimiento.
- De la matriz de valoración de impactos se identificó para el aspecto físicos lo siguiente:
  - La acción de extracción de material de cantera  $I=33$  ocasiona agresividad al factor flora.
  - La acción movilización y desmovilización de equipos  $I=22$  ocasiona agresividad al factor atmosfera.
  - Se presenta la fragilidad del factor Medio Perceptual por la acción Reposición del pavimento con  $I=20$
  - Se presenta la fragilidad del factor Suelo por las acciones exploración de pruebas de suelo (Calicatas) (18), exploración de material de cantera (25), y reposición de pavimento afectado (13).
  - Se presenta la fragilidad Flora por las acciones de Levantamiento topográfico (19), extracción de material de cantera (26) y reposición del pavimento (22).
- De la matriz de valoración de impactos se identificó; para el aspecto Socioeconómico lo siguiente:
  - La acción levantamiento topográfico con  $I=15$  ocasiona agresividad al factor infraestructura.

- El factor humano, economía y población presenta impactos positivos lo que limita la fragilidad.

### **11.5. PLAN DE ADECUACION Y MANEJO AMBIENTAL**

El programa de adecuación y operación ambiental tiene por finalidad la protección del entorno del proyecto el cual podría ser afectado por las diferentes actividades del proyecto mucho más en las fases de construcción y operación del proyecto.

En el proceso de construcción la tranquilidad de los pobladores se verá perturbada tanto por el ruido, polvo entre otros, debido a ello será necesario tomar las siguientes medidas:

- Todos los equipos motorizados y maquinarias deberán utilizar para el proceso constructivo dispositivos de silenciadores en óptimo funcionamiento, así mismo evitar cualquier tipo que generen bulla innecesaria, además los vehículos y maquinas deberán encontrarse en óptimas condiciones de funcionamiento. Los trabajadores expuestos a niveles de ruido deberán utilizar de forma obligatoria protectores auditivos y deberán demarcar claramente las zonas que requieran uso de equipo de protección auditivo.
- Para el polvo provocado por la alteración del suelo, se recomienda ser reducir el impacto humedeciendo las áreas intervenidas, los lugares designados para almacenamiento de material se deberá mantenerlos húmedos evitando la generación de polvo, además los materiales de excavaciones deberán ser trasladados inmediatamente a botaderos.

- Para el transporte de material se deberán cubrir con lona para evitar la dispersión de partículas y caída del material, además no exceder la velocidad de los vehículos tomar en cuenta el uso de señales de advertencia y seguridad.

Se deberá tomar en cuenta las medidas siguientes medidas y evitar en lo posible la contaminación de los suelos:

- Las excavaciones y remoción de suelos se deberán realizar en las áreas estrictamente necesarias, además serán humedecidas, así mismo la materia excedente deberán ser apilados y dispuestos adecuadamente.
- El patio de máquinas se deberán instalar sistemas para el manejo y dispositivos de grasas y aceites, así mismo deberán instalar contenedores o recipientes para tal fin.

Se tomará en cuenta las medidas siguientes y evitar la alteración del paisaje en la zona:

- Se deberán delimitar las áreas de intervención y construcción con el fin de evitar la afectación del paisaje de áreas aledañas, evitar el acopio de material innecesario sino deben ser evacuados a botaderos.
- Se restringirá el tránsito de vehículos dentro y fuera del área destinada a la construcción o colocar señales de prevención tanto fija como móvil.
- Se deberá considerar el uso de cintas de prevención o cercos que minimicen la visualización de las actividades constructivas.
- Se deberán dictar charlas de educación y capacitación ambiental al equipo de trabajo diariamente antes del inicio de actividades de manera oral y mensualmente mientras dure las actividades de construcción.

## **CAPITULO XII. EVALUACION DE ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION**

### **12.1. GENERALIDADES**

Para el uso de pavimento a proyectar se debe cumplir con los requerimientos, propiedades químicas y mecánicas, además del estado medioambientales en la que se encuentra nuestro proyecto, lo que condiciona la calidad del pavimento, el cual es propuesto en la fase de pre-inversión siendo el caso del perfil técnico o estudio de factibilidad. Al ser un estudio de tesis, se proponen alternativas técnicas que satisfacen los requerimientos, el cual será evaluado económicamente en este capítulo.

### **12.2. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO**

El proyecto consiste en la construcción de vías urbanas que incluyen a 7 pasajes peatonales, 8 calles y 2 avenidas, además de veredas, sardineles y zonas verdes con un total de:

Área para pavimentar	:	9,701.26 m <sup>2</sup>
Longitud total de vías	:	2,560.668 m
Área total de veredas	:	3,021.38 m <sup>2</sup>
Longitud de sardinel	:	1,536.698 m
Área total de áreas verdes	:	692.519 m <sup>2</sup>

### **12.3. ALTERNATIVAS DE PAVIMENTACION**

Se desarrolló los tipos de pavimentos en el CAPITULO VIII. DISEÑO VIAL URBANO, los cuales son:

#### ***12.3.1. PAVIMENTO FLEXIBLE***

Se demuestra las características siguientes:

**Tabla 99:** *Características de Pavimento Flexible*

---

**PAVIMENTO FLEXIBLE**

---

CAPA	ESPESOR
CAPA ANTICONTAMINANTE:	
Arena Gruesa $D_{10} \geq 0.03$ mm	0.10 m
SUB-BASE	
Afirmado con CBR $\geq 30\%$	0.15 m
BASE	
Afirmado con CBR $\geq 80\%$	0.15 m
PAVIMENTO	
Concreto Asfáltico en Caliente	0.02 m

Fuente: elaboración propia

### 12.3.2. PAVIMENTO RIGIDO

Se demuestra las características siguientes:

**Tabla 100:** Características de Pavimento Rígido

PAVIMENTO RÍGIDO	
CAPA	ESPESOR
CAPA ANTICONTAMINANTE:	
Arena Gruesa $D_{10} \geq 0.03$ mm	0.10 m
SUB-BASE	
Afirmado con CBR $\geq 30\%$	0.15 m
PAVIMENTO	
Concreto hidráulico, cemento tipo V, $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	0.20 m

Fuente: elaboración propia

### 12.4. COMPARACIÓN ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS

Se calculó el costo directo para cada tipo de pavimento es decir para pavimento flexible y pavimento rígido, siendo evaluado el pavimento rígido tanto con concreto elaborado in situ y concreto premezclado como se presenta en las siguientes tablas, resultando más económico con el costo de concreto premezclado.

#### - PAVIMENTO FLEXIBLE:

**Tabla 101:** Costo directo de Pavimento Flexible

ITEM	DESCRIPCION	PARCIAL S/.
------	-------------	-------------

01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES	83,129.22
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	20,569.86
03	PAVIMENTO	1,280,857.20
04	OBRAS COMPLEMENTARIAS	500,351.86
05	AREAS VERDES	14,127.12
06	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	96,065.98
07	TRANSPORTE	347,382.42
08	PROTECCION AMBIENTAL	10,036.89
<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>2,352,520.55</b>

Fuente: elaboración propia

- **PAVIMENTO RÍGIDO:**

**Tabla 102:** *Costo Directo de Pavimento Rígido*

ITEM	DESCRIPCION	PARCIAL S/.
01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES	83,129.22
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	20,569.86
03	PAVIMENTO	1,314,030.64
04	OBRAS COMPLEMENTARIAS	500,351.86
05	AREAS VERDES	14,127.12
06	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	96,065.98
07	TRANSPORTE	347,382.42
08	PROTECCION AMBIENTAL	10,036.89
<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>2,385,693.99</b>

Fuente: elaboración propia

- **PAVIMENTO RÍGIDO PREMEZCLADO:**

**Tabla 103:** *Costo directo de pavimento rígido premezclado*

ITEM	DESCRIPCION	PARCIAL S/.
01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES	83,129.22
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	20,569.86
03	PAVIMENTO	1,164,415.64
04	OBRAS COMPLEMENTARIAS	500,351.86
05	AREAS VERDES	14,127.12
06	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	96,065.98
07	TRANSPORTE	347,382.42
08	PROTECCION AMBIENTAL	10,036.89
<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>2,236,078.99</b>

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, el costo inicial es menor para pavimento de concreto rígido.

## 12.5. ELECCION DE ALTERNATIVA

Se muestra el resumen de la comparación de las alternativas propuestas.

**Tabla 104:** *Resumen de costo directo de alternativas*

ITEM	DESCRIPCION	PARCIAL S/. POR TIPO DE PAVIMENTO		
		FLEXIBLE	RIGIDO	R.P. MEZCLA.
01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES	83,129.22	83,129.22	83,129.22
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	20,569.86	20,569.86	20,569.86
03	PAVIMENTO	1,314,030.64	1,455,519.55	1,164,415.64
04	OBRAS COMPLEMENTARIAS	500,351.86	500,351.86	500,351.86
05	AREAS VERDES	14,127.12	14,127.12	14,127.12
06	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL	96,065.98	96,065.98	96,065.98
07	TRANSPORTE	347,382.42	347,382.42	347,382.42
08	PROTECCION AMBIENTAL	10,036.89	10,036.89	10,036.89
	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>2,385,693.99</b>	<b>2,527,182.90</b>	<b>2,236,078.99</b>

Fuente: elaboración propia

Se llega a la conclusión que a la alternativa más económica evaluada es el PAVIMENTO RIGIDO CON CONCRETO PREMEZCLADO.

## 12.6. CONCLUSIONES

- PAVIMENTO RIGIDO CON CONCRETO PREMEZCLADO, es la alternativa más asequible.
- El presupuesto total de proyecto es: 3,245,442.82
- El costo por metro cuadrado de pavimento es: s/.334.54/m<sup>2</sup>

## **CAPITULO XIV. ESTUDIO ECONOMICO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA**

### **13.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

#### ***13.1.1. ASPECTOS GENERALES***

El centro Poblado Positos constituye un área de 6 ha. Cuenta con un total de 2 Avenidas 8 calles y 7 pasajes que determinan:

Área para pavimentar	: 9,701.26 m <sup>2</sup>
Longitud total de vías	: 1,536.698 m

##### **a. Ubicación**

El Centro Poblado Positos se encuentra ubicado aledaño a la carretera departamental LA-105 que une los distritos de Mórrope y Túcume. Pertenece al Distrito de Mórrope, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque.

##### **b. Altitud**

Las vías del Centro Poblado Positos se desarrolla en la zona costera, su topografía es plana; su altitud varía entre 36 a 39 m.s.n.m.

#### ***13.1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO***

El objetivo del estudio económico es la realización de costos unitarios, teniendo en cuenta la rentabilidad de mano de obra, equipos y la ración necesaria de insumos de acuerdo con las partidas del proyecto.

#### ***13.1.3. CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS***

##### **a. Material de Cantera**

Las canteras para aprovechar según la demanda del proyecto serán: Base, subbase y piedra para concreto, la cantera “Tres Tomas”, a 45.29 km de la zona de proyecto.

La cantera para el aprovechamiento de Arena Fina para concreto y relleno, será “La Viña” a 35.27 km de la zona de proyecto.

El costo de material incluye el proceso de producción y el carguío del material al Volquete de cantera a obra.

**b. Material Excedente**

El material producto de las excavaciones será utilizados como relleno en las zonas indicadas y las que resten serán depositados en botadero ubicado a 578 m de la obra, al igual la eliminación de escombros (demolición) se consideraran la distancia de transporte y sus rendimientos.

**c. Fuente de Agua**

La fuente de agua será utilizada de los canales Chancay a 9.59 Km, respectivamente del tramo de la vía de diseño.

***13.1.4. ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR***

▪ **METRADOS**

Para la elaboración del metrado se utilizó plantillas de cálculo, en la cual se determina la magnitud de la ejecución según partidas.

▪ **ESPECIFICACIONES TECNICAS**

Se considero del manual de carreteras EG 2018 las especificaciones que se emplearan en la ejecución del proceso constructivo de las diferentes frentes.

▪ **ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Los precios tomados para el desarrollo del presupuesto fueron del mes de junio de 2020 vigente y fueron discriminados en:

- Costos Directos
- Costos Indirectos

**COSTOS DIRECTOS**

Se consideró los siguientes aspectos:

**a) Mano de Obra**

El costo de mano de obra considerado en la ejecución es la vigente según Resolución Magisterial N°183-2021-TR del 01/06/2021 al 30/05/2022 del Régimen de Construcción Civil.

Se tomó la siguiente consideración:

- Operario
- Oficial
- Peón

**b) Maquinaria y Equipos**

Corresponde al costo de alquiler hora maquina vigentes, los rendimientos de los mismos se consideraron de acuerdo a la tabla de “Rendimientos de Equipo Mecánico RM N°001-87-TC/VMT”.

Se consideró en la hora maquina el precio de los combustibles, lubricantes y filtros.

**c) Materiales de Construcción**

El costo de los materiales considerados es en canteras cargados en volquete y agua, tomando en cuenta manipulo, almacenamiento.

**d) Herramientas**

Se consideró el 5% del costo de mano de obra como costo por desgaste, sin incluir el costo unitario de mano de operarios y oficiales.

**COSTOS INDIRECTOS**

Se consideró:

**a) Gastos Fijos:**

- Son gastos no considerados con el tiempo de ejecución.
- Alquiler de oficinas y almacenes
- Equipamiento
- Gastos Administrativos
- Protección Ambiental
- Liquidación de Obra

**b) Gastos Variables:**

- Son los gastos considerando el tiempo de ejecución.
- Personal de Obra
- Equipos no Incluidos en los Costos Directos
- Vehículos
- Control técnico y otros
- Materiales y Gastos Varios
- Gastos de Oficina Principal y Materiales

▪ **PRESUPUESTO**

Se elaboró a partir de los costos unitarios, metrado, cuyo costo directo se le adjunta gastos generales y utilidad e IGV.

▪ **CRONOGRAMA DE OBRA**

El cronograma de ejecución de obra se elaboró en un periodo de 240 días calendarios.

## BIBLIOGRAFÍA

- Braja M. Das. (2014) *Fundamentos De Ingeniería Geotécnica*. 4ta edición Cengage.
- Instituto Boliviano del Cemento y Hormigón. (2014) *Lineamientos Generales Para El Diseño Geométrico De Juntas*.
- Instituto del Cemento Portland Argentino. (1968) *Pavimentos Urbanos De Hormigón De Cemento Portland*.
- Instituto Nacional de Vías (1998) *AASHTO Guide for the Design of Pavement Structures (1993)*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (1998) *Especificaciones Técnicas De Pinturas Para Obras Viales*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2011). *Hidrología, Hidráulica Y Drenaje*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014) *Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos: Sección Suelos Y Pavimentos*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016) *Manual De Dispositivos De Control De Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017) *Manual De Seguridad Vial*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018) *Diseño Geométrico (Dg-2018)*.
- Polanco Rodríguez, A. (s/f) *Prácticas De Laboratorio De Mecánica De Suelos I*.
- Reglamento Nacional De Edificaciones. (2021) *Norma Técnica Ce. 040 Drenaje Pluvial*.
- Rodríguez Serquén W. (2019) *Ingeniería Geotécnica*.

## **CONTENIDO ANEXOS**

<b>ANEXO CAPITULO IV. CONTEO DE TRÁFICO .....</b>	<b>178</b>
<b>ANEXO CAPITULO V – 01. RESULTADOS DE ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO.....</b>	<b>183</b>
1. ANALISIS GRANULOMETRICO.....	183
2. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL .....	203
3. LIMITES DE CONSISTENCIA .....	208
<b>ANEXO CAPITULO V-02. RESULTADOS DE ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO.....</b>	<b>219</b>
1. PROCTOR MODIFICADO.....	220
2. CALIFORNIA BEARING RATIO: CBR .....	223
<b>ANEXO CAPITULO V-04. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS .....</b>	<b>241</b>
<b>ANEXO CAPITULO VI-01. MEMORIA DE CÁLCULO: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASHTO 93 .....</b>	<b>251</b>
<b>ANEXO CAPITULO VI-02. MEMORIA DE CÁLCULO: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO INSTITUTO DEL ASFALTO.....</b>	<b>264</b>
<b>ANEXO CAPITULO VI-03. MEMORIA DE CÁLCULO DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO METODO AASHTO 93. ....</b>	<b>278</b>
<b>ANEXO CAPITULO VI-04. MEMORIA DE CÁLCULO: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO METODO PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA).....</b>	<b>284</b>
<b>ANEXO CAPITULO VI-05. MEMORIA DE CALCULO: DISEÑO DE PAVIMENTO ARTICULADO – CE.010.....</b>	<b>292</b>
<b>ANEXO CAPITULO VI-6. DISEÑO DE MEZCLA.....</b>	<b>297</b>
<b>ANEXO CAPITULO X -01. ESTUDIO HIDROLÓGICO.....</b>	<b>307</b>
<b>ANEXO CAPITULO X -02. ESTIMACION DE CAUDAL DE ESCURRIMIENTO – METODO RACIONAL.....</b>	<b>318</b>
<b>ANEXO CAPITULO X -03. CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS VÍAS .....</b>	<b>327</b>

<b>ANEXO CAPITULO XI -01. MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS</b> .....	<b>330</b>
<b>ANEXO CAPITULO XI -02. MATRIZ DE CARACTERIZACION DE IMPACTOS</b> .....	<b>332</b>
<b>ANEXO CAPITULO XI -03. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS</b> .....	<b>351</b>
<b>ANEXO CAPITULO XI -04. MATRIZ DE VALORACION DE IMPACTOS</b>	<b>352</b>
<b>ANEXO CAPITULO XIII – ESPECIFICACIONES TECNICAS</b> .....	<b>358</b>
<b>ANEXO CAPITULO XIV 01. BASES DE CALCULO</b> .....	<b>396</b>
<b>ANEXO CAPITULO XIV-02. ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS</b> .....	<b>403</b>
<b>ANEXO CAPITULO XIV-03. ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS</b> .....	<b>419</b>
<b>ANEXO CAPITULO XIV-04. PRESUPUESTO BASE</b> .....	<b>422</b>
<b>ANEXO CAPITULO XIV-05. FÓRMULA POLINÓMICA</b> .....	<b>426</b>
<b>ANEXO CAPITULO XIV-06. CRONOGRAMA VALORIZADO DE OBRA</b> .	<b>428</b>
<b>ANEXO CAPITULO XIV-06. CRONOGRAMA DE OBRA</b> .....	<b>432</b>
<b>ANEXO CAPITULO XIV-07. COSTO DE MANTENIMIENTO</b> .....	<b>434</b>
<b>ANEXO CAPITULO XIV-08. FLUJO DE COSTOS SOCIALES</b> .....	<b>434</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Volumen De Tráfico Promedio Diario (Ambos Sentidos) Avenida 1 Y Calle San Pedro.....	178
<b>Tabla 2 :</b> Resumen De IMD Estación 1 .....	179
<b>Tabla 3 :</b> Volumen De Tráfico Promedio Diario (Ambos Sentidos) Avenida 1 Y Calle Sin Nombre.....	179
<b>Tabla 4:</b> Resumen De IMD Estación 2 .....	180
<b>Tabla 5:</b> Volumen De Tráfico Promedio Diario (Ambos Sentidos) Calle 1 Y Avenida .....	180
<b>Tabla 6:</b> Resumen De IMD Estación 3 .....	181
<b>Tabla 7:</b> Ensayo de Análisis Granulométrico Calicata 1 Estrato 1 .....	184
<b>Tabla 8:</b> Ensayo de Análisis Granulométrico Calicata 2 Estrato 1.....	185
<b>Tabla 9:</b> Ensayo de Análisis Granulométrico Calicata 3 Estrato 1 .....	186
<b>Tabla 10:</b> Ensayo de Análisis Granulométrico Calicata 4 Estrato 1 .....	188
<b>Tabla 11:</b> Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 5 Estrato 1 .....	189
<b>Tabla 12:</b> Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 5 Estrato 2.....	191
<b>Tabla 13:</b> Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 6, Estrato 1 .....	192
<b>Tabla 14:</b> Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 7, Estrato 1 .....	194
<b>Tabla 15:</b> Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 8, Estrato 1 .....	195
<b>Tabla 16:</b> Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 9, Estrato 1 .....	197
<b>Tabla 17:</b> Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 9, Estrato 2.....	198
<b>Tabla 18:</b> Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 10, Estrato 1 .....	200
<b>Tabla 19:</b> Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 10, Estrato 2.....	201
<b>Tabla 20:</b> Contenido De Humedad Calicata 1, Estrato 1 .....	203
<b>Tabla 21:</b> Contenido de Humedad Calicata 2, Estrato 1 .....	203
<b>Tabla 22:</b> Contenido De Humedad Calicata 3, Estrato 1 .....	204
<b>Tabla 23:</b> Contenido de Humedad Calicata 4, Estrato 1 .....	204
<b>Tabla 24:</b> Ensayo de Contenido de Humedad Calicata 5, Estrato 1 y 2. ....	205
<b>Tabla 25:</b> Ensayo de Contenido de Humedad Calicata 6, Estrato 1 .....	205
<b>Tabla 26:</b> Contenido de Humedad Calicata 7, Estrato 1 .....	206
<b>Tabla 27:</b> Análisis de Contenido de Humedad Calicata 9, Estrato 1 y 2.....	207
<b>Tabla 28:</b> Análisis de Contenido de Humedad Calicata 10, Estrato 1 y 2.....	207
<b>Tabla 29:</b> Ensayo de Límite líquido y Límite Plástico Calicata 1, Estrato1 .....	208

<b>Tabla 30:</b> Ensayo de Limite líquido y Limite Plástico Calicata 2, Estrato 1 .....	209
<b>Tabla 31:</b> Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 3, Estrato 1 .....	209
<b>Tabla 32:</b> Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 4, Estrato 1 .....	210
<b>Tabla 33:</b> Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 5, Estrato 1 .....	211
<b>Tabla 34:</b> Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 5, Estrato 2 .....	212
<b>Tabla 35:</b> Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 6, Estrato 1 .....	213
<b>Tabla 36:</b> Ensayo Límite Líquido Y Limite Plástico Calicata 7, Estrato 1 .....	214
<b>Tabla 37:</b> Ensayo Límite Líquido Y Limite Plástico Calicata 8, Estrato 1 .....	215
<b>Tabla 38:</b> Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 9, Estrato 1 .....	215
<b>Tabla 39:</b> Ensayo Límite Líquido Y Limite Plástico Calicata 9, Estrato 2 .....	216
<b>Tabla 40:</b> Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 10, Estrato 1 .....	217
<b>Tabla 41:</b> Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 10, Estrato 2 .....	218
<b>Tabla 42:</b> Ensayo De Proctor Modificado – Método AASHTO D – 1557 Calicata 1 .....	220
<b>Tabla 43:</b> Ensayo De Proctor Modificado – Método AASHTO D-1557 Calicata 7	221
<b>Tabla 44:</b> Ensayo Proctor Modificado Método AASHTO D – 1557 Calicata 9 .....	222
<b>Tabla 45:</b> Ensayo de CBR calicata 1 .....	223
<b>Tabla 46:</b> Ensayo De Expansión Calicata 1 .....	223
<b>Tabla 47:</b> Ensayo De Penetración Calicata 1 .....	225
<b>Tabla 48:</b> Datos de Proctor y CBR. Calicata 1 .....	226
<b>Tabla 49:</b> Ensayo de CBR calicata 7 .....	229
<b>Tabla 50:</b> Ensayo De Expansión Calicata 7 .....	229
<b>Tabla 51:</b> Ensayo de Penetración calicata 7 .....	231
<b>Tabla 52:</b> Datos Del Ensayo De Proctor Y CBR Calicata 7 .....	232
<b>Tabla 53:</b> Ensayo de CBR calicata 9 .....	235
<b>Tabla 54:</b> Ensayo De Expansión Calicata 9 .....	235
<b>Tabla 55:</b> Ensayo De Penetración Calicata 9 .....	237
<b>Tabla 56:</b> Datos Del Ensayo De Proctor Y CBR .....	238
<b>Tabla 57:</b> Perfil Estratigráfico calicata 1 .....	241
<b>Tabla 58:</b> perfil estratigráfico calicata 2 .....	242
<b>Tabla 59:</b> Perfil Estratigráfico Calicata 3 .....	243
<b>Tabla 60:</b> Perfil Estratigráfico Calicata 4 .....	244
<b>Tabla 61:</b> Perfil Estratigráfico Calicata 5 .....	245
<b>Tabla 62:</b> Perfil Estratigráfico Calicata 6 .....	246

<b>Tabla 63:</b> Perfil Estratigráfico Calicata 7 .....	247
<b>Tabla 64:</b> perfil estratigráfico calicata 8 .....	248
<b>Tabla 65:</b> perfil estratigráfico calicata 9 .....	249
<b>Tabla 66:</b> perfil estratigráfico calicata 10 .....	250
<b>Tabla 67:</b> conteo de tráfico diario inicial. ....	254
<b>Tabla 68:</b> periodo de diseño según tipo de carretera.....	254
<b>Tabla 69:</b> factor camión por clase de vehículo .....	255
<b>Tabla 70:</b> cálculo de ESAL de diseño .....	255
<b>Tabla 71:</b> confiabilidad funcional .....	255
<b>Tabla 72:</b> Valor de $Z_r$ según factor de confiabilidad .....	256
<b>Tabla 73:</b> valor de desviación estándar según condición de diseño.....	256
<b>Tabla 74:</b> cálculo de módulo resiliente en PSI .....	257
<b>Tabla 75:</b> pérdida de servicialidad por tipo de pavimento y vía.....	258
<b>Tabla 76:</b> datos de entrada para el uso del nomograma.....	258
<b>Tabla 77:</b> resultado del uso del nomograma .....	259
<b>Tabla 78:</b> calidad del drenaje según el tiempo del agua que se remueve.....	259
<b>Tabla 79:</b> calidad de drenaje según % del tiempo.....	259
<b>Tabla 80:</b> Espesor mínimo para pavimento asfáltico .....	260
<b>Tabla 81:</b> Conteo de tráfico inicial.....	270
<b>Tabla 82:</b> periodo de diseño según tipo de carretera.....	270
<b>Tabla 83:</b> factor camión por clase de vehículo .....	271
<b>Tabla 84:</b> cálculo de ESAL de diseño .....	271
<b>Tabla 85:</b> cálculo de $M_r$ según CBR al 95% .....	272
<b>Tabla 86:</b> percentil por nivel de tráfico .....	272
<b>Tabla 87:</b> resultado del módulo resiliente.....	272
<b>Tabla 88:</b> Espesores mínimos para carpeta asfáltica tipo I .....	273
<b>Tabla 89:</b> espesores mínimos de concreto asfáltico sobre bases de agregados no tratados.....	275
<b>Tabla 90:</b> resumen de los cálculos según alternativas. ....	276
<b>Tabla 91:</b> Conteo de tráfico inicial.....	278
<b>Tabla 92:</b> periodo de diseño según tipo de carretera.....	278
<b>Tabla 93:</b> factor camión por clase de vehículo .....	279
<b>Tabla 94:</b> cálculo de ESAL de diseño .....	279
<b>Tabla 95:</b> confiabilidad según clasificación funcional.....	279

<b>Tabla 96:</b> factor de confiabilidad y el valor de ZR .....	280
<b>Tabla 97:</b> coeficiente de drenaje según características .....	280
<b>Tabla 98:</b> Desviación Estándar según tipo de pavimento .....	281
<b>Tabla 99:</b> pérdida de servicialidad según tipo de pavimento .....	281
<b>Tabla 100:</b> coeficiente de transferencia de carga según dispositivo de transmisión de carga.....	282
<b>Tabla 101:</b> Conteo de tráfico inicial.....	286
<b>Tabla 102:</b> periodo de diseño según tipo de carretera.....	286
<b>Tabla 103:</b> intensidad del tráfico para el cálculo del factor de seguridad de carga ..	287
<b>Tabla 104:</b> Calculo del tráfico proyectado.....	287
<b>Tabla 105:</b> cálculo de CBR en psi .....	288
<b>Tabla 106:</b> valores de k subrasante y valor de k combinado. ....	288
<b>Tabla 107:</b> valores de k de la subrasante en función del espesor de losa .....	289
<b>Tabla 108:</b> Valor de k de la subrasante en función del espesor de losa.....	290
<b>Tabla 109:</b> Verificación de los resultados.....	291
<b>Tabla 110:</b> conteo de tráfico diario inicial. ....	292
<b>Tabla 111:</b> periodo de diseño según tipo de carretera.....	292
<b>Tabla 112:</b> factor camión por clase de vehículo .....	293
<b>Tabla 113:</b> cálculo de ESAL de diseño .....	293
<b>Tabla 114:</b> rangos de tráfico pesado expresado en EE según tipo de tráfico pesado expresado en EE.....	294
<b>Tabla 115:</b> Categorías de la subrasante en función de CBR.....	294
<b>Tabla 116:</b> Capa superficial y capa de arena en función a ejes equivalentes .....	295
<b>Tabla 117:</b> Resistencia a la compresión promedio .....	297
<b>Tabla 118:</b> Volumen unitario de agua.....	297
<b>Tabla 119:</b> Contenido de aire atrapado .....	297
<b>Tabla 120:</b> Relación agua – cemento por resistencia.....	297
<b>Tabla 121:</b> Contenido de aire incorporado en total.....	298
<b>Tabla 122:</b> Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....	298
<b>Tabla 123:</b> Condiciones especiales de exposición .....	299
<b>Tabla 124:</b> Materiales a utilizar .....	299
<b>Tabla 125:</b> materiales para el diseño de mezcla.....	303
<b>Tabla 126:</b> Precipitación máximas en 24 h (mm) – Estación Lambayeque.....	307
<b>Tabla 127:</b> cálculo de distribución de frecuencias – distribución normal .....	308

<b>Tabla 128:</b> Precipitación en 24 horas para diferentes periodos de retorno .....	309
<b>Tabla 129:</b> Probabilidad de la Distribución Normal .....	310
<b>Tabla 130:</b> Valores críticos de $\Delta_0$ del estadístico Smirnov – Kolmogorov , para valores de N y niveles de significancia $\alpha$ .....	311
<b>Tabla 131:</b> Calculo de distribución de frecuencias – distribución Gumbel .....	311
<b>Tabla 132:</b> Precipitación en 24 horas para diferentes periodos de retorno .....	312
<b>Tabla 133:</b> Valores críticos de $\Delta_0$ del estadístico Smirnov – Kolmogorov , para valores de N y niveles de significancia $\alpha$ .....	312
<b>Tabla 134:</b> Calculo de distribución de frecuencias – Log. Normal 2 Parámetros ....	313
<b>Tabla 135:</b> Precipitación en 24 horas para diferentes periodos de retorno .....	313
<b>Tabla 136:</b> Valores críticos de $\Delta_0$ del estadístico Smirnov – Kolmogorov , para valores de N y niveles de significancia $\alpha$ .....	314
<b>Tabla 137:</b> elección de análisis probabilístico .....	314
<b>Tabla 138:</b> Lamina de lluvia para tiempo de retorno T=10 años y t = 1 hora = 60 minutos.....	315
<b>Tabla 139:</b> Precipitaciones en min para diversos periodos de retorno .....	316
<b>Tabla 140:</b> intensidad de lluvia en mm/h.....	316
<b>Tabla 141:</b> Coeficiente de escorrentía .....	318
<b>Tabla 142:</b> cálculo de tiempo de concentración de proyecto .....	320
<b>Tabla 143:</b> cálculo del caudal circulante de pavimento rígido.....	324
<b>Tabla 144:</b> capacidad máxima de caudal por sección de vía – pavimento rígido.....	327
<b>Tabla 145:</b> Matriz de identificación de impactos.....	330
<b>Tabla 146:</b> matriz de caracterización de impactos – fase de planificación.....	332
<b>Tabla 147:</b> matriz de caracterización de impactos – fase de construcción .....	336
<b>Tabla 148:</b> matriz de caracterización de impactos – fase de operación y mantenimiento.....	345
<b>Tabla 149:</b> Matriz de importancia de impactos .....	351
<b>Tabla 150:</b> Matriz de valoración de impactos .....	352
<b>Tabla 151:</b> Requerimiento de calidad para subbase granular .....	369
<b>Tabla 152:</b> Requerimientos granulométricos para subbase granular .....	369
<b>Tabla 153:</b> Sustancias dañinas a los agregados.....	372
<b>Tabla 154:</b> granulometría para agregado fino .....	373
<b>Tabla 155:</b> granulometría para agregado grueso.....	374
<b>Tabla 156:</b> Remuneración básica del 01/06/2021 al 31/05/2022.....	396

<b>Tabla 157:</b> Costo de los materiales en obra .....	398
<b>Tabla 158:</b> Costo de maquinaria y equipo .....	400
<b>Tabla 159:</b> Calculo de flete .....	402
<b>Tabla 160:</b> cálculo de flete a obra .....	403
<b>Tabla 161:</b> componentes de los gastos generales – julio 2021 .....	419
<b>Tabla 162:</b> Análisis de costos indirectos – costos fijos.....	419
<b>Tabla 163:</b> Análisis de costos indirectos – costos variables .....	420
<b>Tabla 164:</b> Formula polinómica agrupamiento preliminar .....	426
<b>Tabla 165:</b> costo de mantenimiento a precio de mercado .....	434
<b>Tabla 166:</b> Flujo de costos sociales de alternativa seleccionada. ....	434
<b>Tabla 167:</b> costo eficacia de alternativa seleccionada .....	435

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ubicación Estación 1 .....	178
<b>Figura 2:</b> Ubicación Estación 2.....	180
<b>Figura 3:</b> Ubicación Estación 3 .....	181
<b>Figura 4:</b> curva granulométrica calicata 1 estrato 1 .....	185
<b>Figura 5:</b> curva granulométrica calicata 2 estrato 1.....	186
<b>Figura 6:</b> curva granulométrica calicata 3 estrato 1 .....	188
<b>Figura 7:</b> Curva Granulométrica Calicata 4, Estrato 1.....	189
<b>Figura 8:</b> Curva Granulométrica Calicata 5, Estrato 1 .....	191
<b>Figura 9:</b> Curva Granulométrica Calicata 5, Estrato 2.....	192
<b>Figura 10:</b> Curva Granulométrica Calicata 6, Estrato 1 .....	194
<b>Figura 11:</b> Curva Granulométrica Calicata 7 Estrato 1.....	195
<b>Figura 12:</b> Curva Granulométrica Calicata 8, Estrato 1 .....	197
<b>Figura 13:</b> Curva Granulométrica Calicata 9, Estrato 1 .....	198
<b>Figura 14:</b> Curva Granulométrica Calicata 9, Estrato 2 .....	200
<b>Figura 15:</b> Curva Granulométrica Calicata 10, Estrato 1.....	201
<b>Figura 16:</b> Curva Granulométrica Calicata 10, Estrato 2.....	203
<b>Figura 17:</b> Curva De Fluidez Calicata 1, Estrato 1 .....	208
<b>Figura 18:</b> Curva de Fluidez Calicata 2, Estrato 1 .....	209
<b>Figura 19:</b> Curva De Fluidez Calicata 3, Estrato1 .....	210
<b>Figura 20:</b> Curva De Fluidez Calicata 4, Estrato 1 .....	211
<b>Figura 21:</b> Curva De Fluidez Calicata 5, Estrato 1 .....	212
<b>Figura 22:</b> Curva De Fluidez Calicata 5, Estrato 2.....	213
<b>Figura 23:</b> Curva De Fluidez Calicata 6, Estrato 1 .....	213
<b>Figura 24:</b> Curva De Fluidez Calicata 7, Estrato 1 .....	214
<b>Figura 25:</b> Curva De Fluidez Calicata 8, Estrato 1 .....	215
<b>Figura 26:</b> Curva De Fluidez Calicata 9, Estrato 1 .....	216
<b>Figura 27:</b> Curva De Fluidez Calicata 9, Estrato 2 .....	217
<b>Figura 28:</b> Curva De Fluidez Calicata 10, Estrato 1 .....	217
<b>Figura 29:</b> Curva De Fluidez Calicata 10, Estrato 2 .....	218
<b>Figura 30:</b> Grafico Del Proctor Modificado Calicata 1 .....	220
<b>Figura 31:</b> Grafico Del Proctor Modificado Calicata 7 .....	221

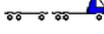
<b>Figura 32:</b> grafico de Proctor modificado calicata 9 .....	222
<b>Figura 33:</b> Gráfico De Penetración 56 Golpes.....	226
<b>Figura 34:</b> Grafico De Penetración 25 Golpes.....	226
<b>Figura 35:</b> Grafico De Penetración 12 Golpes.....	227
<b>Figura 36:</b> Grafico De Porcentaje De CBR Calicata 1 .....	227
<b>Figura 37:</b> Grafico De CBR Calicata 1.....	228
<b>Figura 38:</b> Grafico De Penetración 56 Golpes.....	232
<b>Figura 39:</b> Grafico De Penetración 25 Golpes.....	232
<b>Figura 40:</b> Grafico De Penetración 12 Golpes.....	233
<b>Figura 41:</b> Grafico De Porcentaje De CBR Calicata 7 .....	233
<b>Figura 42:</b> Grafico De CBR Calicata 7 .....	234
<b>Figura 43:</b> Grafica De Penetración 56 Golpes.....	238
<b>Figura 44:</b> Grafica De Penetración 25 Golpes.....	238
<b>Figura 45:</b> Grafica De Penetración 12 Golpes .....	239
<b>Figura 46:</b> Grafica De Porcentaje De CBR Calicata 9 .....	239
<b>Figura 47:</b> Grafico De CBR Calicata 9.....	240
<b>Figura 48:</b> carta de diseño para pavimento flexible, método AASTHO 93.....	251
<b>Figura 49:</b> variación de coeficiente a1 en función al módulo resiliente del concreto asfáltico.....	252
<b>Figura 50:</b> variación de coeficiente a2 con diferentes parámetros de resistencia de la base granular .....	252
<b>Figura 51:</b> variación de coeficiente a3 con diferentes parámetros de resistencia de la base granular .....	253
<b>Figura 52:</b> pavimento mínimo según ESAL de diseño.....	260
<b>Figura 53:</b> espesores de capa según D y SN .....	261
<b>Figura 54:</b> espesor de capa calculada .....	263
<b>Figura 55:</b> carta de diseño A-13, concreto asfáltico en todo su espesor.....	264
<b>Figura 56:</b> carta de diseño A-14, mezcla con asfalto emulsificado tipo I .....	265
<b>Figura 57:</b> carta de diseño A-15, mezcla con asfalto emulsificado tipo II.....	266
<b>Figura 58:</b> carta de diseño A-16, mezcla con asfalto emulsificado tipo III.....	267
<b>Figura 59:</b> carta de diseño A-17, base de agregados no tratados de 150 mm de espesor .....	268
<b>Figura 60:</b> carta de diseño A-18, base de agregados no tratados de 300 mm de espesor .....	269

<b>Figura 61:</b> percentil de diseño.....	272
<b>Figura 62:</b> grafico del espesor de pavimento.....	273
<b>Figura 63:</b> grafico del espesor de pavimento.....	274
<b>Figura 64:</b> grafico del espesor de pavimento.....	274
<b>Figura 65:</b> grafico del espesor de pavimento.....	274
<b>Figura 66:</b> grafico del espesor de pavimento.....	275
<b>Figura 67:</b> grafico del espesor de pavimento.....	276
<b>Figura 68:</b> Figura para el cálculo del coeficiente de balasto según CBR.....	281
<b>Figura 69:</b> gráfico con cargas para el cálculo del módulo de rotura.....	283
<b>Figura 70:</b> Análisis Por Fatiga Numero Permisible De Repeticiones De Carga Basado En El Factor De Relación De Esfuerzo (Con Y Sin Berma De Concreto).....	284
<b>Figura 71:</b> Análisis Por Erosión – número permisible de repeticiones de carga basado en el factor de erosión (sin berma de concreto).....	285
<b>Figura 72:</b> Grafico con cargas para el cálculo del módulo de rotura.....	289
<b>Figura 73:</b> catálogo de estructuras de pavimento de adoquín con base granular. ....	296
<b>Figura 74:</b> leyenda de capas.....	296
<b>Figura 75:</b> Ubicación de la Estación Lambayeque .....	308
<b>Figura 76:</b> Curva intensidad, duración y periodo de retorno estación Lambayeque	317
<b>Figura 77:</b> Curva IDT – estación Lambayeque.....	322
<b>Figura 78:</b> diseño de calzada y capacidad hidráulica de vía.....	327

## ANEXO CAPITULO IV. CONTEO DE TRÁFICO

## ESTACION 1

**Tabla 1:** Volumen De Tráfico Promedio Diario (Ambos Sentidos) Avenida 1 Y Calle San Pedro.

ESTACIÓN:	1	UBICACIÓN:	AV. 1 Y C. SAN PEDRO	
CLASE		LUNES A VIERNES	SABADO Y DOMINGO	IMDs
AUTO		563	425	524
PICK UP		50	65	55
COMBI RURAL		18	12	17
MICRO		4	2	4
BUS 2E		0	0	0
BUS 3E/4E		0	0	0
C2		8	5	8
C3		0	0	0
T2S1/T2S2		0	0	0
T2S3		0	0	0
T3S1/T3S2/T3S3		2	2	2
C2R2		0	0	0
C2R3		0	0	0
C3R2		0	0	0
C3R3		0	0	0
<b>TOTAL</b>				<b>610</b>

Fuente: elaboración propia

**Figura 1:** Ubicación Estación 1



Fuente: elaboración propia

**Tabla 2 : Resumen De IMD Estación 1**

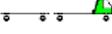
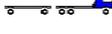
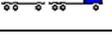
DIAGRAMA VEHICULAR	VEH. MENOR	CAMIONETAS			BUS	CAMION	TAMDEM	TOTAL
	(3 VEH. M=1 AUTO)	AUTO	PICKUP	RURAL Combi	MICRO	2E	T3S2	
IMD *	786	262	55	17	4	8	2	610
IMD	524		55	17	4	8	2	
DISTRIBUCION PORCENTUAL	85,90%		9,02%	2,79%	0,66%	1,31%	0,33%	100%

Fuente: elaboración propia

IMD\*: Índice Medio Diario se consideró para el conteo de moto taxis un equivalente de 3

Moto taxis = 1 auto.

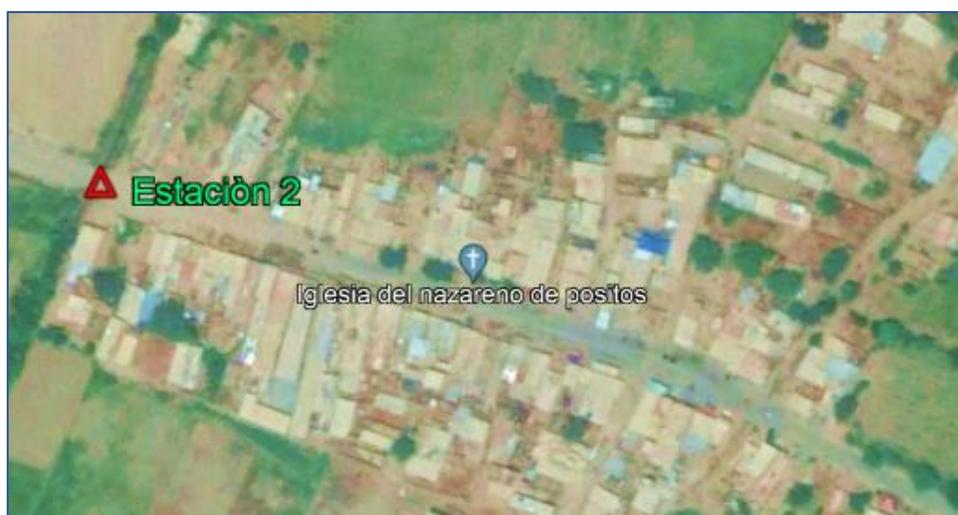
**ESTACION 2****Tabla 3 : Volumen De Tráfico Promedio Diario (Ambos Sentidos) Avenida 1 Y***Calle Sin Nombre.*

ESTACIÓN:	2	UBICACIÓN:	AV. 1 Y C. S/N	
CLASE		LUNES A VIERNES	SABADO Y DOMINGO	IMDs
AUTO		104	87	100
PICK UP		35	18	31
COMBI RURAL		0	0	0
MICRO		0	0	0
BUS 2E		0	0	0
BUS 3E/4E		0	0	0
C2		2	2	2
C3		0	0	0
T2S1/T2S2		0	0	0
T2S3		0	0	0
T3S1/T3S2/T3S3		0	0	0
C2R2		0	0	0
C2R3		0	0	0
C3R2		0	0	0
C3R3		0	0	0

TOTAL

133

Fuente: elaboración propia

**Figura 2:** Ubicación Estación 2

Fuente: elaboración propia

**Tabla 4:** Resumen De IMD Estación 2

DIAGRAMA VEHICULAR	VEH. MENOR (3 VEH. M=1 AUTO)	AUTO	CAMIONETAS PICKUP	CAMION 2E	TOTAL
IMD *	150	50	31	2	133
IMD	100		31	2	
DISTRIBUCION PORCENTUAL	75,19%		23,31%	1,50%	100%

Fuente: elaboración propia

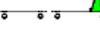
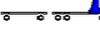
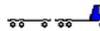
IMD\*: Índice Medio Diario se consideró para el conteo de moto taxis un equivalente de 3

Moto taxis = 1 auto.

**ESTACION 3****Tabla 5:** Volumen De Tráfico Promedio Diario (Ambos Sentidos) Calle 1 Y

Avenida

ESTACIÓN:	3	UBICACIÓN:	CALLE 1 Y AVENIDA	
CLASE		LUNES A VIERNES	SABADO Y DOMINGO	IMDs
AUTO	 	414	276	375

PICK UP		35	50	40
COMBI RURAL		20	14	19
MICRO		0	0	0
BUS 2E		0	0	0
BUS 3E/4E		0	0	0
C2		0	0	0
C3		0	0	0
T2S1/T2S2		0	0	0
T2S3		0	0	0
T3S1/T3S2/T3S3		2	2	2
C2R2		0	0	0
C2R3		0	0	0
C3R2		0	0	0
C3R3		0	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>436</b>	

Fuente: elaboración propia

**Figura 3:** Ubicación Estación 3



Fuente: elaboración propia

**Tabla 6:** Resumen De IMD Estación 3

DIAGRAMA VEHICULAR	VEH. MENOR (3 VEH. M=1 AUTO)	AUTO	CAMIONETAS		TAMDEM	TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi	T3S2	

<b>IMD *</b>	561	188	40	19	2	
<b>IMD</b>	375		40	19	2	436
<b>DISTRIBUCION PORCENTUAL</b>	86,01%		9,17%	4,36%	0,46%	100%

Fuente: elaboración propia

**IMD\*:** Índice Medio Diario se consideró para el conteo de moto taxis un equivalente de 3

Moto taxis = 1 auto.

**ANEXO CAPITULO V – 01. RESULTADOS DE ENSAYOS PARA  
DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**CONSTANCIA Nº 023 - 2018 - FICSA - LMS.**

El que suscribe, Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil, de Sistemas y de Arquitectura, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo:

**HACE CONSTAR:**

Que los bachilleres en Ingeniería Civil:

**CHÁVEZ VALDEZ KETTY**

Han realizado ensayos de Mecánica de Suelos en este Laboratorio, desde el 22 de febrero al 08 de marzo del 2018, en lo concerniente a:

<u>TIPO DE ENSAYO</u>	<u>CANTIDAD</u>
Contenido de Humedad	trece (13)
Análisis Granulométrico	trece (13)
Límite Líquido	trece (13)
Límite Plástico	trece (13)
Determinación de Sales Totales	trece (13)
Corte directo	uno (01)

Para dar cumplimiento a un capítulo de su Proyecto de Tesis denominado: **“ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO POSITOS, DISTRITO MORROPE, PROVINCIA LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE” - CÓDIGO: IC 2018 1-025.**

Se expide la presente, a solicitud de las interesadas para los fines que estimen conveniente.

Lambayeque, 25 de Octubre de 2018

**JEFATURA**  
 Laboratorio de  
 Mecánica de  
 Suelos  
 UNPRG Ing. **EMILIO DE LA ROSA RIQS**  
**JEFE DEL LABORATORIO**

ERR/mav

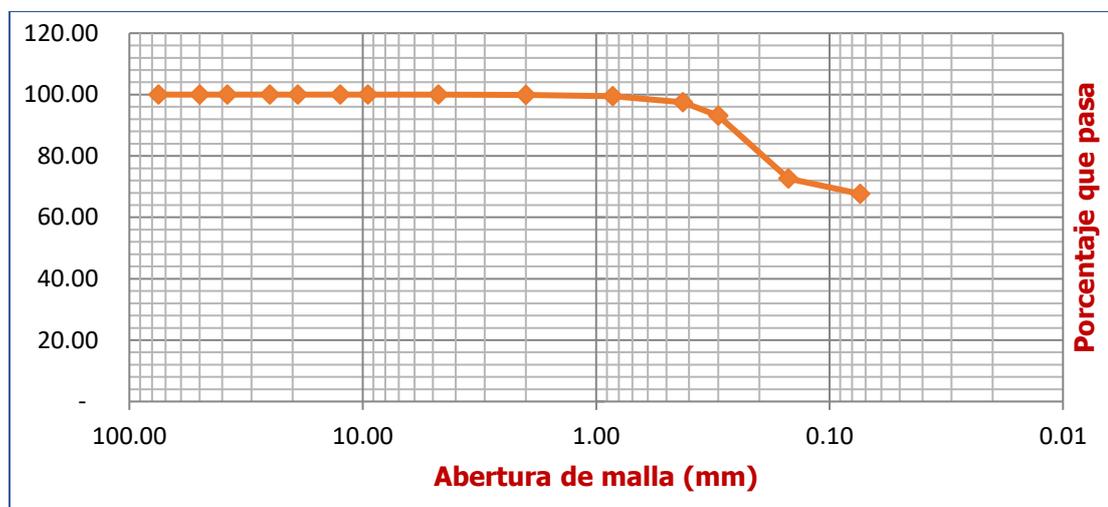
## 1. ANALISIS GRANULOMETRICO

### *CALICATA 1*

**Tabla 7:** Ensayo de Análisis Granulométrico Calicata 1 Estrato 1

MUESTRA		C1 / E-1				NORMAS TECNICAS APLICADAS: ASTM D-422 NTP 339.128
PESO MUESTRA (gr)		200,00				
PESO MUESTRA SECADA (gr)		65,65				
PESOS FINOS LAVADOS (gr)		134,35				
TAMICES ASTM (Pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		CARACTERISTICA DE TAMICES: TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.
				RETENIDO (%)	PASA (%)	
3"	75,00		-	-	100,00	PROCEDIMIENTO: TAMIZADO POR LAVADO.
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	<b>0,05</b>	0,03	0,03	<b>99,98</b>	
N° 10	2,00	<b>0,14</b>	0,07	0,10	99,91	
N° 20	0,85	<b>0,80</b>	0,40	0,50	99,51	
N° 40	0,425	<b>3,98</b>	1,99	2,49	97,52	
N° 50	0,30	<b>8,70</b>	4,35	6,84	93,17	
N° 100	0,15	<b>41,10</b>	20,55	27,39	72,62	
N° 200	0,074	<b>9,90</b>	4,95	32,34	<b>67,67</b>	
Platillo		<b>0,98</b>	0,49			
Platillo + Pérdida por lavado		135,33	67,67	100,00	-	Limos 0,074-0,005 mm. Arcillas < 0,005 mm. Coloides < 0,001 mm.
		200,00	100,00			
		Gravas	0,03	Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVA- TURA (Cc).
				Fina	0,03	
		Arenas	32,31	Gruesa	0,07	
				Media	2,39	
				Fina	29,85	
		Finos	67,67			

Fuente: elaboración propia

**Figura 4:** curva granulométrica calicata 1 estrato 1

Fuente: elaboración propia

**CALICATA 2****Tabla 8:** Ensayo de Análisis Granulométrico Calicata 2 Estrato 1

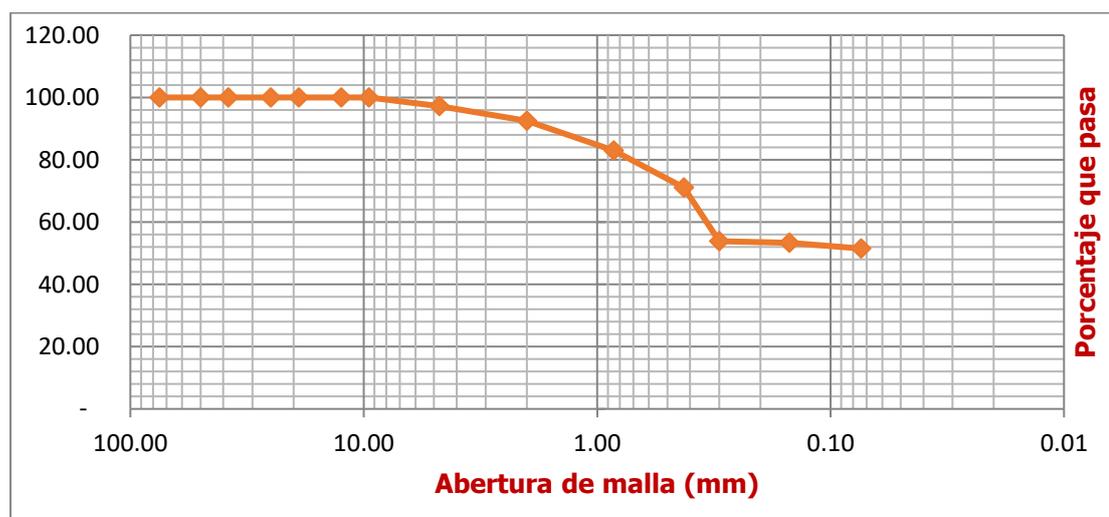
MUESTRA		C2 / E-1				NORMAS TECNICAS APLICADAS: ASTM D-422  NTP 339.128
PESO MUESTRA (gr)		200,00				
PESO MUESTRA SECADA (gr)		97,25				
PESOS FINOS LAVADOS (gr)		102,75				
TAMICES ASTM (Pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		CARACTERISTICA DE TAMICES: TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.
				RETENIDO (%)	PASA (%)	
3"	75,00		-	-	100,00	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TAMIZADO POR LAVADO.
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	<b>5,57</b>	2,79	2,79	<b>97,22</b>	
N° 10	2,00	<b>9,48</b>	4,74	7,53	92,48	
N° 20	0,85	<b>19,03</b>	9,52	17,04	82,96	
N° 40	0,425	<b>23,87</b>	11,94	28,98	71,03	
N° 50	0,30	<b>34,33</b>	17,17	46,14	53,86	

N° 100	0,15	<b>1,09</b>	0,55	46,69	53,32	
N° 200	0,074	<b>3,63</b>	1,82	48,50	<b>51,50</b>	
Platillo		<b>0,25</b>	0,13			
Platillo + Pérdida por lavado		103,00	51,50	100,00	-	Limos 0,074-0,005 mm.
						Arcillas < 0,005 mm.
		200,00	100,00			Coloides < 0,001 mm.

Gravas	2,79	Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVATURA (Cc).
		Fina	2,79	
Arenas	45,72	Gruesa	4,74	
		Media	21,45	
		Fina	19,53	
Finos	51,50			

Fuente: elaboración propia

**Figura 5:** curva granulométrica calicata 2 estrato 1



Fuente: elaboración propia

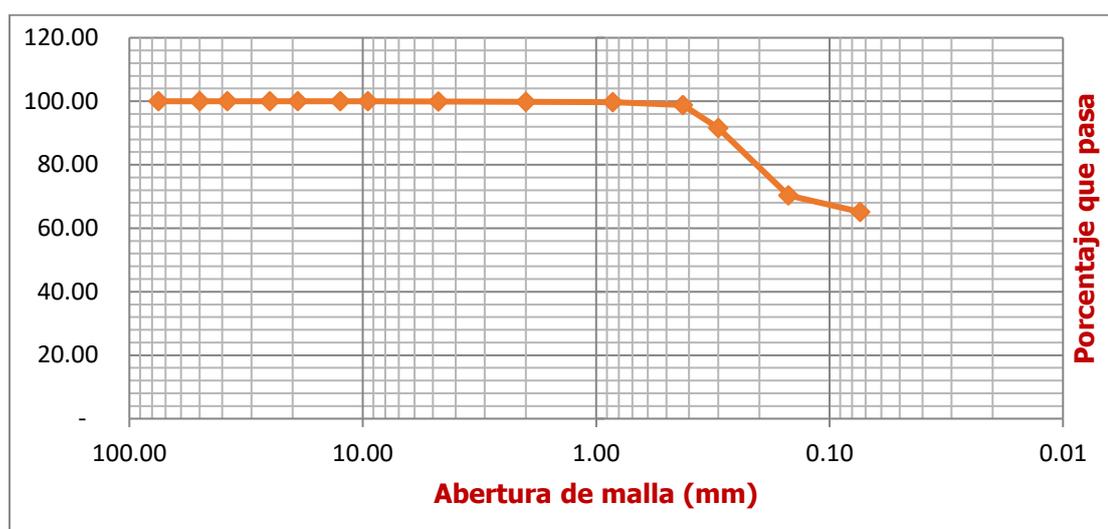
### CALICATA 3

**Tabla 9:** Ensayo de Análisis Granulométrico Calicata 3 Estrato 1

MUESTRA	<b>C3 / E-1</b>	<b>NORMAS TECNICAS APLICADAS:</b> ASTM D-422  NTP 339.128
PESO MUESTRA (gr)	200,00	
PESO MUESTRA SECADA (gr)	70,70	
PESOS FINOS LAVADOS (gr)	129,30	

TAMICES ASTM (Pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		<b>CARACTERISTICA DE TAMICES:</b> TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.
				RETENIDO (%)	PASA (%)	
3"	75,00		-	-	100,00	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TAMIZADO POR LAVADO.
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	<b>0,21</b>	0,11	0,11	<b>99,90</b>	
N° 10	2,00	<b>0,06</b>	0,03	0,14	99,87	
N° 20	0,85	<b>0,25</b>	0,13	0,26	99,74	
N° 40	0,425	<b>1,85</b>	0,93	1,19	98,82	
N° 50	0,30	<b>14,51</b>	7,26	8,44	91,56	
N° 100	0,15	<b>42,51</b>	21,26	29,70	70,31	
N° 200	0,074	<b>10,33</b>	5,17	34,86	<b>65,14</b>	
Platillo		<b>0,98</b>	0,49			
Platillo + Pérdida por lavado		130,28	65,14	100,00	-	Limos 0,074-0,005 mm.  Arcillas < 0,005 mm. Coloides < 0,001 mm.
		200,00	100,00			
		Gravas	0,11	Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVATURA (Cc).
				Fina	0,11	
		Arenas	34,76	Gruesa	0,03	
				Media	1,05	
				Fina	33,68	
		Finos	65,14			

Fuente: elaboración propia

**Figura 6:** curva granulométrica calicata 3 estrato 1

Fuente: elaboración propia

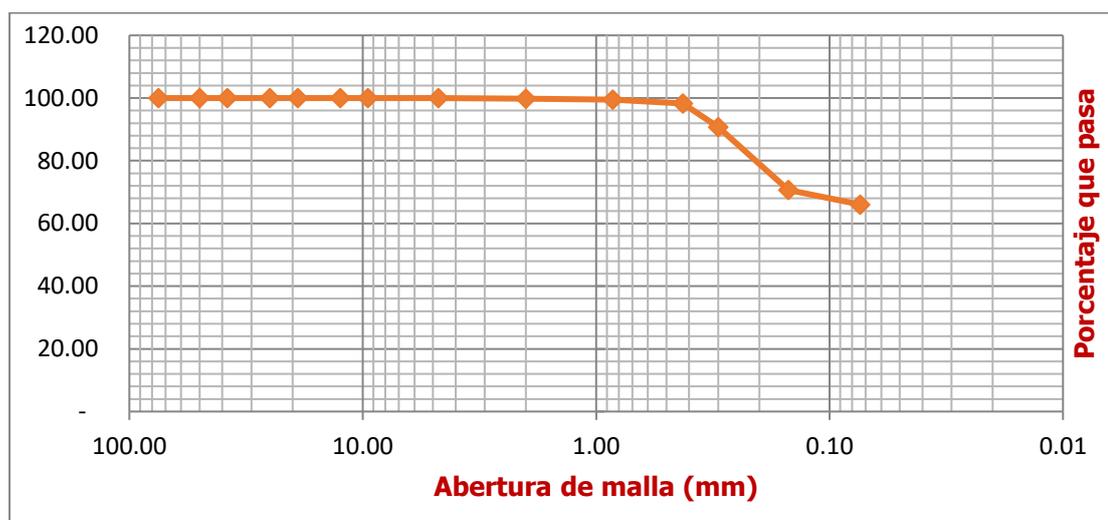
**CALICATA 4****Tabla 10:** Ensayo de Análisis Granulométrico Calicata 4 Estrato 1

MUESTRA		C4 / E-1				NORMAS TECNICAS APLICADAS: ASTM D-422 NTP 339.128
PESO MUESTRA (gr)		200,00				
PESO MUESTRA SECADA (gr)		68,61				
PESOS FINOS LAVADOS (gr)		131,39				
TAMICES	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO		CARACTERISTICA DE TAMICES: TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.
ASTM		RETENIDO	PARCIAL	RETENIDO	PASA	
(Pulg.)	(mm.)	(gr.)	RETENIDO (%)	RETENIDO (%)	PASA (%)	
3"	75,00		-	-	100,00	PROCEDIMIENTO: TAMIZADO POR LAVADO.
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	-	-	-	<b>100,00</b>	
N° 10	2,00	<b>0,30</b>	0,15	0,15	99,85	
N° 20	0,85	<b>0,75</b>	0,38	0,53	99,48	
N° 40	0,425	<b>2,45</b>	1,23	1,75	98,25	
N° 50	0,30	<b>15,00</b>	7,50	9,25	90,75	

N° 100	0,15	<b>40,11</b>	20,06	29,31	70,70	
N° 200	0,074	<b>9,32</b>	4,66	33,97	<b>66,04</b>	
Platillo		<b>0,68</b>	0,34			
Platillo + Pérdida por lavado		132,07	66,04	100,00	-	Limos 0,074-0,005 mm.
						Arcillas < 0,005 mm.
		200,00	100,00			Coloides < 0,001 mm.
Gravas		-		Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVA- TURA (Cc).
				Fina	-	
Arenas		33,97		Gruesa	0,15	
				Media	1,60	
				Fina	32,22	
Finos		66,04				

Fuente: elaboración propia

**Figura 7:** Curva Granulométrica Calicata 4, Estrato 1



Fuente: elaboración propia

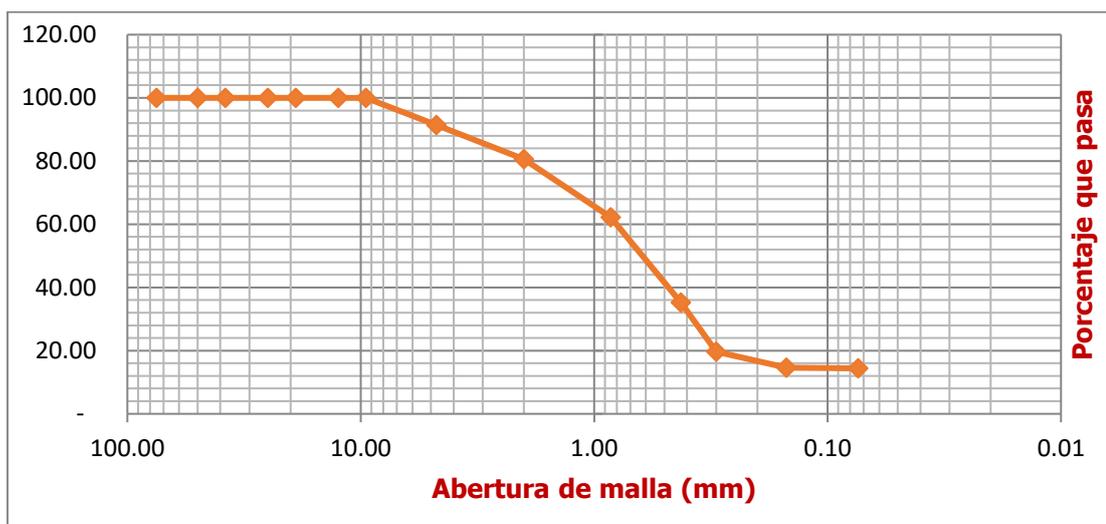
### **CALICATA 5**

**Tabla 11:** Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 5 Estrato 1

MUESTRA	<b>C5 / E-1</b>	<b>NORMAS TECNICAS APLICADAS:</b> ASTM D-422 NTP 339.128
PESO MUESTRA (gr)	200,00	
PESO MUESTRA SECADA (gr)	171,30	
PESOS FINOS LAVADOS (gr)	28,70	

TAMICES ASTM (Pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		CARACTERISTICA DE TAMICES: TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.
				RETENIDO (%)	PASA (%)	
3"	75,00		-	-	100,00	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TAMIZADO POR LAVADO.
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	<b>17,19</b>	8,60	8,60	<b>91,41</b>	
N° 10	2,00	<b>21,62</b>	10,81	19,41	80,60	
N° 20	0,85	<b>36,71</b>	18,36	37,76	62,24	
N° 40	0,425	<b>54,05</b>	27,03	64,79	35,22	
N° 50	0,30	<b>31,00</b>	15,50	80,29	19,72	
N° 100	0,15	<b>10,24</b>	5,12	85,41	14,60	
N° 200	0,074	<b>0,42</b>	0,21	85,62	<b>14,39</b>	
Platillo		<b>0,07</b>	0,04			
Platillo + Pérdida por lavado		28,77	14,39	100,00	-	Limos 0,074-0,005 mm.  Arcillas < 0,005 mm.  Coloides < 0,001 mm.
		200,00	100,00			
		Gravas	8,60	Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVA- TURA (Cc).
				Fina	8,60	
		Arenas	77,02	Gruesa	10,81	
				Media	45,38	
				Fina	20,83	
		Finos	14,39			

Fuente: elaboración propia

**Figura 8:** Curva Granulométrica Calicata 5, Estrato 1

Fuente: elaboración propia

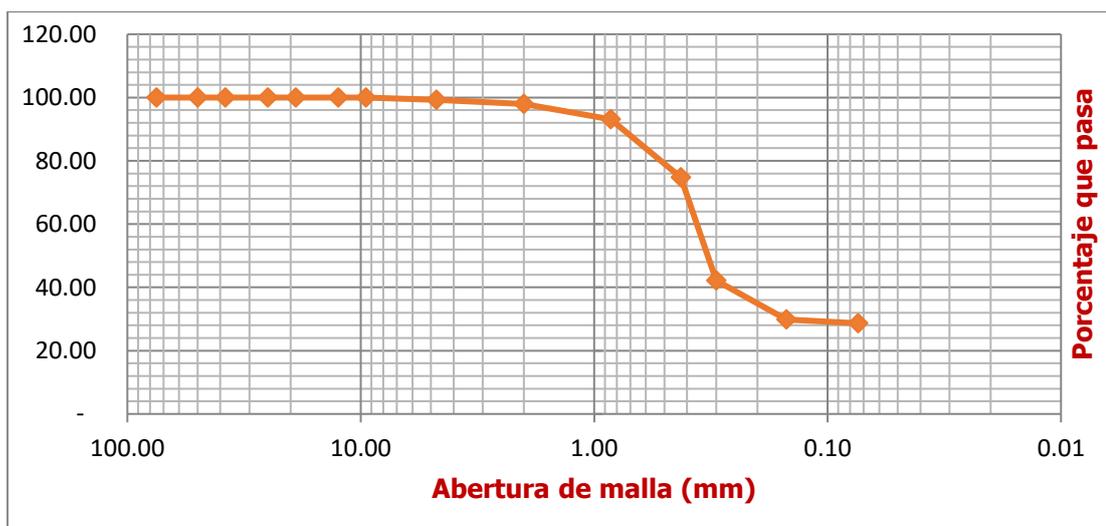
**Tabla 12:** Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 5 Estrato 2

MUESTRA		C5 / E-2				NORMAS TECNICAS APLICADAS: ASTM D-422  NTP 339.128
PESO MUESTRA (gr)		200,00				
PESO MUESTRA SECADA (gr)		142,88				
PESOS FINOS LAVADOS (gr)		57,12				CARACTERISTICA DE TAMICES: TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.  PROCEDIMIENTO: TAMIZADO POR LAVADO.
TAMICES	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO		
ASTM		RETENIDO	PARCIAL	RETENIDO	PASA	
(Pulg.)	(mm.)	(gr.)	RETENIDO			
3"	75,00		-	-	100,00	
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	<b>1,41</b>	0,71	0,71	<b>99,30</b>	
N° 10	2,00	<b>2,65</b>	1,33	2,03	97,97	
N° 20	0,85	<b>9,74</b>	4,87	6,90	93,10	
N° 40	0,425	<b>36,71</b>	18,36	25,26	74,75	
N° 50	0,30	<b>65,08</b>	32,54	57,80	42,21	
N° 100	0,15	<b>24,78</b>	12,39	70,19	29,82	
N° 200	0,074	<b>2,34</b>	1,17	71,36	<b>28,65</b>	

Platillo	0,17	0,09			
Platillo + Pérdida por lavado	57,29	28,65	100,00	-	Limos 0,074-0,005 mm. Arcillas < 0,005 mm. Coloides < 0,001 mm.
	200,00	100,00			
Gravas	0,71	Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVATURA (Cc).	
		Fina	0,71		
Arenas	70,65	Gruesa	1,33		
		Media	23,23		
		Fina	46,10		
Finos	28,65				

Fuente: elaboración propia

**Figura 9:** Curva Granulométrica Calicata 5, Estrato 2



Fuente: elaboración propia

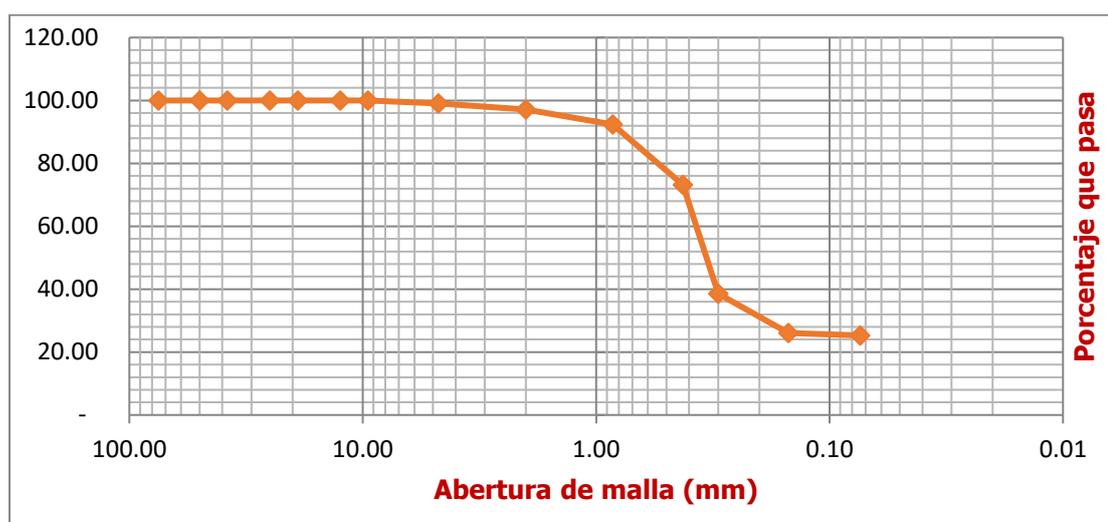
### **CALICATA 6**

**Tabla 13:** Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 6, Estrato 1

MUESTRA	C6 / E-1	<b>NORMAS TECNICAS APLICADAS:</b> ASTM D-422 NTP 339.128
PESO MUESTRA (gr)	200,00	
PESO MUESTRA SECADA (gr)	149,48	
PESOS FINOS LAVADOS (gr)	50,52	

TAMICES ASTM (Pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		<b>CARACTERISTICA DE TAMICES:</b> TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.
				RETENIDO (%)	PASA (%)	
3"	75,00		-	-	100,00	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TAMIZADO POR LAVADO.
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	<b>1,79</b>	0,90	0,90	<b>99,11</b>	
N° 10	2,00	<b>3,99</b>	2,00	2,89	97,11	
N° 20	0,85	<b>9,53</b>	4,77	7,66	92,35	
N° 40	0,425	<b>38,41</b>	19,21	26,86	73,14	
N° 50	0,30	<b>69,16</b>	34,58	61,44	38,56	
N° 100	0,15	<b>24,95</b>	12,48	73,92	26,09	
N° 200	0,074	<b>1,60</b>	0,80	74,72	<b>25,29</b>	
Platillo		<b>0,05</b>	0,03			
Platillo + Pérdida por lavado		50,57	25,29	100,00	-	Limos 0,074-0,005 mm.  Arcillas < 0,005 mm.  Coloides < 0,001 mm.
		200,00	100,00			
		Gravas	0,90	Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVA- TURA (Cc).
				Fina	0,90	
		Arenas	73,82	Gruesa	2,00	
				Media	23,97	
				Fina	47,86	
		Finos	25,29			

Fuente: elaboración propia

**Figura 10:** Curva Granulométrica Calicata 6, Estrato 1

Fuente: elaboración propia

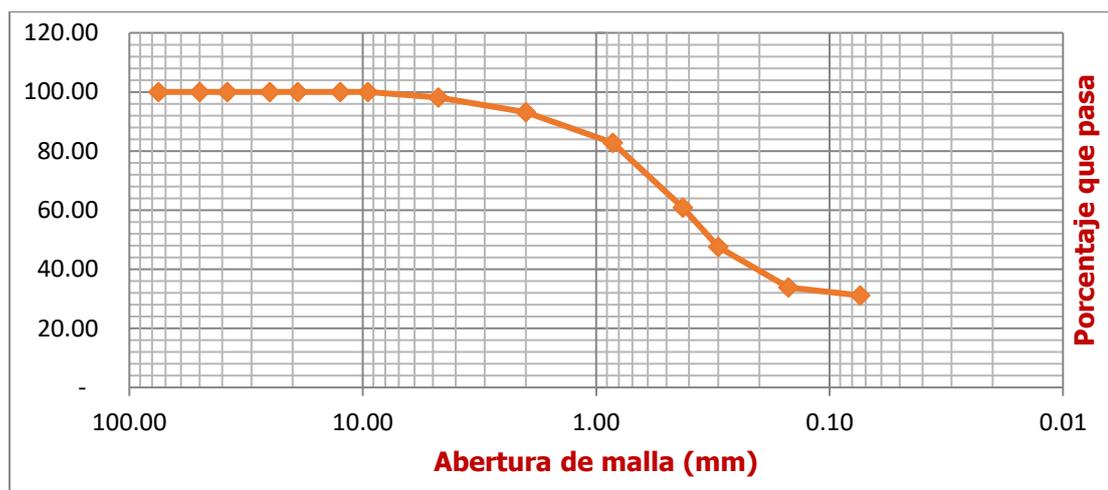
**CALICATA 7****Tabla 14:** Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 7, Estrato 1

MUESTRA		C7 / E-1				NORMAS TECNICAS APLICADAS: ASTM D-422 NTP 339.128
PESO MUESTRA (gr)		200,00				
PESO MUESTRA SECADA (gr)		138,08				
PESOS FINOS LAVADOS (gr)		61,92				
TAMICES	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO		CARACTERISTICA DE TAMICES: TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.
ASTM		RETENIDO	PARCIAL	RETENIDO	PASA	
(Pulg.)	(mm.)	(gr.)	(%)	(%)	(%)	PROCEDIMIENTO: TAMIZADO POR LAVADO.
3"	75,00		-	-	100,00	
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	<b>3,86</b>	1,93	1,93	<b>98,07</b>	
N° 10	2,00	<b>9,89</b>	4,95	6,88	93,13	
N° 20	0,85	<b>20,75</b>	10,38	17,25	82,75	
N° 40	0,425	<b>43,71</b>	21,86	39,11	60,90	
N° 50	0,30	<b>26,65</b>	13,33	52,43	47,57	
N° 100	0,15	<b>27,54</b>	13,77	66,20	33,80	

N° 200	0,074	<b>5,32</b>	2,66	68,86	<b>31,14</b>	
Platillo		<b>0,36</b>	0,18			
Platillo + Pérdida por lavado		62,28	31,14	100,00	-	Limos 0,074-0,005 mm.
						Arcillas < 0,005 mm.
		200,00	100,00			Coloides < 0,001 mm.
		Gravas	1,93	Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVA- TURA (Cc).
				Fina	1,93	
		Arenas	66,93	Gruesa	4,95	
				Media	32,23	
				Fina	29,76	
		Finos	31,14			

Fuente: elaboración propia

**Figura 11:** Curva Granulométrica Calicata 7 Estrato 1



Fuente: elaboración propia

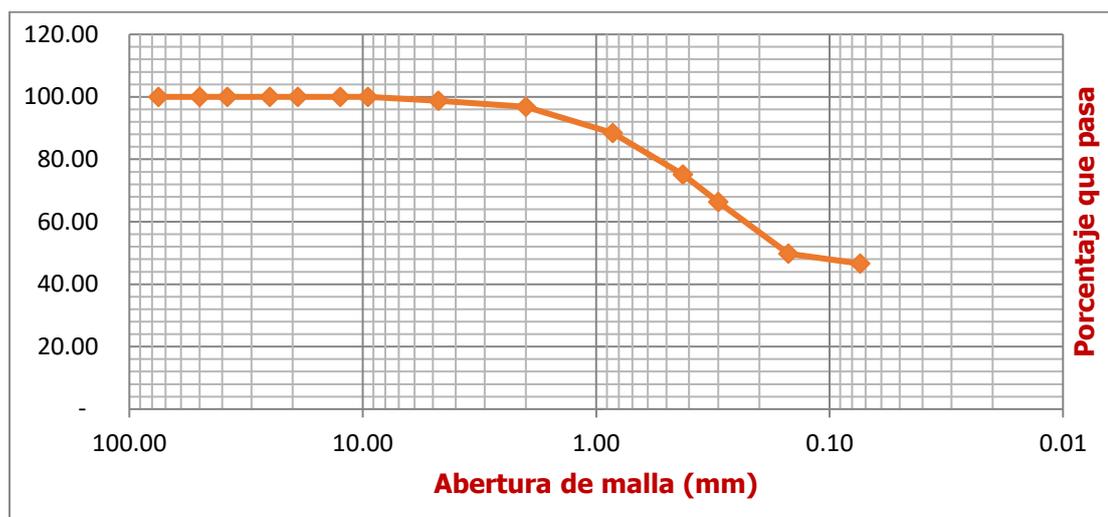
### CALICATA 8

**Tabla 15:** Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 8, Estrato 1

MUESTRA	C8 / E-1				<b>NORMAS TECNICAS APLICADAS:</b> ASTM D-422  NTP 339.128
PESO MUESTRA (gr)	200,00				
PESO MUESTRA SECADA (gr)	107,03				
PESOS FINOS LAVADOS (gr)	92,97				
TAMICES	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO	<b>CARACTERISTICA DE TAMICES:</b>

ASTM (Pulg.)	(mm.)	RETENIDO (gr.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO (%)	PASA (%)	TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.
3"	75,00		-	-	100,00	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TAMIZADO POR LAVADO.
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	<b>2,50</b>	1,25	1,25	<b>98,75</b>	
N° 10	2,00	<b>3,98</b>	1,99	3,24	96,76	
N° 20	0,85	<b>16,75</b>	8,38	11,62	88,39	
N° 40	0,425	<b>26,55</b>	13,28	24,89	75,11	
N° 50	0,30	<b>17,50</b>	8,75	33,64	66,36	
N° 100	0,15	<b>33,15</b>	16,58	50,22	49,79	
N° 200	0,074	<b>6,35</b>	3,18	53,39	<b>46,61</b>	
Platillo		<b>0,25</b>	0,13			Limos 0,074-0,005 mm. Arcillas < 0,005 mm. Coloides < 0,001 mm.
Platillo + Pérdida por lavado		93,22	46,61	100,00	-	
		200,00	100,00			
		Gravas	1,25	Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVA- TURA (Cc).
				Fina	1,25	
		Arenas	52,14	Gruesa	1,99	
				Media	21,65	
				Fina	28,50	
		Finos	46,61			

Fuente: elaboración propia

**Figura 12:** Curva Granulométrica Calicata 8, Estrato 1

Fuente: elaboración propia

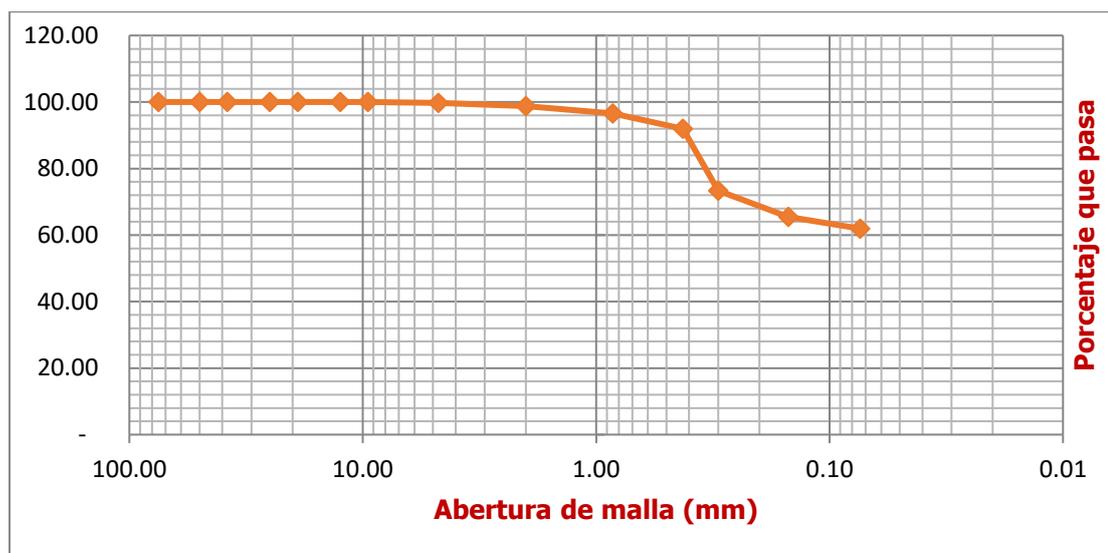
**CALICATA 9****Tabla 16:** Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 9, Estrato 1

MUESTRA		C9 / E-1				NORMAS TECNICAS APLICADAS: ASTM D-422  NTP 339.128
PESO MUESTRA (gr)		200,00				
PESO MUESTRA SECADA (gr)		76,74				
PESOS FINOS LAVADOS (gr)		123,26				
TAMICES ASTM (Pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		CARACTERISTICA DE TAMICES: TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.
				RETENIDO (%)	PASA (%)	
3"	75,00		-	-	100,00	PROCEDIMIENTO: TAMIZADO POR LAVADO.
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	<b>0,61</b>	0,31	0,31	<b>99,70</b>	
N° 10	2,00	<b>1,83</b>	0,92	1,22	98,78	
N° 20	0,85	<b>4,48</b>	2,24	3,46	96,54	
N° 40	0,425	<b>9,15</b>	4,58	8,04	91,97	
N° 50	0,30	<b>37,33</b>	18,67	26,70	73,30	
N° 100	0,15	<b>15,73</b>	7,87	34,57	65,44	

N° 200	0,074	<b>6,99</b>	3,50	38,06	<b>61,94</b>	
Platillo		<b>0,62</b>	0,31			
Platillo + Pérdida por lavado		123,88	61,94	100,00	-	Limos 0,074-0,005 mm.
						Arcillas < 0,005 mm.
		200,00	100,00			Coloides < 0,001 mm.
		Gravas	0,31	Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVA- TURA (Cc).
				Fina	0,31	
		Arenas	37,76	Gruesa	0,92	
				Media	6,82	
				Fina	30,03	
		Finos	61,94			

Fuente: elaboración propia

**Figura 13:** Curva Granulométrica Calicata 9, Estrato 1



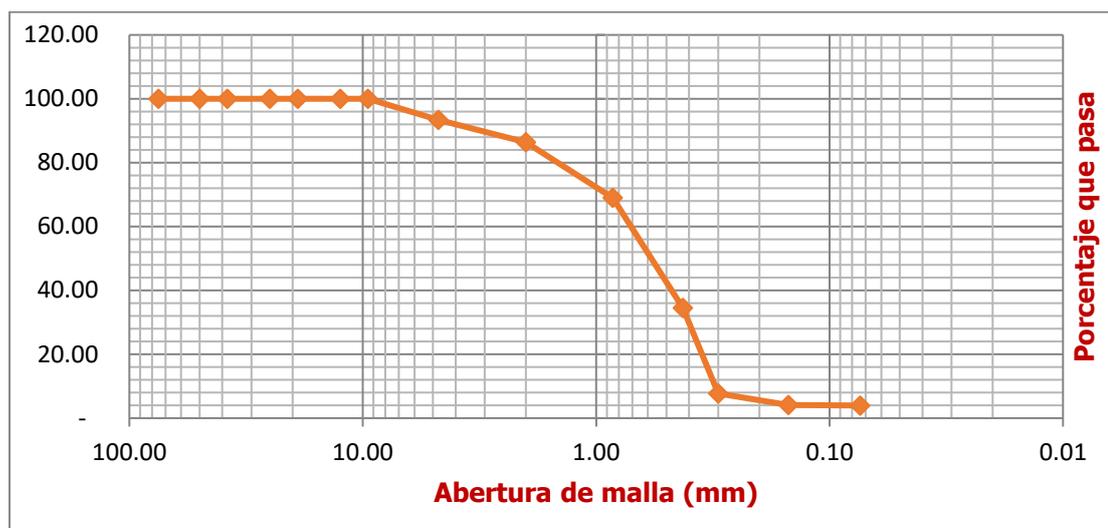
Fuente: elaboración propia

**Tabla 17:** Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 9, Estrato 2

MUESTRA	<b>C9 / E-2</b>	<b>NORMAS TECNICAS APLICADAS:</b> ASTM D-422 NTP 339.128
PESO MUESTRA (gr)	200,00	
PESO MUESTRA SECADA (gr)	192,09	
PESOS FINOS LAVADOS (gr)	7,91	

TAMICES ASTM (Pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		<b>CARACTERISTICA DE TAMICES:</b> TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.
				RETENIDO (%)	PASA (%)	
3"	75,00		-	-	100,00	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TAMIZADO POR LAVADO.
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	<b>13,32</b>	6,66	6,66	<b>93,34</b>	
N° 10	2,00	<b>13,99</b>	7,00	13,66	86,35	
N° 20	0,85	<b>34,60</b>	17,30	30,96	69,05	
N° 40	0,425	<b>68,99</b>	34,50	65,45	34,55	
N° 50	0,30	<b>53,75</b>	26,88	92,33	7,68	
N° 100	0,15	<b>7,12</b>	3,56	95,89	4,11	
N° 200	0,074	<b>0,32</b>	0,16	96,05	<b>3,96</b>	
Platillo		-	-			Limos 0,074-0,005 mm. Arcillas < 0,005 mm. Coloides < 0,001 mm.
Platillo + Pérdida por lavado		7,91	3,96	100,00	-	
		200,00	100,00			
		Gravas	6,66	Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVATURA (Cc).
				Fina	6,66	
		Arenas	89,39	Gruesa	7,00	
				Media	51,80	
				Fina	30,60	
		Finos	3,96			

Fuente: elaboración propia

**Figura 14:** Curva Granulométrica Calicata 9, Estrato 2

Fuente: elaboración propia

**CALICATA 10****Tabla 18:** Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 10, Estrato 1

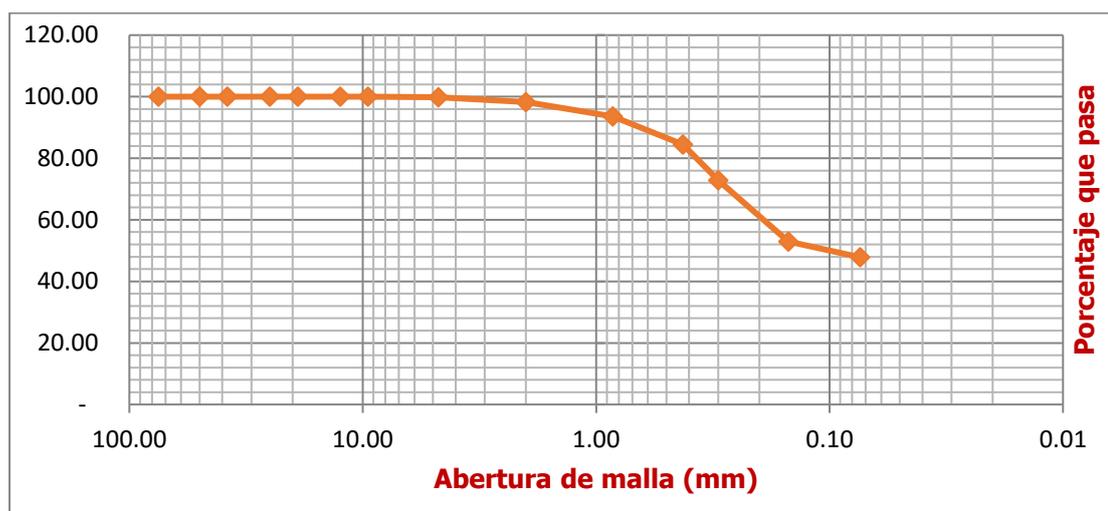
MUESTRA		C10 / E-1				NORMAS TECNICAS APLICADAS: ASTM D-422  NTP 339.128
PESO MUESTRA (gr)		200,00				
PESO MUESTRA SECADA (gr)		105,44				
PESOS FINOS LAVADOS (gr)		94,56				CARACTERISTICA DE TAMICES: TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.
TAMICES ASTM  (Pulg.)	ABERTURA  (mm.)	PESO RETENIDO  (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO  (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		
				RETENIDO (%)	PASA (%)	
3"	75,00		-	-	100,00	
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	<b>0,32</b>	0,16	0,16	<b>99,84</b>	
N° 10	2,00	<b>3,18</b>	1,59	1,75	98,25	
N° 20	0,85	<b>9,21</b>	4,61	6,36	93,65	
N° 40	0,425	<b>18,35</b>	9,18	15,53	84,47	
N° 50	0,30	<b>23,32</b>	11,66	27,19	72,81	
N° 100	0,15	<b>39,81</b>	19,91	47,10	52,91	

**PROCEDIMIENTO:**  
TAMIZADO POR LAVADO.

N° 200	0,074	<b>10,14</b>	5,07	52,17	<b>47,84</b>	
Platillo		<b>1,11</b>	0,56			
Platillo + Pérdida por lavado		95,67	47,84	100,00	-	Limos 0,074-0,005 mm.
						Arcillas < 0,005 mm.
		200,00	100,00			Coloides < 0,001 mm.
		Gravas	0,16	Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVA- TURA (Cc).
				Fina	0,16	
		Arenas	52,01	Gruesa	1,59	
				Media	13,78	
				Fina	36,64	
		Finos	47,84			

Fuente: elaboración propia

**Figura 15:** Curva Granulométrica Calicata 10, Estrato 1



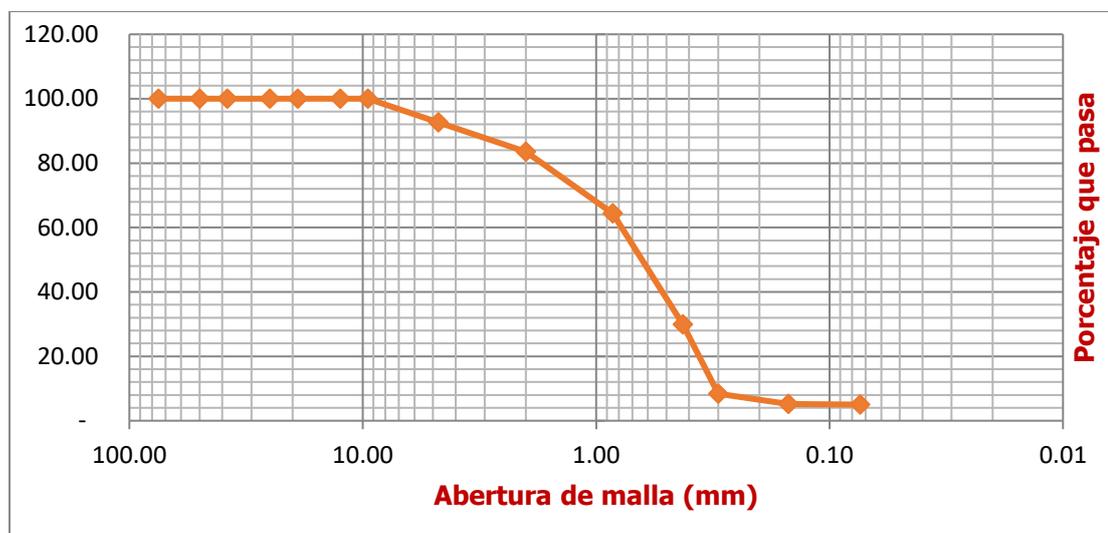
Fuente: elaboración propia

**Tabla 19:** Ensayo De Análisis Granulométrico Calicata 10, Estrato 2

MUESTRA	C10 / E-2	NORMAS TECNICAS APLICADAS:
PESO MUESTRA (gr)	200,00	ASTM D-422
PESO MUESTRA SECADA (gr)	189,98	NTP 339.128
PESOS FINOS LAVADOS (gr)	10,02	

TAMICES ASTM (Pulg.)	ABERTURA (mm.)	PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		<b>CARACTERISTICA DE TAMICES:</b> TAMICES ASTM E-11, DIAMETRO 8". MARCA ELE INTERNATIONAL.
				RETENIDO (%)	PASA (%)	
3"	75,00		-	-	100,00	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TAMIZADO POR LAVADO.
2"	50,00		-	-	100,00	
1 1/2"	38,10		-	-	100,00	
1"	25,00		-	-	100,00	
3/4"	19,00		-	-	100,00	
1/2"	12,50		-	-	100,00	
3/8"	9,50		-	-	100,00	
N° 4	4,75	<b>14,75</b>	7,38	7,38	<b>92,63</b>	
N° 10	2,00	<b>18,25</b>	9,13	16,50	83,50	
N° 20	0,85	<b>38,30</b>	19,15	35,65	64,35	
N° 40	0,425	<b>68,95</b>	34,48	70,13	29,88	
N° 50	0,30	<b>43,10</b>	21,55	91,68	8,33	
N° 100	0,15	<b>6,35</b>	3,18	94,85	5,15	
N° 200	0,074	<b>0,28</b>	0,14	94,99	<b>5,01</b>	
Platillo		-	-			Limos 0,074-0,005 mm.  Arcillas < 0,005 mm. Coloides < 0,001 mm.
Platillo + Pérdida por lavado		10,02	5,01	100,00	-	
		200,00	100,00			
		Gravas	7,38	Gruesa	-	<b>OBSERVACIONES:</b> SIENDO LA CANTIDAD DE FINOS MAYOR A 12%, NO SE DETERMINA LOS COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD (Cu) Y DE CURVATURA (Cc).
				Fina	7,38	
		Arenas	87,62	Gruesa	9,13	
				Media	53,63	
				Fina	24,87	
		Finos	5,01			

Fuente: elaboración propia

**Figura 16:** Curva Granulométrica Calicata 10, Estrato 2

Fuente: elaboración propia

## 2. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

### *CALICATA 1*

**Tabla 20:** Contenido De Humedad Calicata 1, Estrato 1

	SONDAJE O CALICATA	C-1		
	MUESTRA	C1 / E1		
	PROFUNDIDAD (m)	0.25 - 1.20		
1	N° DEPOSITO	22		
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDAD (g)	115,05		
3	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA (g)	98,37		
4	PESO DE AGUA CONTENIDA: (2) - (3) (g)	16,68		
5	PESO DEPOSITO (g)	22,04		
6	PESO MUESTRA SECA: (3) - (5) (g)	76,33		
7	CONTENIDO HUMEDAD %: (4)/(6)*100	<b>21,85</b>		

Fuente: elaboración propia

### *CALICATA 2*

**Tabla 21:** Contenido de Humedad Calicata 2, Estrato 1

	<b>SONDAJE O CALICATA</b>	<b>C-2</b>		
	<b>MUESTRA</b>	<b>C2 / E1</b>		
	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>0.60-1.20</b>		
1	N° DEPOSITO	031		
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDAD (g)	92,16		
3	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA (g)	81,61		
4	PESO DE AGUA CONTENIDA: (2) - (3) (g)	10,55		
5	PESO DEPOSITO (g)	21,97		
6	PESO MUESTRA SECA: (3) - (5) (g)	59,64		
7	CONTENIDO HUMEDAD %: (4)/(6)*100	<b>17,69</b>		

Fuente: elaboración propia

### ***CALICATA 3***

**Tabla 22:** *Contenido De Humedad Calicata 3, Estrato 1*

	<b>SONDAJE O CALICATA</b>	<b>C-3</b>		
	<b>MUESTRA</b>	<b>C3 / E1</b>		
	<b>PROFUNDIDAD (mts)</b>	<b>0,05-0.90</b>		
1	N° DEPOSITO	8		
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDAD (g)	101,51		
3	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA (g)	86,21		
4	PESO DE AGUA CONTENIDA: (2) - (3) (g)	15,30		
5	PESO DEPOSITO (g)	22,26		
6	PESO MUESTRA SECA: (3) - (5) (g)	63,95		
7	CONTENIDO HUMEDAD %: (4)/(6)*100	<b>23,92</b>		

Fuente: elaboración propia

### ***CALICATA 4***

**Tabla 23:** *Contenido de Humedad Calicata 4, Estrato 1*

	<b>SONDAJE O CALICATA</b>	<b>C-4</b>		
--	---------------------------	------------	--	--

	MUESTRA	C4/ E1		
	PROFUNDIDAD (m)	0,10 - 1,00		
1	N° DEPOSITO	30		
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDAD (g)	122,74		
3	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA (g)	102,63		
4	PESO DE AGUA CONTENIDA: (2) - (3) (g)	20,11		
5	PESO DEPOSITO (g)	22,26		
6	PESO MUESTRA SECA: (3) - (5) (g)	80,37		
7	CONTENIDO HUMEDAD %: (4)/(6)*100	<b>25,02</b>		

Fuente: elaboración propia

### **CALICATA 5**

**Tabla 24:** *Ensayo de Contenido de Humedad Calicata 5, Estrato 1 y 2.*

	SONDAJE O CALICATA	C-5	C-5	
	MUESTRA	C5 / E1	C5 / E2	
	PROFUNDIDAD (m)	0,05 - 0,70	0,70 - 1,50	
1	N° DEPOSITO	142	226A	
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDAD (g)	66,33	64,35	
3	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA (g)	65,02	61,76	
4	PESO DE AGUA CONTENIDA: (2) - (3) (g)	1,31	2,59	
5	PESO DEPOSITO (g)	14,00	22,20	
6	PESO MUESTRA SECA: (3) - (5) (g)	51,02	39,56	
7	CONTENIDO HUMEDAD %: (4)/(6)*100	<b>2,57</b>	<b>6,55</b>	

Fuente: elaboración propia

### **CALICATA 6**

**Tabla 25:** *Ensayo de Contenido de Humedad Calicata 6, Estrato 1*

	SONDAJE O CALICATA	C-6		
	MUESTRA	C6 / E1		

	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>0,50-1,50</b>		
1	N° DEPOSITO	10		
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDAD (g)	71,83		
3	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA (g)	69,35		
4	PESO DE AGUA CONTENIDA: (2) - (3) (g)	2,48		
5	PESO DEPOSITO (g)	20,44		
6	PESO MUESTRA SECA: (3) - (5) (g)	48,91		
7	CONTENIDO HUMEDAD %: (4)/(6)*100	<b>5,07</b>		

Fuente: elaboración propia

### **CALICATA 7**

**Tabla 26:** *Contenido de Humedad Calicata 7, Estrato 1*

	<b>SONDAJE O CALICATA</b>	<b>C-7</b>		
	<b>MUESTRA</b>	<b>C7/ E1</b>		
	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>0,50 - 1,50</b>		
1	N° DEPOSITO	272		
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDAD (g)	71,70		
3	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA (g)	66,21		
4	PESO DE AGUA CONTENIDA: (2) - (3) (g)	5,49		
5	PESO DEPOSITO (g)	14,27		
6	PESO MUESTRA SECA: (3) - (5) (g)	51,94		
7	CONTENIDO HUMEDAD %: (4)/(6)*100	<b>10,57</b>		

Fuente: elaboración propia

### **CALICATA 8**

	<b>SONDAJE O CALICATA</b>	<b>C-8</b>		
	<b>MUESTRA</b>	<b>C8/ E1</b>		
	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>0,65 -1,50</b>		
1	N° DEPOSITO	26		

2	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDAD (g)	107,13		
3	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA (g)	96,89		
4	PESO DE AGUA CONTENIDA: (2) - (3) (g)	10,24		
5	PESO DEPOSITO (g)	22,44		
6	PESO MUESTRA SECA: (3) - (5) (g)	74,45		
7	CONTENIDO HUMEDAD %: (4)/(6)*100	<b>13,75</b>		

Fuente: elaboración propia

### ***CALICATA 9***

**Tabla 27:** *Análisis de Contenido de Humedad Calicata 9, Estrato 1 y 2*

	SONDAJE O CALICATA	C-9	C-9	
	MUESTRA	C9/ E1	C9/ E2	
	PROFUNDIDAD (m)	0,00 - 0,60	0,60 - 1,50	
1	N° DEPOSITO	10	4	
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDAD (g)	131,84	89,58	
3	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA (g)	129,73	86,32	
4	PESO DE AGUA CONTENIDA: (2) - (3) (g)	2,11	3,26	
5	PESO DEPOSITO (g)	24,98	22,50	
6	PESO MUESTRA SECA: (3) - (5) (g)	104,75	63,82	
7	CONTENIDO HUMEDAD %: (4)/(6)*100	<b>2,01</b>	<b>5,11</b>	

Fuente: elaboración propia

### ***CALICATA 10***

**Tabla 28:** *Análisis de Contenido de Humedad Calicata 10, Estrato 1 y 2*

	SONDAJE O CALICATA	C-10	C-10	
	MUESTRA	C10 / E1	C10 / E2	
	PROFUNDIDAD (m)	0,00 - 0,40	0,40 - 1,50	
1	N° DEPOSITO	378	18	
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDAD (g)	69,88	81,58	

3	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA (g)	68,86	79,16	
4	PESO DE AGUA CONTENIDA: (2) - (3) (g)	1,02	2,42	
5	PESO DEPOSITO (g)	21,86	22,30	
6	PESO MUESTRA SECA: (3) - (5) (g)	47,00	56,86	
7	CONTENIDO HUMEDAD %: (4)/(6)*100	<b>2,17</b>	<b>4,26</b>	

Fuente: elaboración propia

### 3. LIMITES DE CONSISTENCIA

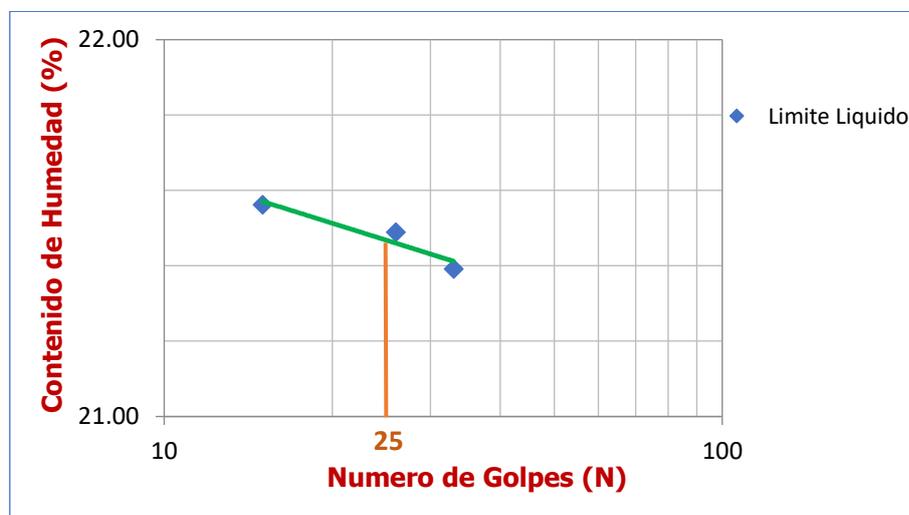
#### CALICATA 1

**Tabla 29:** Ensayo de Límite líquido y Límite Plástico Calicata 1, Estrato 1

	LIMITE LIQUIDO			L. PLASTICO
	21,47			16,88
<b>MUESTRA</b>	<b>C1-E1</b>			
<b>CÁPSULA N°</b>	<b>28</b>	<b>0,27</b>	<b>17</b>	<b>299</b>
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	33,15	35,28	36,29	14,24
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	31,19	32,74	33,8	13,98
3. Peso del agua (gr)	1,96	2,54	2,49	0,26
4. Peso de la cápsula (gr)	22,1	20,92	22,16	12,44
5. Peso suelo seco (gr)	9,09	11,82	11,64	1,54
6. % de humedad	21,56	21,49	21,39	16,88
N° de golpes	15	26	33	

Fuente: elaboración propia

**Figura 17:** Curva De Fluidez Calicata 1, Estrato 1

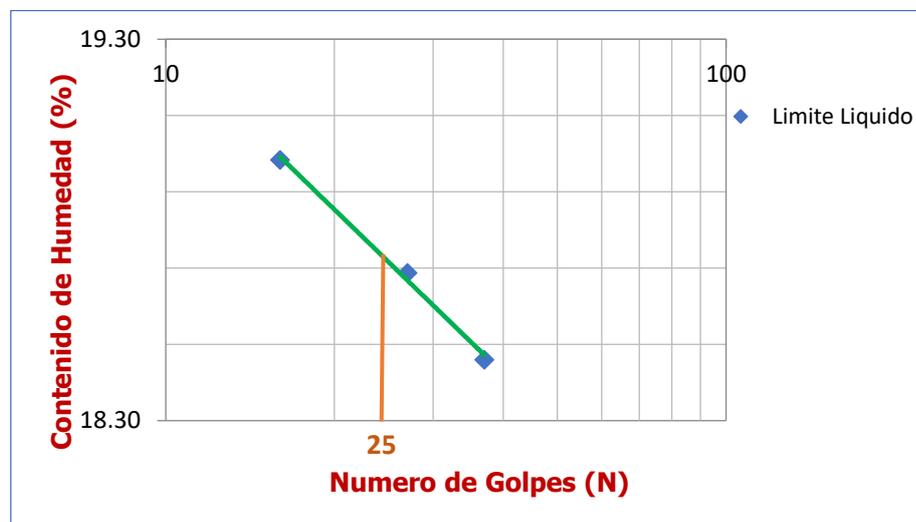


Fuente: elaboración propia

**CALICATA 2****Tabla 30:** *Ensayo de Limite líquido y Limite Plástico Calicata 2, Estrato 1*

	LIMITE LIQUIDO			L. PLASTICO
	18,76			16,20
<b>MUESTRA</b>	<b>C2-E1</b>			
<b>CÁPSULA N°</b>	<b>079A</b>	<b>42</b>	<b>240</b>	<b>182</b>
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	29,03	30,26	27,5	17,1
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	26,75	27,64	25,39	16,75
3. Peso del agua (gr)	2,28	2,62	2,11	0,35
4. Peso de la cápsula (gr)	14,74	13,96	13,96	14,59
5. Peso suelo seco (gr)	12,01	14,02	11,43	2,16
6. % de humedad	18,98	18,69	18,46	16,20
N° de golpes	16	27	37	

Fuente: elaboración propia

**Figura 18:** *Curva de Fluidez Calicata 2, Estrato 1*

Fuente: elaboración propia

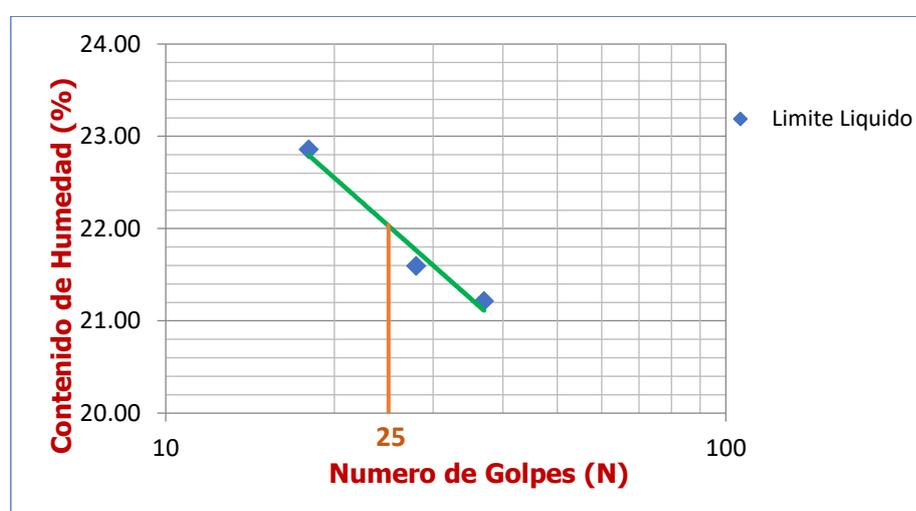
**CALICATA 3****Tabla 31:** *Ensayo De Limite Líquido Y Limite Plástico Calicata 3, Estrato 1*

	LIMITE LIQUIDO		L. PLASTICO
	22,25		18,31
<b>MUESTRA</b>	<b>C3-E1</b>		

CÁPSULA N°	275A	183	15	138
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	25,77	25,21	26,75	15,95
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	23,58	23,29	24,48	15,69
3. Peso del agua (gr)	2,19	1,92	2,27	0,26
4. Peso de la cápsula (gr)	14	14,4	13,78	14,27
5. Peso suelo seco (gr)	9,58	8,89	10,7	1,42
6. % de humedad	22,86	21,60	21,21	18,31
N° de golpes	18	28	37	

Fuente: elaboración propia

**Figura 19:** Curva De Fluidez Calicata 3, Estrato I



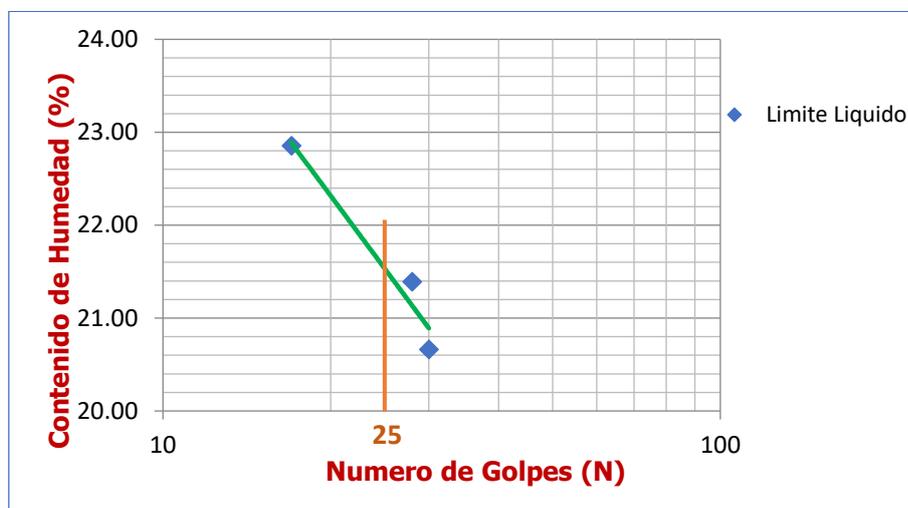
Fuente: elaboración propia

#### CALICATA 4

**Tabla 32:** Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 4, Estrato I

MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			L. PLASTICO
	21,51			17,14
MUESTRA	C4-E1			
CÁPSULA N°	138	234	140	272
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	39,11	26,39	27,79	15,84
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	35,86	24,36	25,55	15,6
3. Peso del agua (gr)	3,25	2,03	2,24	0,24
4. Peso de la cápsula (gr)	21,64	14,87	14,71	14,2
5. Peso suelo seco (gr)	14,22	9,49	10,84	1,4
6. % de humedad	22,86	21,39	20,66	17,14
N° de golpes	17	28	30	

Fuente: elaboración propia 7

**Figura 20:** Curva De Fluidez Calicata 4, Estrato 1

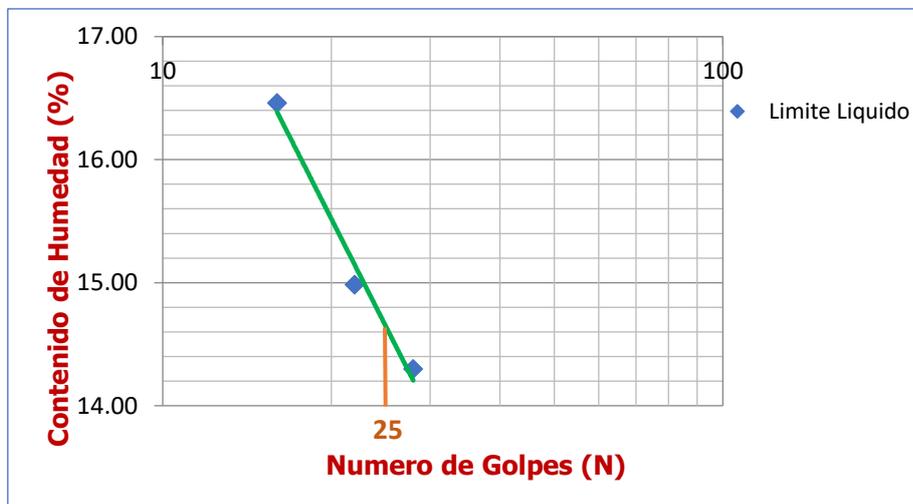
Elaboración propia

**CALICATA 5****Tabla 33:** Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 5, Estrato 1

	LIMITE LIQUIDO			L. PLASTICO
	14,84			13,80
MUESTRA	C5-E1			
CÁPSULA N°	268	226A	378	21
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	53,27	47,33	47,76	27,41
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	48,76	44,05	44,52	26,76
3. Peso del agua (gr)	4,51	3,28	3,24	0,65
4. Peso de la cápsula (gr)	21,36	22,16	21,86	22,05
5. Peso suelo seco (gr)	27,4	21,89	22,66	4,71
6. % de humedad	16,46	14,98	14,30	13,80
N° de golpes	16	22	28	

Fuente: elaboración propia

**Figura 21:** Curva De Fluidez Calicata 5, Estrato 1

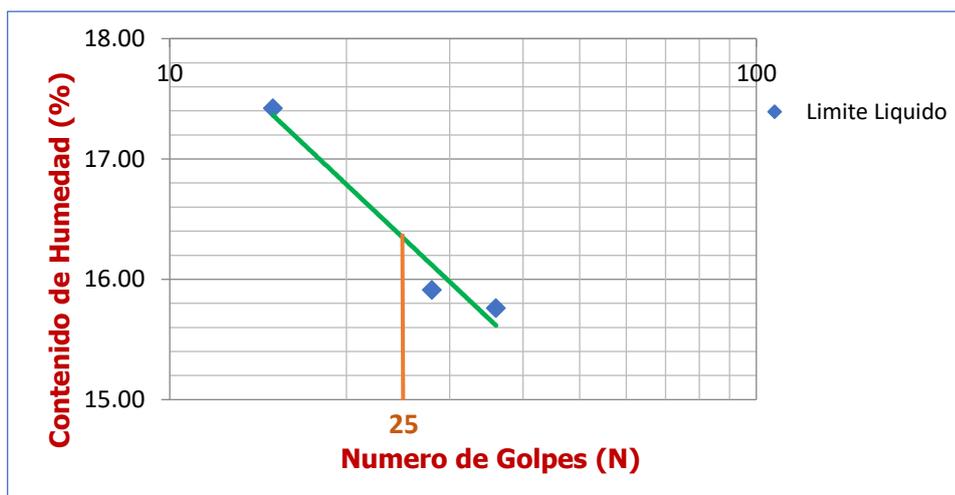


Fuente: elaboración propia

**Tabla 34:** Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 5, Estrato 2

	LIMITE LIQUIDO			L. PLASTICO
	16,63			11,11
MUESTRA	C5-E2			
CÁPSULA N°	142	277	369	299
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	42,21	36,56	31,86	15,14
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	38,02	33,5	29,45	14,87
3. Peso del agua (gr)	4,19	3,06	2,41	0,27
4. Peso de la cápsula (gr)	13,97	14,27	14,16	12,44
5. Peso suelo seco (gr)	24,05	19,23	15,29	2,43
6. % de humedad	17,42	15,91	15,76	11,11
N° de golpes	15	28	36	

Fuente: elaboración propia

**Figura 22:** Curva De Fluidez Calicata 5, Estrato 2

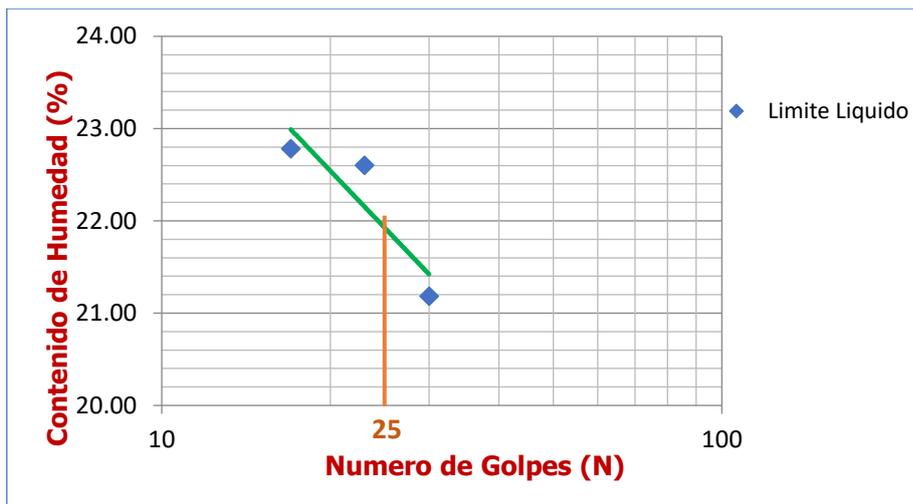
Fuente: elaboración propia

**CALICATA 6****Tabla 35:** Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 6, Estrato 1

	LIMITE LIQUIDO			L. PLASTICO
	21,80			19,48
MUESTRA	C6-E1			
CÁPSULA N°	226	221	313	113
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	53,87	53,83	53,22	46,24
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	47,94	47,82	47,75	42,1
3. Peso del agua (gr)	5,93	6,01	5,47	4,14
4. Peso de la cápsula (gr)	21,91	21,23	21,93	20,85
5. Peso suelo seco (gr)	26,03	26,59	25,82	21,25
6. % de humedad	22,78	22,60	21,19	19,48
N° de golpes	17	23	30	

Fuente: elaboración propia

**Figura 23:** Curva De Fluidez Calicata 6, Estrato 1



Fuente: elaboración propia

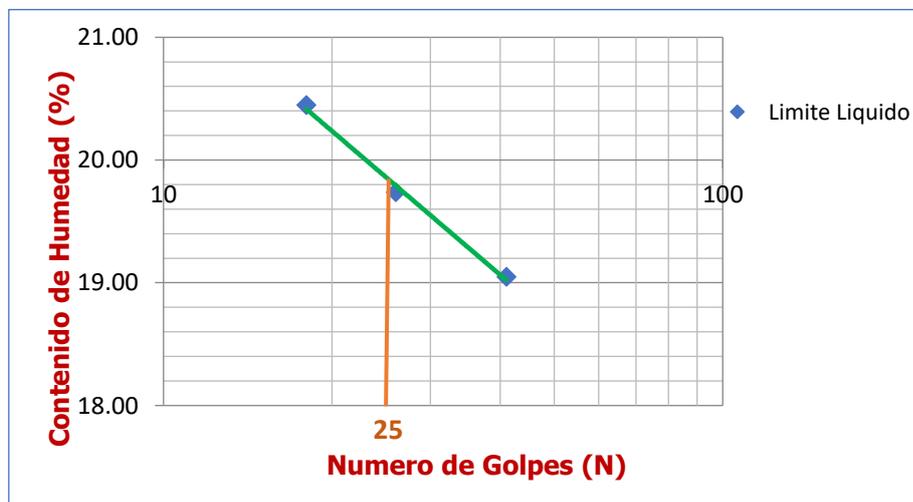
**CALICATA 7**

**Tabla 36:** Ensayo Límite Líquido Y Limite Plástico Calicata 7, Estrato 1

MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			L. PLASTICO
	20,02			17,21
CÁPSULA N°	C7-E1			
	240	264	15	299
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	34,47	37,69	30,53	17,14
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	30,99	33,94	27,85	16,45
3. Peso del agua (gr)	3,48	3,75	2,68	0,69
4. Peso de la cápsula (gr)	13,97	14,94	13,78	12,44
5. Peso suelo seco (gr)	17,02	19	14,07	4,01
6. % de humedad	20,45	19,74	19,05	17,21
N° de golpes	18	26	41	

Fuente: elaboración propia

**Figura 24:** Curva De Fluidez Calicata 7, Estrato 1



Fuente: elaboración propia

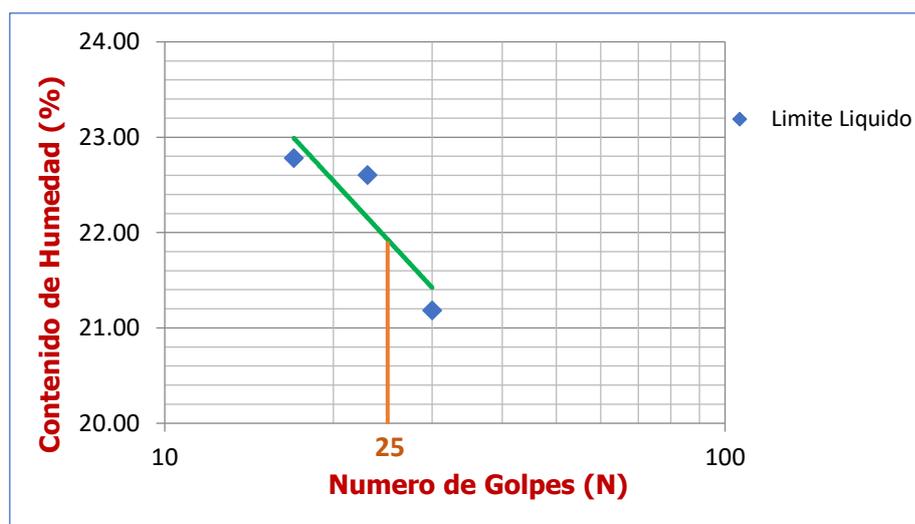
### CALICATA 8

**Tabla 37:** *Ensayo Límite Líquido Y Limite Plástico Calicata 8, Estrato 1*

MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			L. PLASTICO
	21,80			16,63
	<b>C8-E1</b>			
CÁPSULA N°	226	221	313	113
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	53,87	53,83	53,22	46,24
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	47,94	47,82	47,75	42,62
3. Peso del agua (gr)	5,93	6,01	5,47	3,62
4. Peso de la cápsula (gr)	21,91	21,23	21,93	20,85
5. Peso suelo seco (gr)	26,03	26,59	25,82	21,77
6. % de humedad	22,78	22,60	21,19	16,63
N° de golpes	17	23	30	

Fuente: elaboración propia

**Figura 25:** *Curva De Fluidez Calicata 8, Estrato 1*



Fuente: elaboración propia

### CALICATA 9

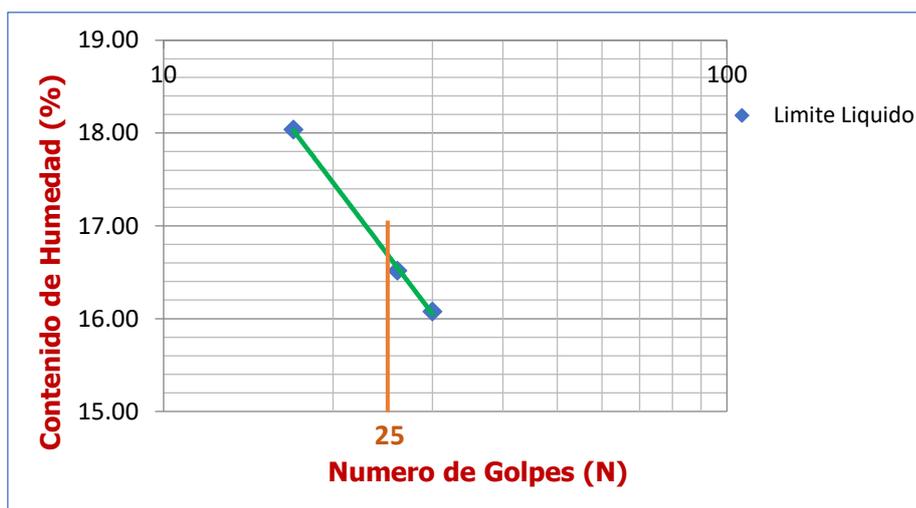
**Tabla 38:** *Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 9, Estrato 1*

MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			L. PLASTICO
	16,83			13,67
	<b>C9-E1</b>			
CÁPSULA N°	98	205	313	289
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	30,51	28,63	35,36	17,48
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	28,01	26,57	33,5	17,1

3. Peso del agua (gr)	2,5	2,06	1,86	0,38
4. Peso de la cápsula (gr)	14,15	14,1	21,93	14,32
5. Peso suelo seco (gr)	13,86	12,47	11,57	2,78
6. % de humedad	18,04	16,52	16,08	13,67
N° de golpes	17	26	30	

Fuente: elaboración propia

**Figura 26:** Curva De Fluidez Calicata 9, Estrato 1

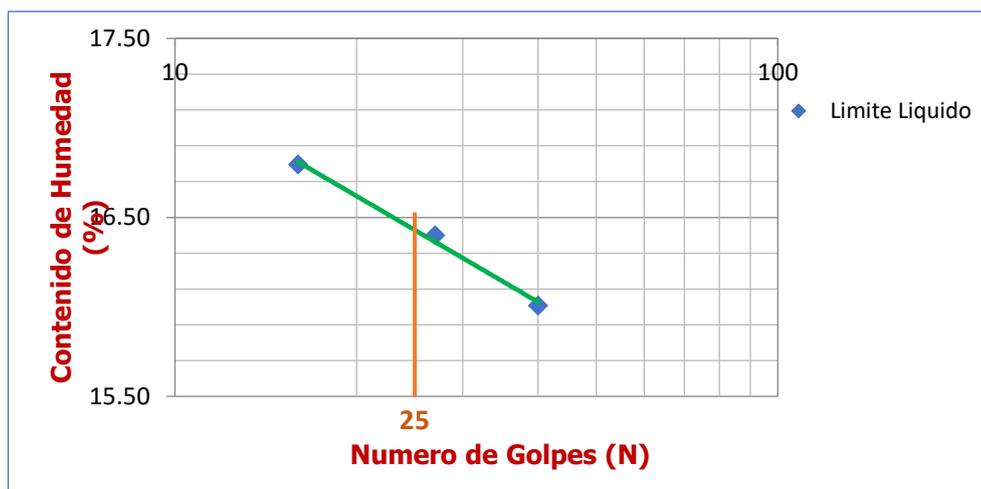


Fuente: elaboración propia

**Tabla 39:** Ensayo Límite Líquido Y Limite Plástico Calicata 9, Estrato 2

MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			L. PLASTICO
	16,50			10,50
MUESTRA	C9-E2			
CÁPSULA N°	31	183	322	24
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	33,72	35,47	27,19	15,95
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	30,88	32,5	25,41	15,74
3. Peso del agua (gr)	2,84	2,97	1,78	0,21
4. Peso de la cápsula (gr)	13,97	14,39	14,29	13,74
5. Peso suelo seco (gr)	16,91	18,11	11,12	2
6. % de humedad	16,79	16,40	16,01	10,50
N° de golpes	16	27	40	

Fuente: elaboración propia

**Figura 27:** Curva De Fluidez Calicata 9, Estrato 2

Fuente: elaboración propia

**CALICATA 10****Tabla 40:** Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 10, Estrato 1

	LIMITE LIQUIDO			L. PLASTICO
	16,83			13,67
MUESTRA	C10-E1			
CÁPSULA N°	226	221	313	113
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	38,27	35,76	35,36	24,01
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	35,77	33,7	33,5	23,63
3. Peso del agua (gr)	2,5	2,06	1,86	0,38
4. Peso de la cápsula (gr)	21,91	21,23	21,93	20,85
5. Peso suelo seco (gr)	13,86	12,47	11,57	2,78
6. % de humedad	18,04	16,52	16,08	13,67
N° de golpes	17	26	30	

Fuente: elaboración propia

**Figura 28:** Curva De Fluidez Calicata 10, Estrato 1



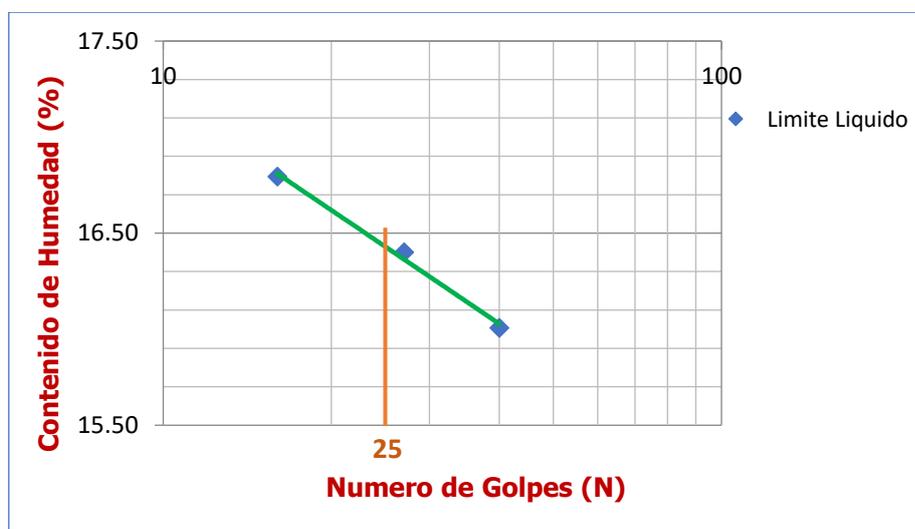
Fuente: elaboración propia

**Tabla 41:** *Ensayo De Límite Líquido Y Límite Plástico Calicata 10, Estrato 2*

MUESTRA	LIMITE LIQUIDO			L. PLASTICO
	16,50			10,50
	<b>C10-E2</b>			
CÁPSULA N°	226	221	313	113
1. Peso suelo húmedo + cápsula (gr)	41,66	42,31	34,83	23,06
2. Peso suelo seco + cápsula (gr)	38,82	39,34	33,05	22,85
3. Peso del agua (gr)	2,84	2,97	1,78	0,21
4. Peso de la cápsula (gr)	21,91	21,23	21,93	20,85
5. Peso suelo seco (gr)	16,91	18,11	11,12	2
6. % de humedad	16,79	16,40	16,01	10,50
N° de golpes	16	27	40	

Fuente: elaboración propia

**Figura 29:** *Curva De Fluidez Calicata 10, Estrato 2*



Fuente: elaboración propia

**ANEXO CAPITULO V-02. RESULTADOS DE ENSAYOS PARA  
DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA



**LABORATORIO DE PAVIMENTOS**  
**CONSTANCIA N° 11 - 2018 - FICSA-LP**

El que suscribe, Jefe Del Laboratorio de Pavimentos de La Facultad de Ingeniería Civil de Sistemas y de Arquitectura, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo:

**Hace Constar:**

Que, la Bachiller en Ingeniería Civil:

**CHÁVEZ VALDEZ KETTY**

Han realizado ensayos de Pavimentos en este Laboratorio, a partir del 06 al 21 de marzo del 2018; en lo concerniente a:

<u>TIPO DE ENSAYO</u>	<u>CANTIDAD</u>
Ensayo de Proctor Modificado	TRES (03)
Ensayo California Bearing Ratio (CBR)	TRES (03)

Para dar cumplimiento a un capítulo de su Proyecto de Tesis "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL CENTRO POBLADO POSITOS, DISTRITO MORROPE, PROVINCIA LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE". Código: IC- 2016-102.

Se expide la presente Constancia, a solicitud de los interesados para los fines que estimen conveniente.

Lambayeque, 30 de Octubre del 2018



**M. ING. ROGER ANAYA MORALES**  
JEFE DEL LABORATORIO

RAM/lmsv

**NOTA:**

La realización de los ensayos de laboratorio, el procesamiento de la información y la interpretación de los resultados corresponde a los tesisistas.

## 1. PROCTOR MODIFICADO

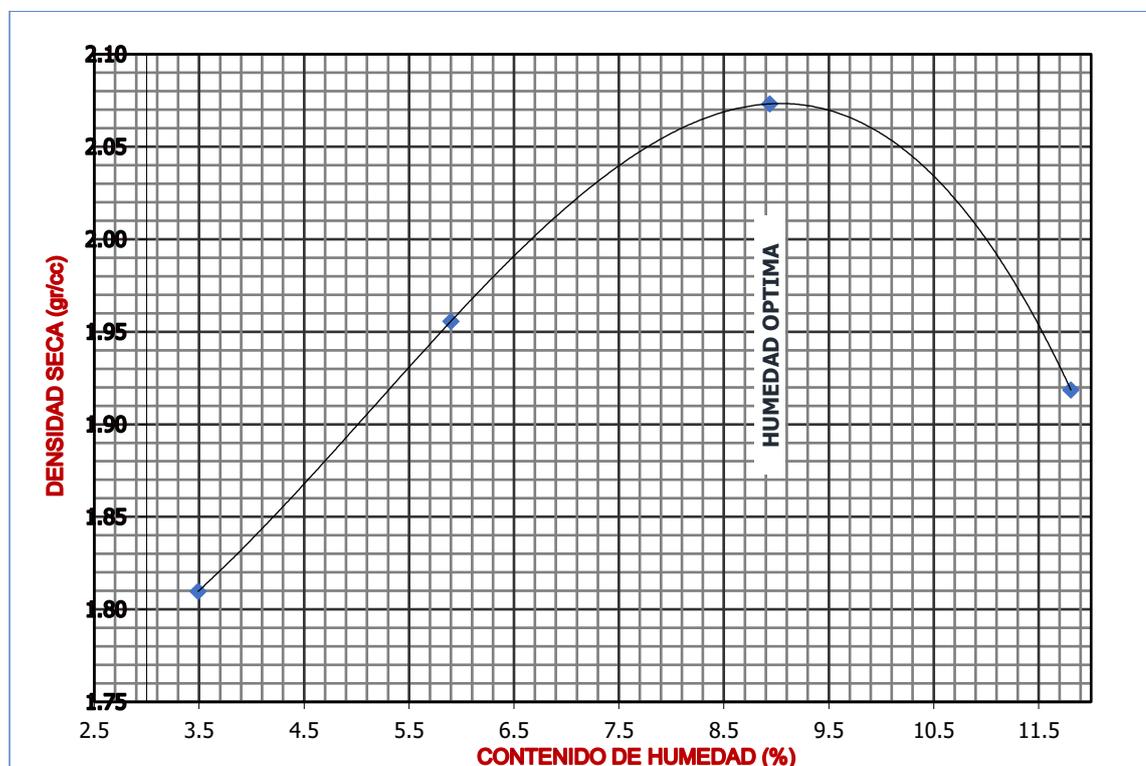
### CALICATA 1

**Tabla 42:** Ensayo De Proctor Modificado – Método AASHTO D – 1557 Calicata 1

VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	944		PESO DEL MOLDE (gr.):	1655		MOLDE Nro. 1
NUMERO DE ENSAYOS	1		2	3		4
PESO SUELO + MOLDE	3423		3610	3787		3680
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1768		1955	2132		2025
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1,873		2,071	2,258		2,145
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	79		27	138		289
PESO SUELO HUMEDO + TARA	31,93		39,93	55,10		38,94
PESO SUELOS SECO + TARA	31,35		38,87	51,75		36,34
PESO DE LA TARA	14,73		20,90	14,27		14,32
PESO DE AGUA	0,58		1,06	3,35		2,60
PESO DE SUELO SECO	16,62		17,97	37,48		22,02
CONTENIDO DE AGUA	3,49		5,90	8,94		11,81
% PROMEDIO DE AGUA	3,49		5,90	8,94		11,81
PESO VOLUMETRICO SECO	1,810		1,956	2,073		1,919
<b>DENSIDAD MAXIMA SECA:</b>	<b>2,073 gr/cc.</b>		<b>HUMEDAD OPTIMA:</b>	<b>8,80 %</b>		

Fuente: elaboración propia

**Figura 30:** Grafico Del Proctor Modificado Calicata 1



Fuente: elaboración propia

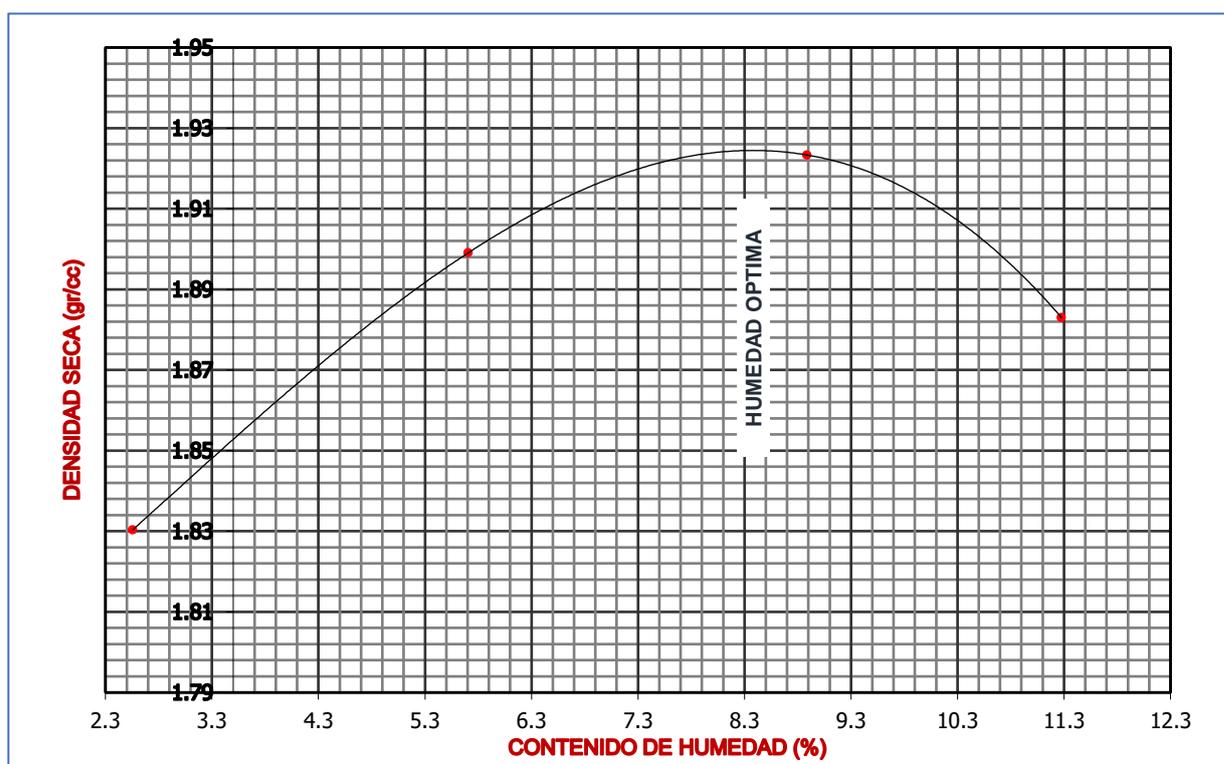
## CALICATA 7

**Tabla 43:** Ensayo De Proctor Modificado – Método AASHTO D-1557 Calicata 7

VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	944		PESO DEL MOLDE (gr.) :		1655	MOLDE Nro. 1
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE	3427	3550	3632	3633		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1772	1895	1977	1978		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	<b>1,877</b>	<b>2,007</b>	<b>2,094</b>	<b>2,095</b>		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	140	378	15	267		
PESO SUELO HUMEDO + TARA	48,81	50,76	40,62	49,44		
PESO SUELOS SECO + TARA	47,96	49,20	38,43	45,87		
PESO DE LA TARA	14,71	21,86	13,79	14,21		
PESO DE AGUA	0,85	1,56	2,19	3,57		
PESO DE SUELO SECO	33,25	27,34	24,64	31,66		
CONTENIDO DE AGUA	<b>2,56</b>	<b>5,71</b>	<b>8,89</b>	<b>11,28</b>		
% PROMEDIO DE AGUA	<b>2,56</b>	<b>5,71</b>	<b>8,89</b>	<b>11,28</b>		
PESO VOLUMETRICO SECO	<b>1,830</b>	<b>1,899</b>	<b>1,923</b>	<b>1,883</b>		
<b>DENSIDAD MAXIMA SECA: 1,925 gr/cc</b>	<b>HUMEDAD OPTIMA:</b>		<b>8,40 %</b>			

Fuente: elaboración propia

**Figura 31:** Grafico Del Proctor Modificado Calicata 7



Fuente: elaboración propia

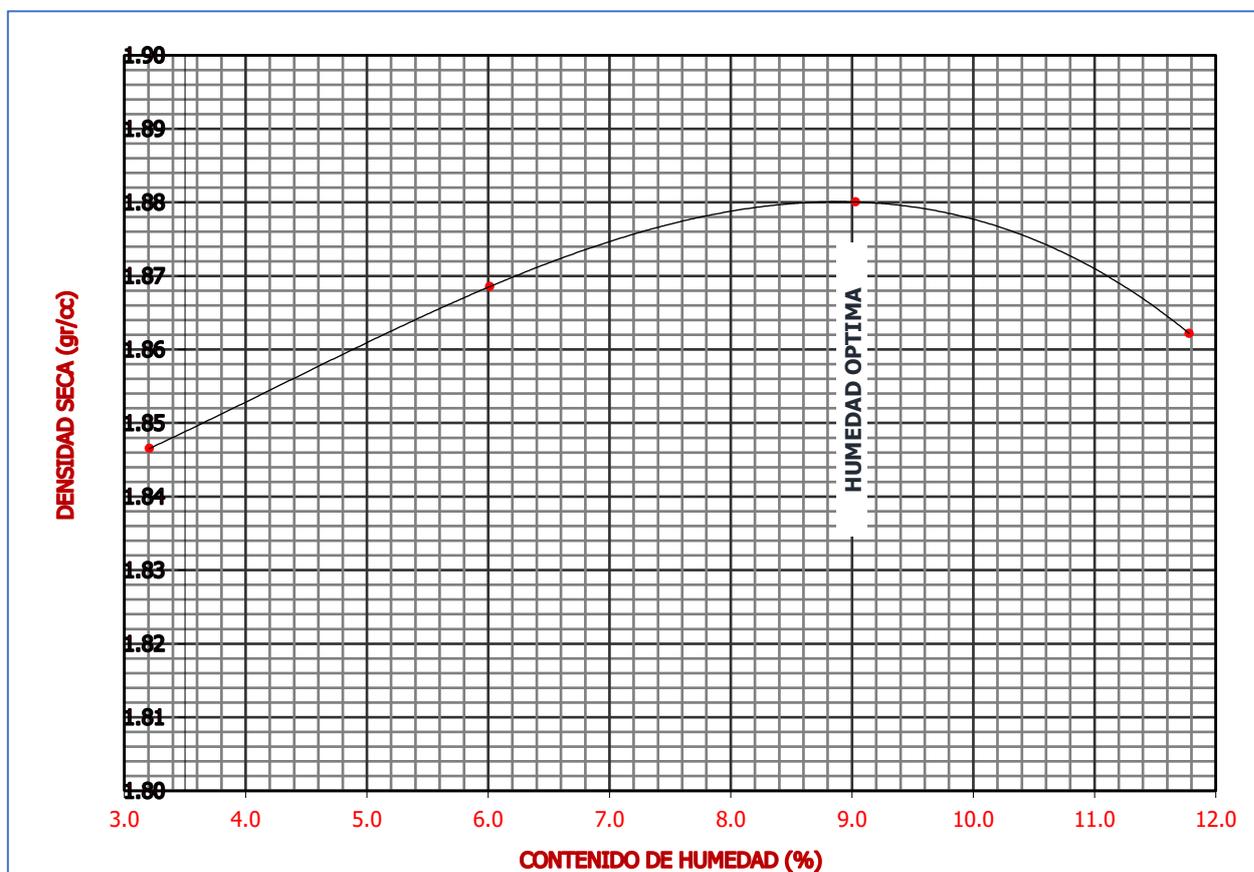
### CALICATA 9

**Tabla 44:** Ensayo Proctor Modificado Método AASHTO D – 1557 Calicata 9

VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	PESO DEL MOLDE (gr.) :		MOLDE Nro. 1
944	1655		
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3
PESO SUELO + MOLDE	3454	3525	3590
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1799	1870	1935
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1,906	1,981	2,050
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
RECIPIENTE Nro.	183	234	142
PESO SUELO HUMEDO + TARA	55,60	55,59	44,15
PESO SUELOS SECO + TARA	54,32	53,28	41,65
PESO DE LA TARA	14,39	14,87	13,96
PESO DE AGUA	1,28	2,31	2,50
PESO DE SUELO SECO	39,93	38,41	27,69
CONTENIDO DE AGUA	3,21	6,01	9,03
% PROMEDIO DE AGUA	3,21	6,01	9,03
PESO VOLUMETRICO SECO	1,847	1,869	1,880
<b>DENSIDAD MAXIMA SECA: 1,88 gr/cc</b>	<b>HUMEDAD OPTIMA: 9,00 %</b>		

Fuente: elaboración propia

**Figura 32:** grafico de Proctor modificado calicata 9



Fuente: elaboración propia

## 2. CALIFORNIA BEARING RATIO: CBR

### CALICATA 1

**Tabla 45:** Ensayo de CBR calicata 1

MOLDE N°	1		2		3	
						
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	9358	9471	8825	8915	8720	8945
PESO DEL MOLDE (gr)	4562	4562	4165	4165	4173	4173
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4796	4909	4660	4750	4547	4772
VOLUMEN DEL SUELO (cm3)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2,238	2,291	2,175	2,217	2,122	2,227
CAPSULA N°	23	6	12	17	1	38
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	68,00	67,68	63,92	65,03	68,27	83,93
PESO CAPSULA + SUELO SECO (gr)	64,46	63,31	61,05	61,01	65,23	76,33
PESO DE AGUA CONTENIDA	3,54	4,37	2,87	4,02	3,04	7,60
PESO DE CAPSULA (gr)	24,55	26,70	29,67	27,44	32,33	27,45
PESO DE SUELO SECO (gr)	39,91	36,61	31,38	33,57	32,90	48,88
HUMEDAD (%)	8,87%	11,94%	9,15%	11,97%	9,24%	15,55%
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2,056	2,047	1,993	1,980	1,943	1,927

Fuente: elaboración propia

**Tabla 46:** Ensayo De Expansión Calicata 1

MOLDE N°			1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
12-mar-18	11:40 AM	0 hrs	3,000	-----	-----	0,000	-----	-----	3,000	-----	-----
13-mar-18	11:40 AM	24 hrs	3,200	0,200	0,172	0,420	0,420	0,361	3,670	0,670	0,576

14-mar-18	11:40 AM	48 hrs	3,490	0,490	0,421	0,642	0,642	0,552	3,760	0,760	0,653
15-mar-18	11:40 AM	72 hrs	3,550	0,550	0,473	0,780	0,780	0,671	3,870	0,870	0,748
16-mar-18	11:40 AM	96 hrs	3,550	0,550	0,473	0,780	0,780	0,671	3,870	0,870	0,748

**Tabla 47:** *Ensayo De Penetración Calicata 1*

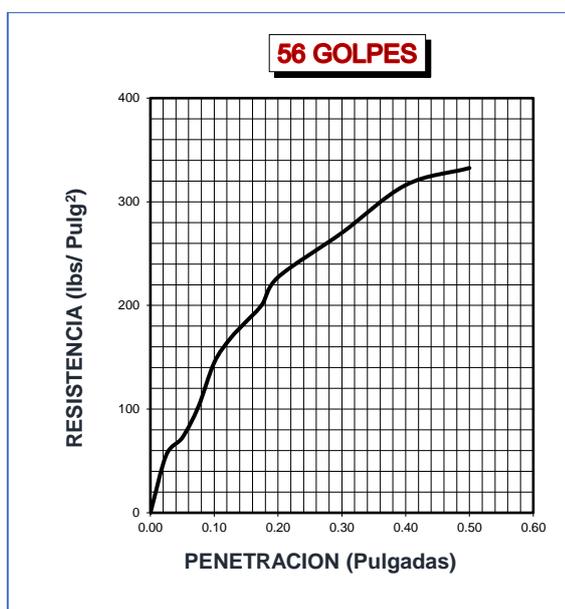
PENETRACION mm	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N°				1	MOLDE N°				2	MOLDE N°				4	
		CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
			Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>		%	Lectura	lbs		lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
<b>0,64</b>		8,00	167,90	55,97		5,00	138,26	46,09		1,00	98,74	32,91					
<b>1,27</b>		13,00	217,30	72,43		9,00	177,78	59,26		4,00	128,38	42,79					
<b>1,91</b>		22,00	306,22	102,07		14,00	227,18	75,73		7,00	158,02	52,67					
<b>2,54</b>	<b>1000</b>	35,00	434,66	144,89	<b>14,49</b>	20,00	286,46	95,49	<b>9,55</b>	10,00	187,66	62,55	<b>6,26</b>				
<b>3,18</b>		42,00	503,82	167,94		23,00	316,10	105,37		12,50	212,36	70,79					
<b>3,81</b>		47,00	553,22	184,41		27,00	355,62	118,54		15,00	237,06	79,02					
<b>4,45</b>		52,00	602,62	200,87		31,00	395,14	131,71		17,50	261,76	87,25					
<b>5,08</b>	<b>1500</b>	60,00	681,66	227,22	<b>15,15</b>	36,00	444,54	148,18	<b>9,88</b>	21,00	296,34	98,78	<b>6,59</b>				
<b>7,62</b>		73,00	810,10	270,03		44,00	523,58	174,53		33,00	414,90	138,30					
<b>10,16</b>		87,00	948,42	316,14		52,00	602,62	200,87		41,00	493,94	164,65					
<b>12,30</b>		92,00	997,82	332,61		61,00	691,54	230,51		49,00	572,98	190,99					

Fuente: elaboración propia

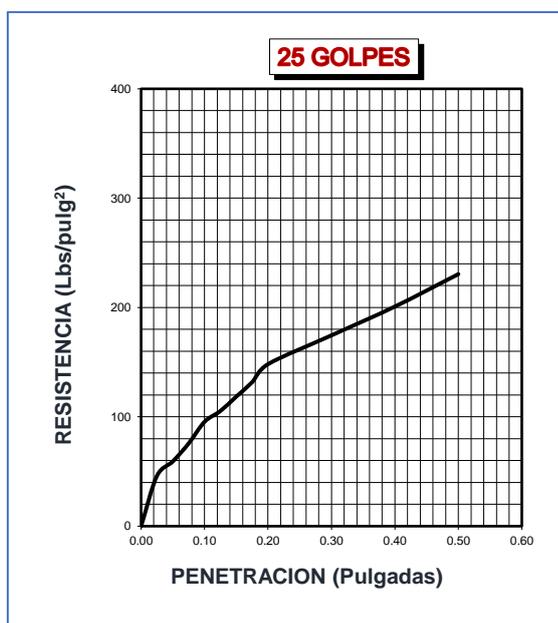
**Tabla 48:** Datos de Proctor y CBR. Calicata 1

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Humedad Óptima (%)	8,80	C.B.R. al 100%: 0,1"	14,49
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2,07	<b>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</b>	<b>8,00</b>
0.95% M. D. S.	1,97	C.B.R. al 100%: 0,2"	15,15
Tipo de Suelo (SUCS)	ML - CL	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	8,30

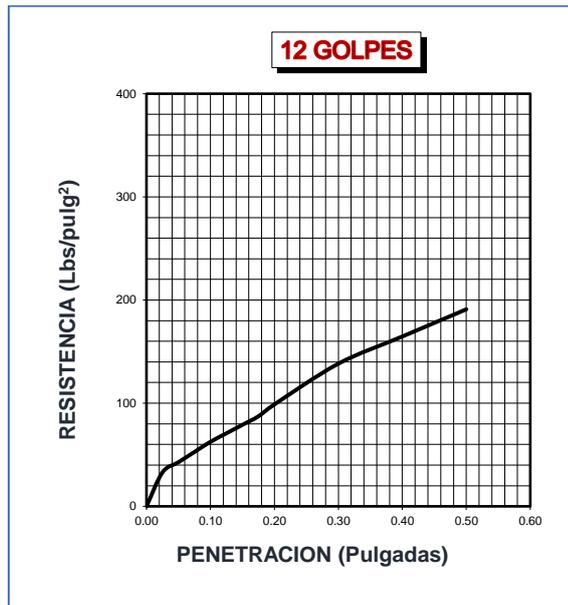
**Figura 33:** Gráfico De Penetración 56 Golpes



**Figura 34:** Gráfico De Penetración 25 Golpes



**Figura 35:** *Grafico De Penetración 12 Golpes*



**Figura 36:** *Grafico De Porcentaje De CBR Calicata 1*

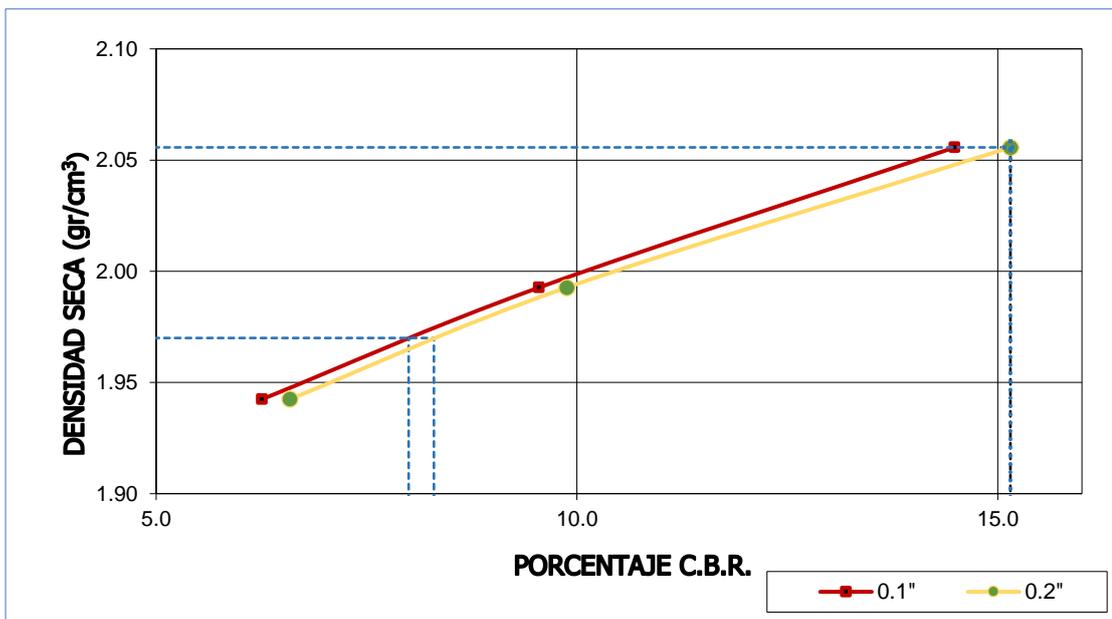
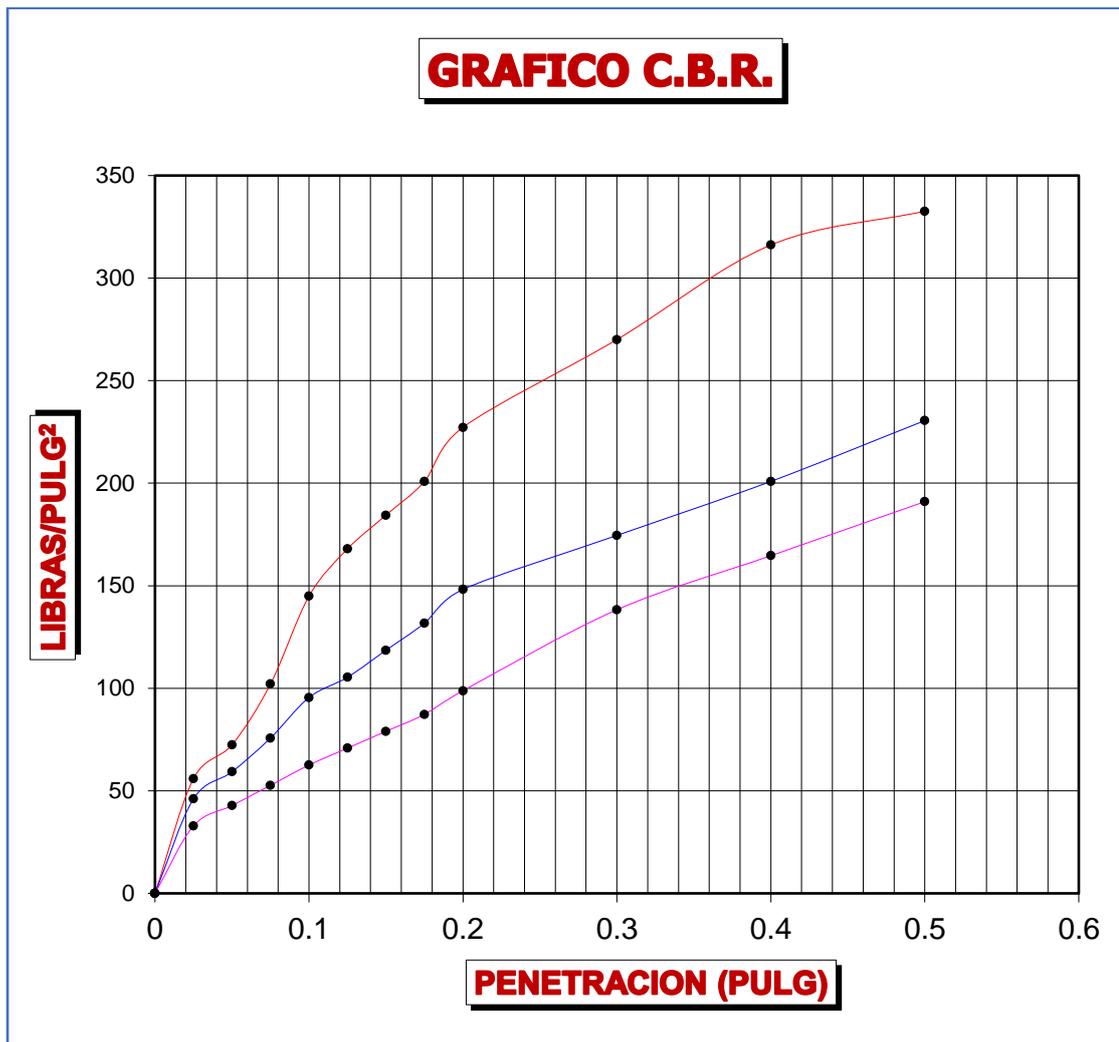


Figura 37: Grafico De CBR Calicata 1



**CALICATA 7****Tabla 49: Ensayo de CBR calicata 7**

MOLDE N°	1		2		3	
						
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	9020	9205	8485	8645	8375	8565
PESO DEL MOLDE (gr)	4562	4562	4165	4165	4173	4173
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4458	4643	4320	4480	4202	4392
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2143	2143	2143	2143	2143	2143
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2,080	2,167	2,016	2,091	1,961	2,049
CAPSULA N°	151	121	101	254	147	74
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	98,21	88,36	92,21	83,54	82,14	90,21
PESO CAPSULA + SUELO SECO (gr)	92,01	80,45	86,54	75,24	77,25	80,33
PESO DE AGUA CONTENIDA	6,20	7,91	5,67	8,3	4,89	9,88
PESO DE CAPSULA (gr)	21,21	21,54	20,65	21,12	20,41	21,01
PESO DE SUELO SECO (gr)	70,80	58,91	65,89	54,12	56,84	59,32
HUMEDAD (%)	8,76%	13,43%	8,61%	15,34%	8,60%	16,66%
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,913	1,910	1,856	1,813	1,806	1,756

Fuente: elaboración propia

**Tabla 50: Ensayo De Expansión Calicata 7**

MOLDE N°			1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
20-mar-18	10:00 AM	0 hrs	0,215	-----	-----	0,150	-----	-----	1,210	-----	-----
21-mar-18	10:00 AM	24 hrs	0,250	0,035	0,030	0,220	0,070	0,060	1,300	0,090	0,077
22-mar-18	10:00 AM	48 hrs	0,270	0,055	0,047	0,250	0,100	0,086	1,340	0,130	0,112
23-mar-18	10:00 AM	72 hrs	0,270	0,055	0,047	0,250	0,100	0,086	1,340	0,130	0,112

24-mar-18	10:00 AM	96 hrs	0,270	0,055	0,047	0,250	0,100	0,086	1,340	0,130	0,112
-----------	----------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: elaboración propia

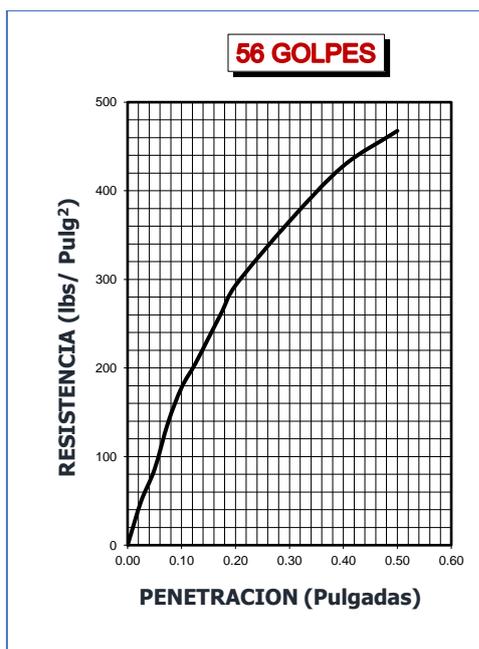
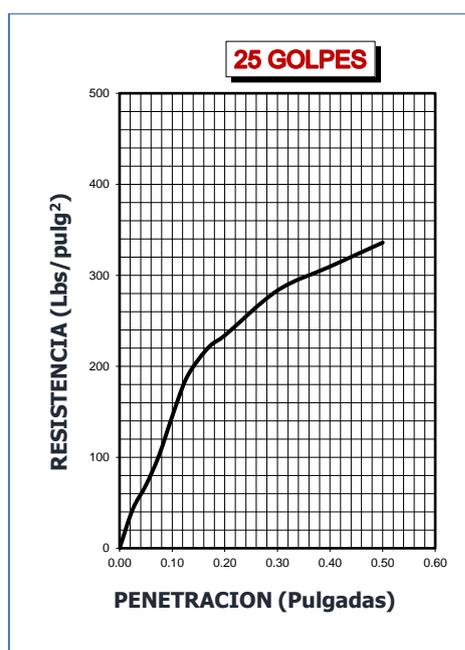
**Tabla 51:** Ensayo de Penetración calicata 7

PENETRACIÓN mm	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N°				1	MOLDE N°				2	MOLDE N°				3	
		CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN			CARGA	CORRECCIÓN		
			Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>		%	Lectura	lbs		lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0,64		6,00	148,14	49,38		4,00	128,38	42,79		2,00	108,62	36,21					
1,27		17,00	256,82	85,61		12,00	207,42	69,14		8,00	167,90	55,97					
1,91		33,00	414,90	138,30		22,00	306,22	102,07		15,00	237,06	79,02					
2,54	<b>1000</b>	45,00	533,46	177,82	<b>17,78</b>	35,00	434,66	144,89	<b>14,49</b>	25,00	335,86	111,95	<b>11,20</b>				
3,18		53,00	612,50	204,17		47,00	553,22	184,41		29,00	375,38	125,13					
3,81		62,00	701,42	233,81		54,00	622,38	207,46		34,00	424,78	141,59					
4,45		71,00	790,34	263,45		59,00	671,78	223,93		39,00	474,18	158,06					
5,08	<b>1500</b>	80,00	879,26	293,09	<b>19,54</b>	62,00	701,42	233,81	<b>15,59</b>	44,00	523,58	174,53	<b>11,64</b>				
7,62		102,00	1096,62	365,54		77,00	849,62	283,21		52,00	602,62	200,87					
10,16		121,00	1284,34	428,11		85,00	928,66	309,55		60,00	681,66	227,22					
12,3		133,00	1402,90	467,63		93,00	1007,70	335,90		67,00	750,82	250,27					

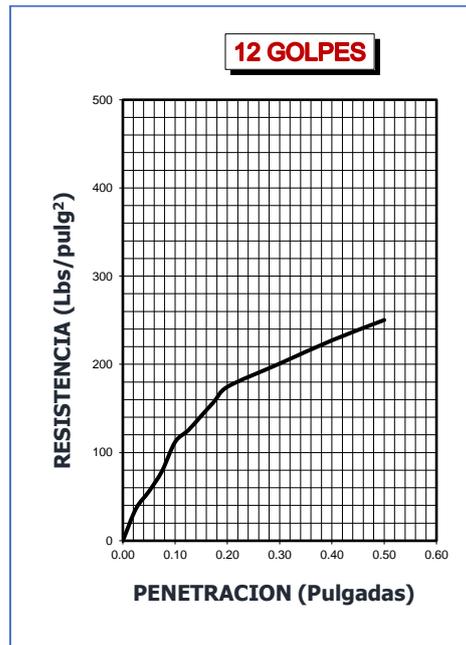
Fuente: elaboración propia

**Tabla 52:** Datos Del Ensayo De Proctor Y CBR Calicata 7

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Humedad Óptima (%)	8,50	C.B.R. al 100%: 0,1"	17,78
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,93	<b>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</b>	<b>12,80</b>
0.95% M. D. S.	1,83	C.B.R. al 100%: 0,2"	19,54
Tipo de Suelo (SUCS)	SM	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	13,50

**Figura 38:** Grafico De Penetración 56 Golpes**Figura 39:** Grafico De Penetración 25 Golpes

**Figura 40:** Grafico De Penetración 12 Golpes



**Figura 41:** Grafico De Porcentaje De CBR Calicata 7

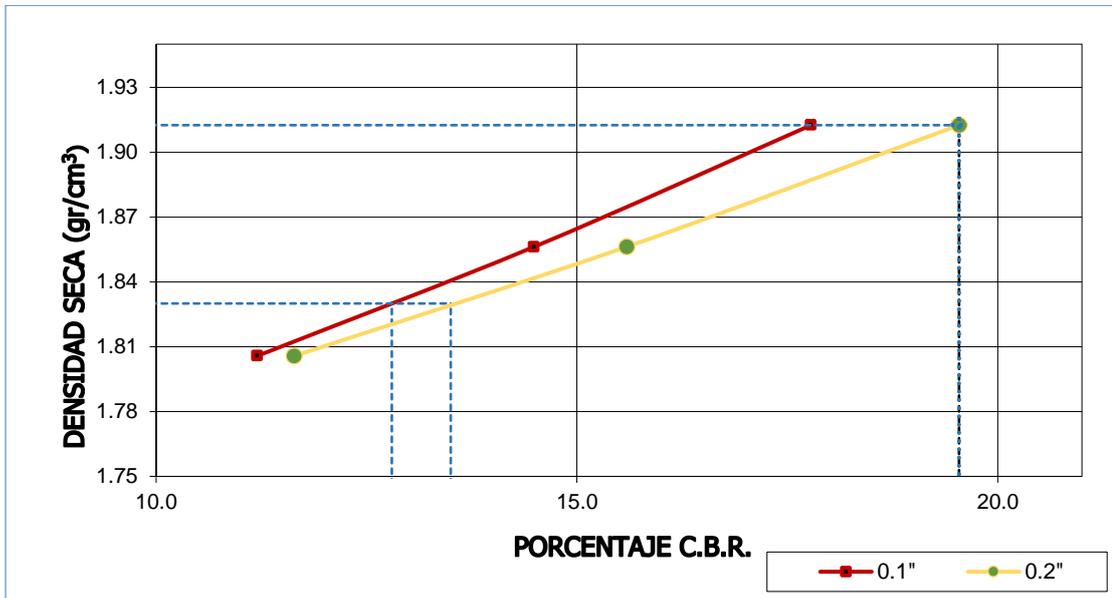
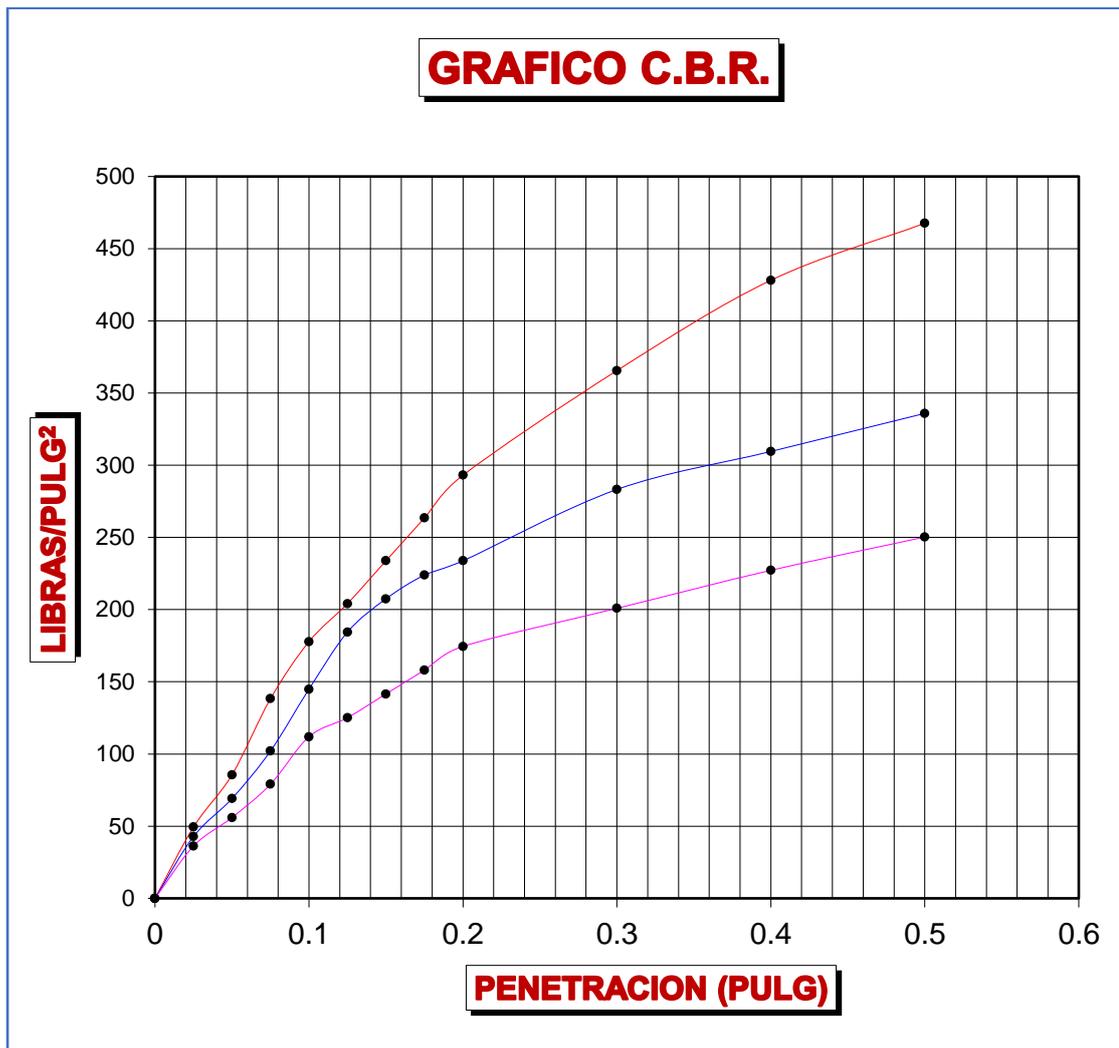


Figura 42: Grafico De CBR Calicata 7



## CALICATA 9

**Tabla 53:** Ensayo de CBR calicata 9

MOLDE N°	1		2		3	
	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	8941	9175	8405	8605	8310	8495
PESO DEL MOLDE (gr)	4562	4562	4165	4165	4173	4173
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4379	4613	4240	4440	4137	4322
VOLUMEN DEL SUELO (cm3)	2143	2143	2143	2143	2143	2143
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2,043	2,153	1,979	2,072	1,930	2,017
CAPSULA N°	64	89	93	78	27	52
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	93,23	90,58	94,78	89,36	92,01	93,74
PESO CAPSULA + SUELO SECO (gr)	87,21	81,33	88,54	79,45	86,02	83,01
PESO DE AGUA CONTENIDA	6,02	9,25	6,24	9,91	5,99	10,73
PESO DE CAPSULA (gr)	20,45	20,79	21,13	21,08	20,61	20,44
PESO DE SUELO SECO (gr)	66,76	60,54	67,41	58,37	65,41	62,57
HUMEDAD (%)	9,02%	15,28%	9,26%	16,98%	9,16%	17,15%
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,874	1,868	1,811	1,771	1,768	1,722

Fuente: elaboración propia

**Tabla 54:** Ensayo De Expansión Calicata 9

MOLDE N°			1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
20-mar-18	10:00 AM	0 hrs	0,540	-----	-----	0,410	-----	-----	1,540	----	-----
21-mar-18	10:00 AM	24 hrs	0,550	0,010	0,009	0,420	0,010	0,009	1,550	0,010	0,009
22-mar-18	10:00 AM	48 hrs	0,550	0,010	0,009	0,420	0,010	0,009	1,550	0,010	0,009

23-mar-18	10:00 AM	72 hrs	0,550	0,010	0,009	0,420	0,010	0,009	1,550	0,010	0,009
24-mar-18	10:00 AM	96 hrs	0,550	0,010	0,009	0,420	0,010	0,009	1,550	0,010	0,009

Fuente: elaboración propia

**Tabla 55: Ensayo De Penetración Calicata 9**

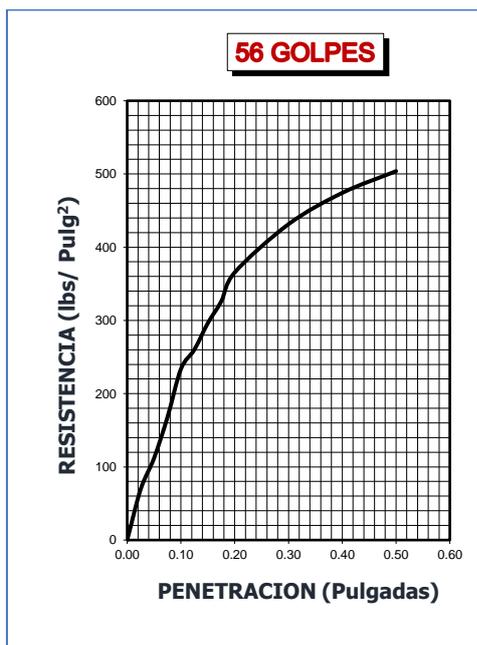
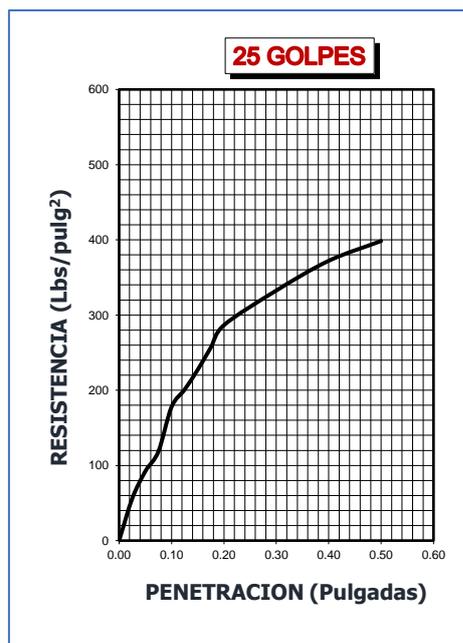
PENETRACION mm	CARGA ESTANDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N°				1	MOLDE N°				2	MOLDE N°				3
		CARGA	CORECCION			%	CARGA	CORECCION			%	CARGA	CORECCION			%
			Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>			Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>			Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	
<b>0,64</b>		12,00	207,42	69,14		8,00	167,90	55,97		4,00	128,38	42,79				
<b>1,27</b>		25,00	335,86	111,95		19,00	276,58	92,19		12,00	207,42	69,14				
<b>1,91</b>		42,00	503,82	167,94		27,00	355,62	118,54		21,00	296,34	98,78				
<b>2,54</b>	<b>1000</b>	62,00	701,42	233,81	<b>23,38</b>	45,00	533,46	177,82	<b>17,78</b>	35,00	434,66	144,89	<b>14,49</b>			
<b>3,18</b>		70,00	780,46	260,15		52,00	602,62	200,87		43,00	513,70	171,23				
<b>3,81</b>		81,00	889,14	296,38		60,00	681,66	227,22		48,00	563,10	187,70				
<b>4,45</b>		90,00	978,06	326,02		69,00	770,58	256,86		53,00	612,50	204,17				
<b>5,08</b>	<b>1500</b>	102,00	1096,62	365,54	<b>24,37</b>	78,00	859,50	286,50	<b>19,10</b>	60,00	681,66	227,22	<b>15,15</b>			
<b>7,62</b>		122,00	1294,22	431,41		92,00	997,82	332,61		74,00	819,98	273,33				
<b>10,16</b>		135,00	1422,66	474,22		104,00	1116,38	372,13		83,00	908,90	302,97				
<b>12,3</b>		144,00	1511,58	503,86		112,00	1195,42	398,47		92,00	997,82	332,61				

Fuente: elaboración propia

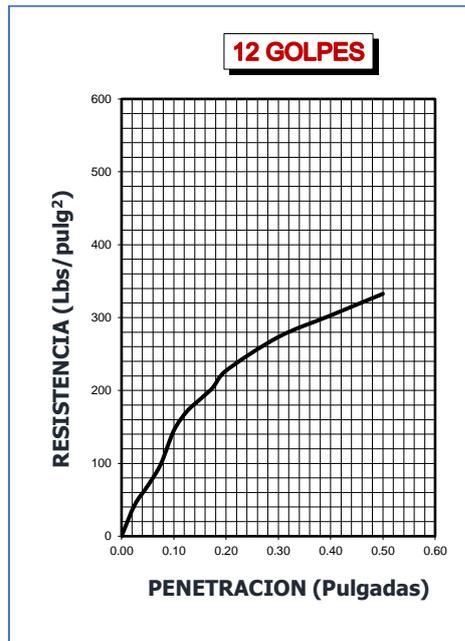
**Tabla 56:** Datos Del Ensayo De Proctor Y CBR

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Humedad Óptima (%)	9,00	C.B.R. al 100%: 0,1"	23,38
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,88	<b>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</b>	<b>16,10</b>
0.95% M. D. S.	1,79	C.B.R. al 100%: 0,2"	24,37
Tipo de Suelo (SUCS)	SP	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	17,20

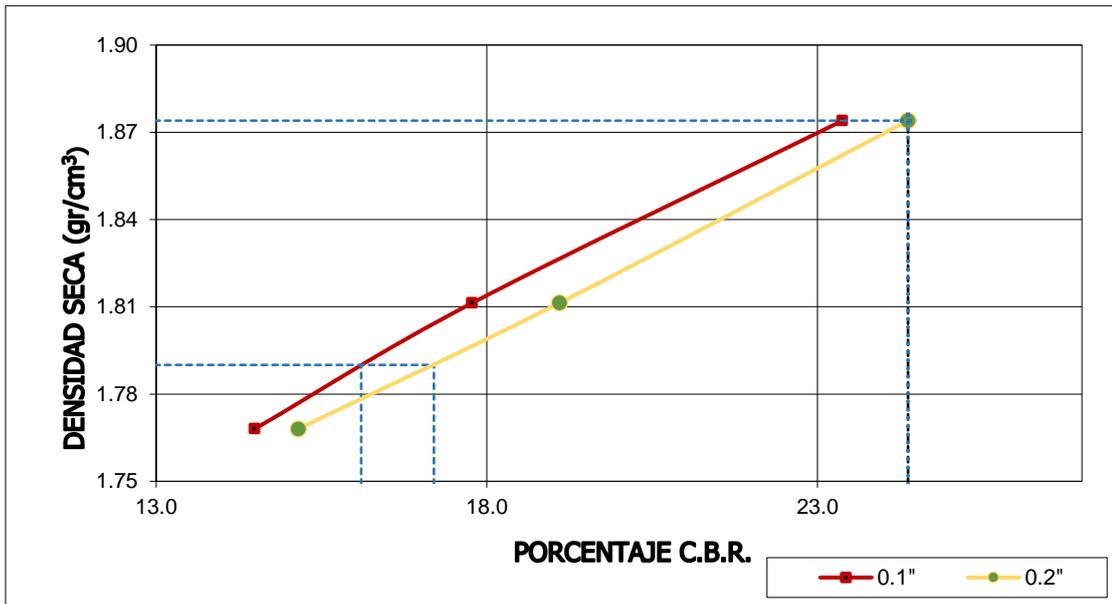
Fuente: elaboración propia

**Figura 43:** Grafica De Penetración 56 Golpes**Figura 44:** Grafica De Penetración 25 Golpes

**Figura 45:** Grafica De Penetración 12 Golpes

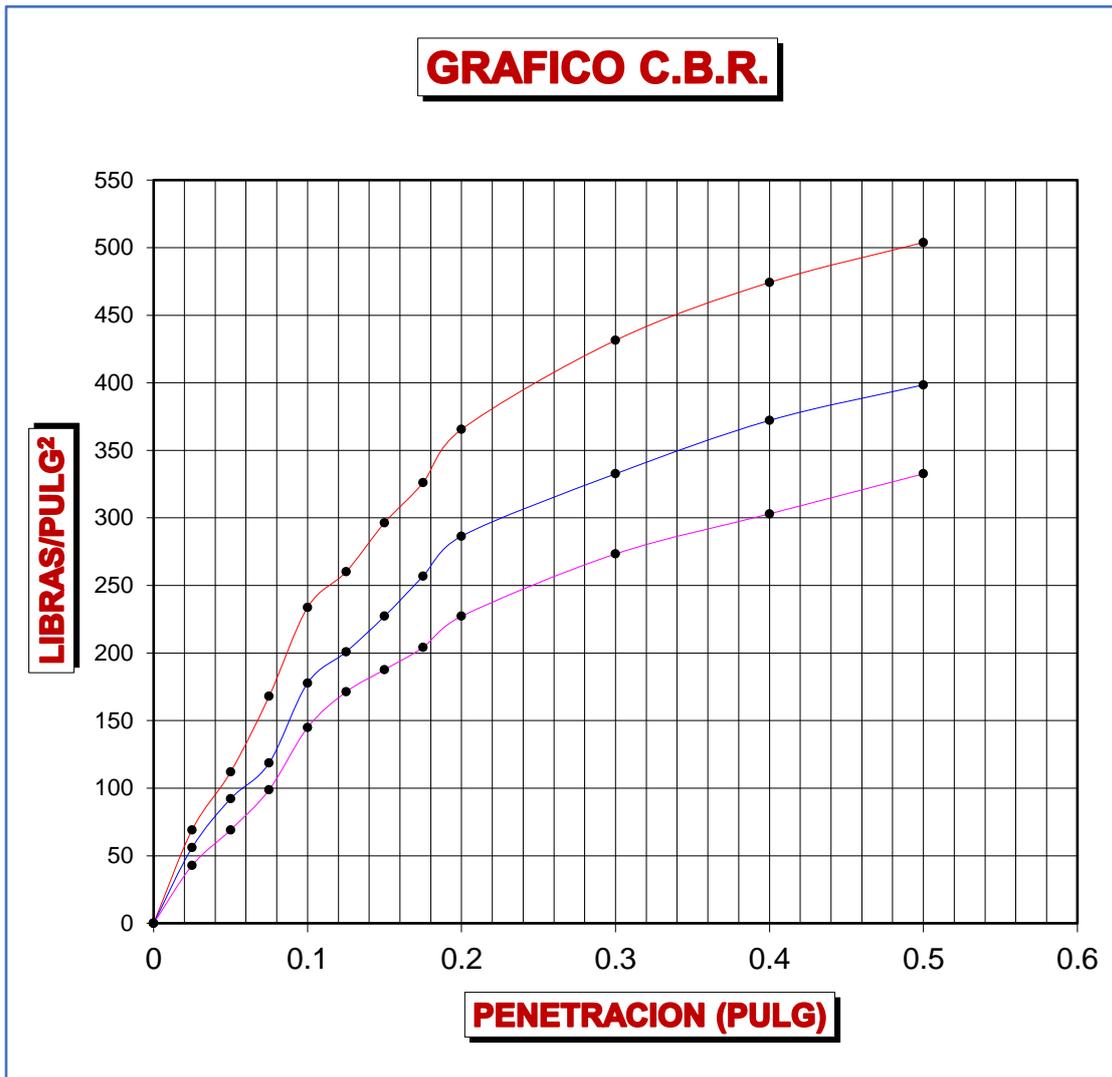


**Figura 46:** Grafica De Porcentaje De CBR Calicata 9



Fuente: elaboración propia

Figura 47: Grafico De CBR Calicata 9



Fuente: elaboración propia





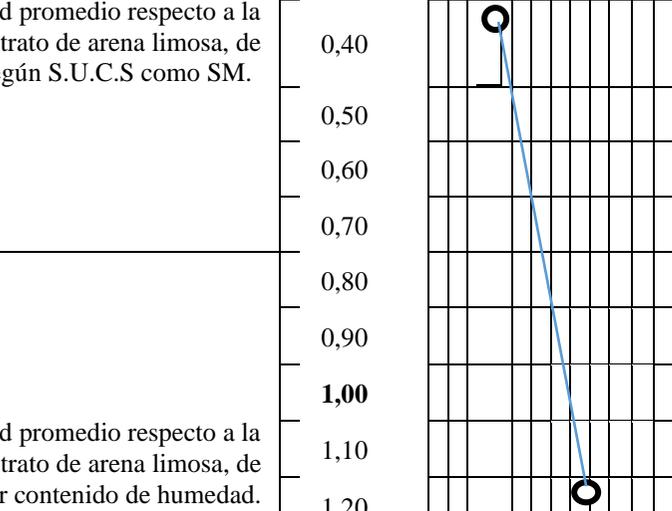
**Tabla 59: Perfil Estratigráfico Calicata 3**

Espesor Estrato	Símbolo	Descripción del Suelo	Prof. (m)	Contenido de Humedad - NTP 339.127 (%)						Estrato	Valor (%)
				15	20	25	30	35	40		
0.05	^^^ ^^	Estrato de relleno	0,10								
0.85		Entre 0.05 y 0.90 m de profundidad promedio respecto a la topografía actual, se observó un estrato de limo, de color marrón oscuro, con un mayor contenido de humedad. Clasificada según S.U.C.S como ML	0,20								
			0,30								
			0,40								
			0,50								
			0,60								
			0,70								
			0,80								
			0,90							○	
			1,00								N.F
			1,10								
			1,20								
			1,30								
			1,40								
			1,50								



**Tabla 61:** Perfil Estratigráfico Calicata 5

Espesor Estrato	Símbolo	Descripción del Suelo	Prof. (m)	Contenido de Humedad - NTP 339.127 (%)						
				5	10	15	Estrato	Valor (%)		
0.05	^^^ ^^	Estrato de relleno								
0.70	[Vertical lines with dots]	Entre 0.05 y 0.70 m de profundidad promedio respecto a la topografía actual, se observó un estrato de arena limosa, de color marrón claro. Clasificada según S.U.C.S como SM.	0,10							
			0,20							
			0,30							
			0,40							
			0,50							
			0,60							
			0,70							
1.50	[Vertical lines with dots]	Entre 0.70 y 1.50 m de profundidad promedio respecto a la topografía actual, se observó un estrato de arena limosa, de color marrón oscuro, con un mayor contenido de humedad. Clasificada según S.U.C.S como SM.	0,80							
			0,90							
			1,00							
			1,10							
			1,20							
			1,30							
			1,40							
			1,50							

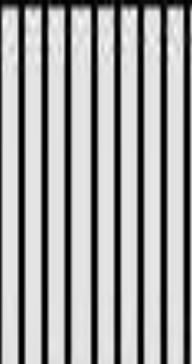
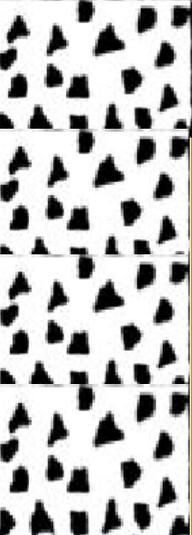




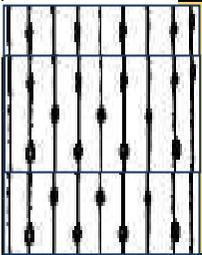
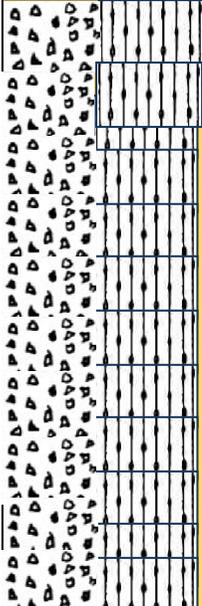




**Tabla 65:** perfil estratigráfico calicata 9

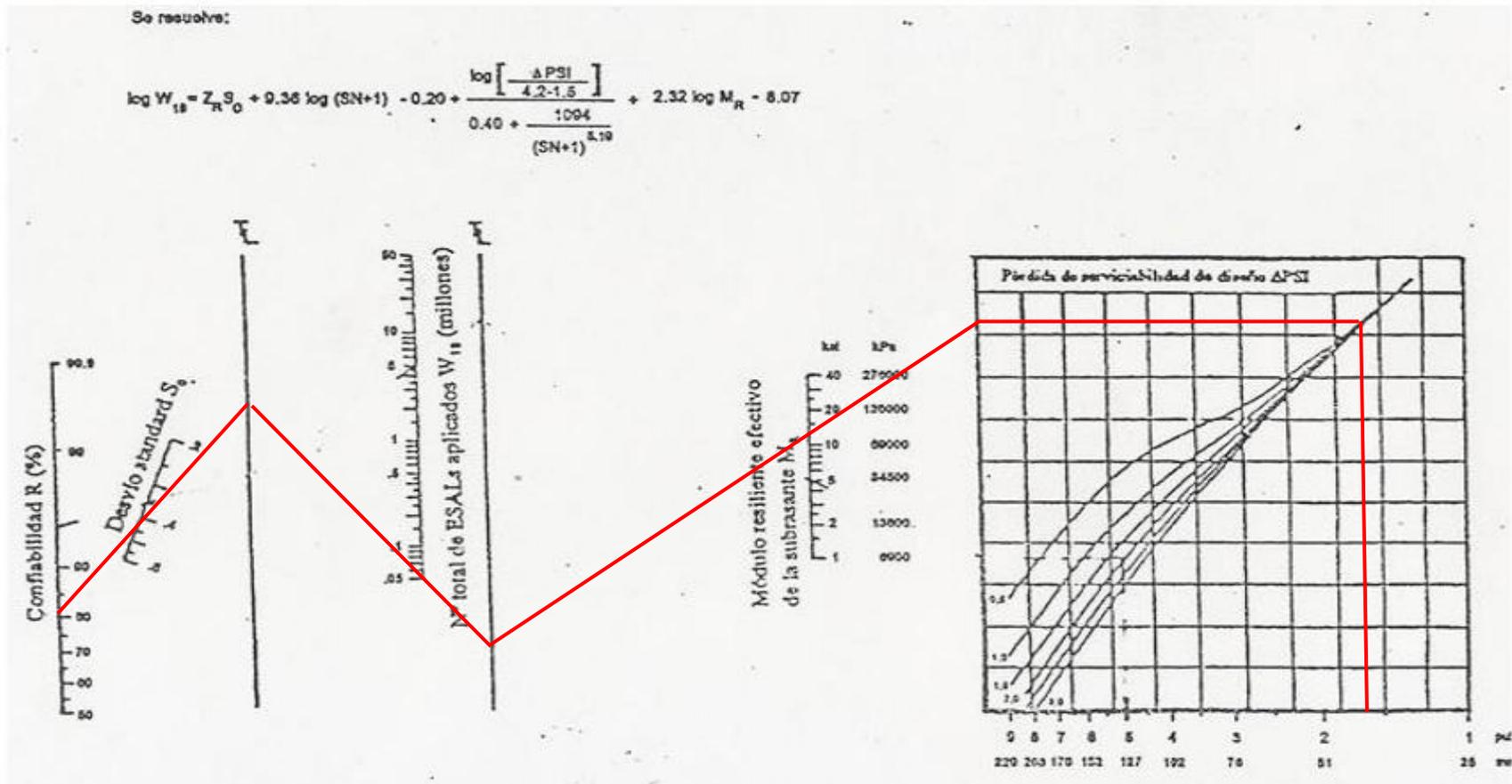
Espesor	Símbolo	Descripción del Suelo	Prof. (mts)	Contenido de Humedad - NTP 339.127 (%)						Estrato	Valor (%)
				5	10	15	20	25	30		
0.60		Entre 0.00 y 0.60 m de profundidad promedio respecto a la topografía actual, se observó un estrato de limo. Clasificada según S.U.C.S como ML.	0,10							C9/E1	2,01%
			0,20								
			0,30								
			0,40								
			0,50								
			0,60								
0.90		Entre 0.60 y 1.50 m de profundidad promedio respecto a la topografía actual, se observó un estrato de arena, de color marrón claro. Clasificada según S.U.C.S como SP.	0,70							C9/E2	5,11%
			0,80								
			0,90								
			1,00								
			1,10								
			1,20								
			1,30								
			1,40								
			1,50								

**Tabla 66:** perfil estratigráfico calicata 10

Símbolo	Descripción del Suelo	Prof. (m)	Contenido de Humedad - NTP 339.127 (%)						Estrato	Valor (%)
			5	10	15					
	Entre 0.00 y 0.40 m de profundidad promedio respecto a la topografía actual, se observó un estrato de arena limosa. Clasificada según S.U.C.S como SM.	0,10							C10/E1	2,17%
		0,20								
		0,30								
		0,40								
	Entre 0.40 y 1.50 m de profundidad promedio respecto a la topografía actual, se observó un estrato de arena con grava y limo, de color marrón claro. Clasificada según S.U.C.S como SW - SM.	0,50							C10/E2	4,26%
		0,60								
		0,70								
		0,80								
		0,90								
		1,00								
		1,10								
		1,20								
		1,30								
		1,40								
		1,50								

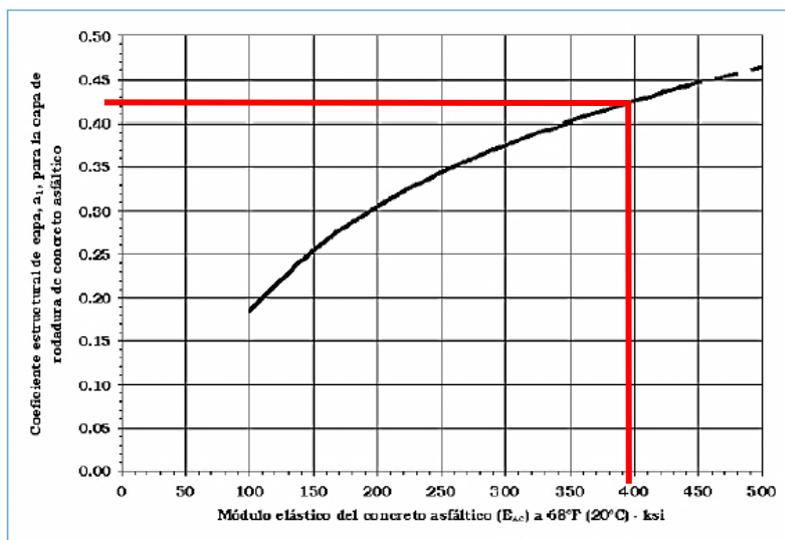
ANEXO CAPITULO VI-01. MEMORIA DE CÁLCULO: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASHTO 93

Figura 48: carta de diseño para pavimento flexible, método AASTHO 93.



Fuente: guía para el diseño de pavimentos, AASHTO 93.

**Figura 49:** variación de coeficiente  $a_1$  en función al módulo resiliente del concreto asfáltico

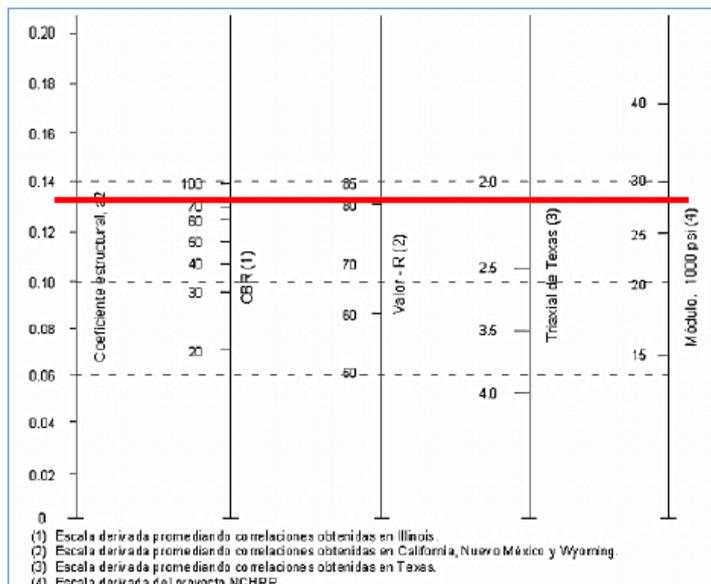


$$a_1 = 0.40 \times \log\left(\frac{E_{HMA}}{435\text{ksi}}\right) + 0.44$$

Para:  $0.20 \leq a_1 \leq 0.44$

Ecuación propuesta por Ullidtz (1987).

**Figura 50:** variación de coeficiente  $a_2$  con diferentes parámetros de resistencia de la base granular



$$a_2 = 0.249 \times \log(E_{BG}) - 0.977$$

Ecuación propuesta en la AASHTO Guide (1993).

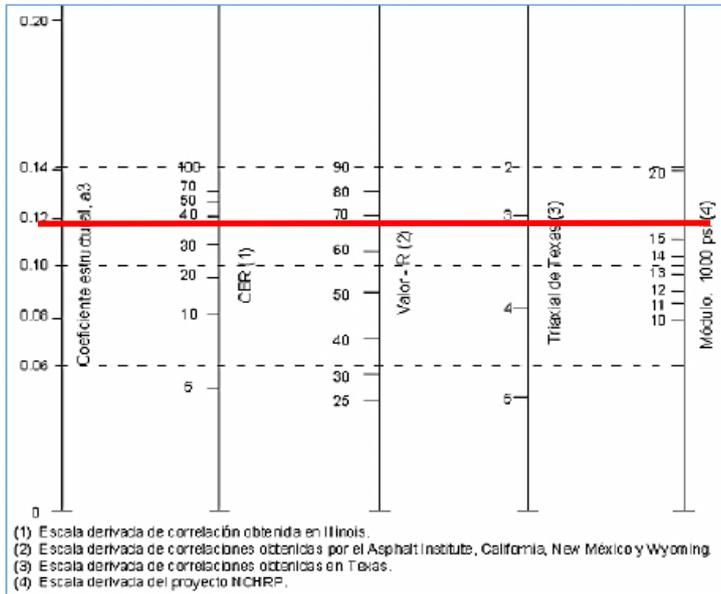
$$a_2 = 0.25 \times \log\left(\frac{E_{BG}}{23\text{ksi}}\right) + 0.11$$

Para:  $0.06 \leq a_2 \leq 0.20$

Ecuación propuesta por Ullidtz (1987).

(1) Escala derivada promediando correlaciones obtenidas en Illinois.  
 (2) Escala derivada promediando correlaciones obtenidas en California, Nuevo México y Wyoming.  
 (3) Escala derivada promediando correlaciones obtenidas en Texas.  
 (4) Escala derivada del proyecto NCHRP.

**Figura 51:** *variación de coeficiente  $a_3$  con diferentes parámetros de resistencia de la base granular*



$$a_3 = 0.227 \times \log(E_{SBG}) - 0.839$$

Ecuación propuesta en la AASHTO Guide (1993).

$$a_3 = 0.23 \times \log\left(\frac{E_{SBG}}{23ksi}\right) + 0.15$$

Para:  $0.06 \leq a_3 \leq 0.20$

Ecuación propuesta por Ullidtz (1987).

## DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE – AASHTO 93

### 1. CALCULO DEL EAL DE DISEÑO (EJES EQUIVALENTES DE CARGA)

#### 1.1. TRAFICO DIARIO INICIAL:

**Tabla 67:** *conteo de tráfico diario inicial.*

TIPO DE VEHÍCULO	CLASE	IMD
AUTOS (VEH. +VEH.MEN. /3)	AP	524
CAMIONETA (PICK UP+COMBI)	AC	72
MICRO	MICRO	4
CAMIÓN 2E	C2	8
TAMDEM	T3S2	2
<b>TOTAL</b>		<b>610</b>

Fuente: elaboración propia

#### 1.2. TRAFICO PROYECTADO

a) Periodo de diseño (n):

**Tabla 68:** *periodo de diseño según tipo de carretera*

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (años)
Urbana de tránsito elevado	30 - 50
Interurbana de tránsito elevado	20 - 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito.	15 - 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava.	10 - 20

Fuente: AASHTO, guide for desing of pavement structures 1993

n= 20 años

b) Tasas de crecimiento (r):

Tasa de crecimiento poblacional = 1,50%

Tasa de crecimiento económico – PBI = 4,10%

c) Factor sentido:

Se tomará de una sola calzada, pero de doble sentido siendo el número de carriles 1 por sentido considerando la distribución del 50% en cada sentido.

d) Factor camión:

**Tabla 69:** *factor camión por clase de vehículo*

CLASE	FACTOR CAMION
AP	0,0007420
AC	0,0270997
MICRO	3,6801000
C2	3,6801000
T3S2	5,3037937

**Tabla 70:** *cálculo de ESAL de diseño*

CLASE	IMD	Factor Camión	Factor Crecimiento	Factor Direccional	EE ó ESAL
AP	524	0,0007420	23,1236671	0,5	234
AC	72	0,0270997	30,0889576	0,5	1531
MICRO	4	3,6801000	30,0889576	0,5	11548
C2	8	3,6801000	30,0889576	0,5	23095
T3S2	2	5,3037937	30,0889576	0,5	8321
<b>W18 =</b>					<b>4,47, E+04</b>

Fuente: elaboración propia

ESAL de diseño = 4.47, E+04

## 2. CONFIABILIDAD

**Tabla 71:** *confiabilidad funcional*

Clasificación Funcional	Confiabilidad recomendada (R: Reliability)	
	Urbano	Rural
Interestatales y otras autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASTHO, guide for desing of pavement structures 1993

Se clasifica a la vía como local y urbano por lo tanto R será igual a:

$$R= 80$$

### 3. FACTOR DE CONFIABILIDAD O DESVIACION ESTANDAR NORMAL (ZR)

**Tabla 72:** Valor de Zr según factor de confiabilidad

CONFIABILIDAD (R)	VALOR DE Z <sub>R</sub>
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,34
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: AASHTO, guide for desing of pavement structure 1993

El valor de ZR según confiabilidad dentro de la curva normal es:

$$ZR= -0.841$$

### 4. DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)

**Tabla 73:** valor de desviación estándar según condición de diseño

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACION ESTANDAR
---------------------	---------------------

Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0,25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico.	0.35 – 0.50

Fuente: AASHTO, guide for desing of pavement structures 1993

El valor recomendado es  $S_o = 0.45$ , cuyo valor adoptamos para el diseño

$$S_o = 0.45$$

## 5. MODULO RESILIENTE EFECTIVO DEL MATERIAL DE FUNDACION (Mr)

**Tabla 74:** cálculo de módulo resiliente en PSI

MODULO RESILIENTE EN PSI	CBR SUBRASANTE	FUENTE
$Mr \text{ (psi)} = 1500 \times \text{CBR}$	$\text{CBR} < 10\%$	Ecuación Guía AASHTO*
$Mr \text{ (psi)} = 3000 \times \text{CBR}^{0.65}$	$10\% < \text{CBR} < 20\%$	Formula sudafricana
$Mr = 4326 \times \ln \text{CBR} + 241$	Suelos Granulares	Ecuación Guía AASHTO

Fuente: AASHTO, guide for desing of pavement structures 1993

El valor de CBR de la subrasante = 8%

Por lo tanto, para el cálculo del módulo resiliente se utilizará:

$$Mr = 1500 \times \text{CBR}$$

$$Mr = 12000 \text{ psi}$$

## 6. PERDIDA DE SERVICIALIDAD DE DISEÑO ( $\Delta$ PSI)

**Tabla 75:** *perdida de servicialidad por tipo de pavimento y vía*

TIPO DE PAVIMENTO	SERVICIALIDAD INICIAL (Po)	VIAS	SERVICIALIDAD TERMINAL (Pt)
Rígidos	4,5	Principales	≥ 2.5
Flexibles	4,2	Menores de BVT	2,0

$$\Delta \text{PSI} = P_o - P_t$$

$$\Delta \text{PSI} = 2.2$$

### 7. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (SN)

Para el cálculo del número estructural se utilizará la siguiente ecuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

$$W_{18} = 4.47, E+04$$

$$Z_R = -0.841$$

$$S_0 = 0.45$$

$$\Delta \text{PSI} = 2.2$$

$$M_r = 12000$$

$$SN = 1.5756$$

Haciendo uso del Nomograma (figura 48) para pavimentos flexibles se obtiene el siguiente valor de número estructural:

**Tabla 76:** *datos de entrada para el uso del nomograma*

TIPO DE VIA	LOCAL
Nivel de Confianza R	80
Desviación estándar So	0,45
Número de ejes equivalentes W18	0.05 E+06
Módulo Resiliente Mr	12000
Índice de Serviciabilidad ΔPSI	2,2

Fuente: elaboración propia

**Tabla 77:** resultado del uso del nomograma

TIPO DE VIA	LOCAL
Número Estructural	1,6

## 8. SELECCIÓN DE LOS ESPESORES DE CAPA

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = Coeficientes estructurales de las capas de rodadura, base y subbase respectivamente.

$D_1, D_2, D_3$  = espesores (en centímetros) de las capas de rodadura, base y subbase.

$m_2, m_3$  = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase.

### 8.1. COEFICIENTES DE CAPA

Haciendo uso de los gráficos 49, 50 y 51 se obtienen:

400,000 psi       $a_1 = 0.42$

CBR = 80%       $a_2 = 0.134$

CBR = 40%       $a_3 = 0.12$

### 8.2. COEFICIENTE DE DRENAJE

**Tabla 78:** calidad del drenaje según el tiempo del agua que se remueve.

Calidad del drenaje	El agua libre se remueve en...
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Aceptable	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no drenará

**Tabla 79:** calidad de drenaje según % del tiempo

Calidad del drenaje	% del tiempo en que la estructura del pavimento flexible está expuesta a humedades cercanas a la saturación
---------------------	---

	Menos del 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1,20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1,00
Aceptable	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0,80
Malo	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0,60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0,40

Por tanto, se eligió los siguientes coeficientes:

$$m1 = 1.00 \text{ (capa de rodadura)}$$

$$m2 = 1.10 \text{ (capa de base)}$$

$$m3 = 1.10 \text{ (capa de subbase)}$$

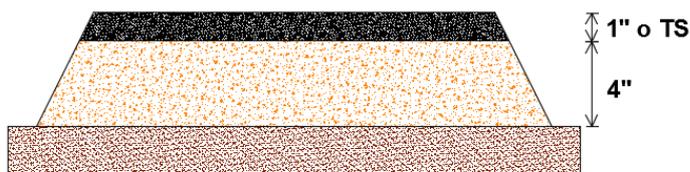
### 8.3.ESPEORES MINIMOS

**Tabla 80:** *Espesor mínimo para pavimento asfáltico*

Tránsito ESAL	Espesores mínimos (pulg)	
	Concreto asfáltico	Base granular
Menos de 50,000	1.0 ó Tratamiento S.	4,0
50,001 - 150,000	2,0	4,0
150,001 - 500,000	2,5	4,0
500,001 - 2,000,000	3,0	6,0
2,000,001 - 7,000,000	3,5	6,0
Más de 7,000,000	4,0	6,0

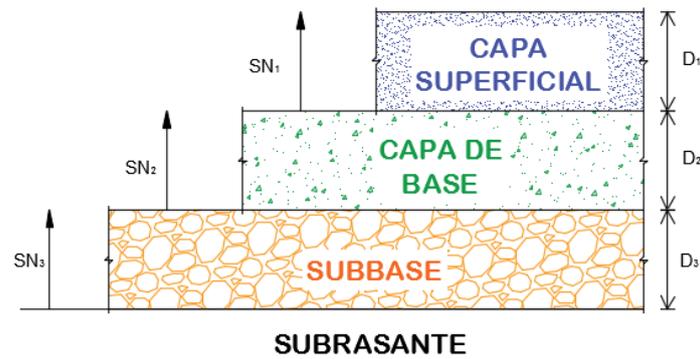
$$\text{ESAL de diseño} = 44.729$$

**Figura 52:** *pavimento mínimo según ESAL de diseño*



### 8.4.CALCULO DE ESPEORES

**Figura 53:** espesores de capa según  $D$  y  $SN$



Capa 1 – capa superficial

$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1 * m_1} \quad SN_1^* = a_1 * D_1^* \geq SN_1$$

Datos:

$$W18 = 4.47, E+04$$

$$ZR = -0.8410$$

$$So = 0.45$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

$$Mr = 200000$$

$$a1 = 0.42$$

$$m1 = 1.00$$

$$SN1 = 0.279$$

$$D_1^* = 0.66 \approx 1.5 \text{ pulg}$$

$$SN_1^* = 0.63 \text{ pulg} \geq 0.279$$

Capa 2 – capa de base

$$D_2^* \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 * m_2} \quad SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$W18 = 4.47, E+04$$

$$ZR = -0.8410$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta \text{ PSI} = 2.2$$

$$M_r = 70000$$

$$a_2 = 0.134$$

$$m_2 = 1.1$$

$$SN_2 = 0.66$$

$$D_2^* = 0.20 \approx 4 \text{ pulg mínimo}$$

$$SN_1^* + SN_2^* = 1.29 \geq 0.66$$

Capa 3 – capa de subbase

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 * m_3}$$

$$W_{18} = 4.47, E+04$$

$$Z_R = -0.8410$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta \text{ PSI} = 2.2$$

$$M_r = 12000$$

$$a_3 = 0.12$$

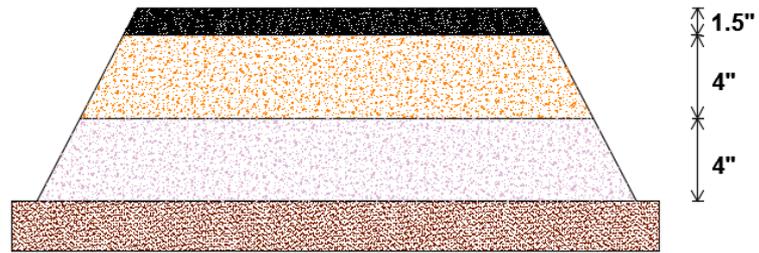
$$m_3 = 1.10$$

$$SN_3 = 1.5756$$

$$D_3^* = 2.16 \approx 4 \text{ pulg mínimo}$$

$$SN_3^* = 0.48$$

**Figura 54:** *espesor de capa calculada*



**CAPAS:**

Capeta de concreto asfaltico de 1.5"

Capa de base CBR=80% min 4"

Capa de subbase CBR = 40% min 4"

ANEXO CAPITULO VI-02. MEMORIA DE CÁLCULO: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO INSTITUTO DEL  
**ASFALTO**

**Figura 55:** carta de diseño A-13, concreto asfáltico en todo su espesor

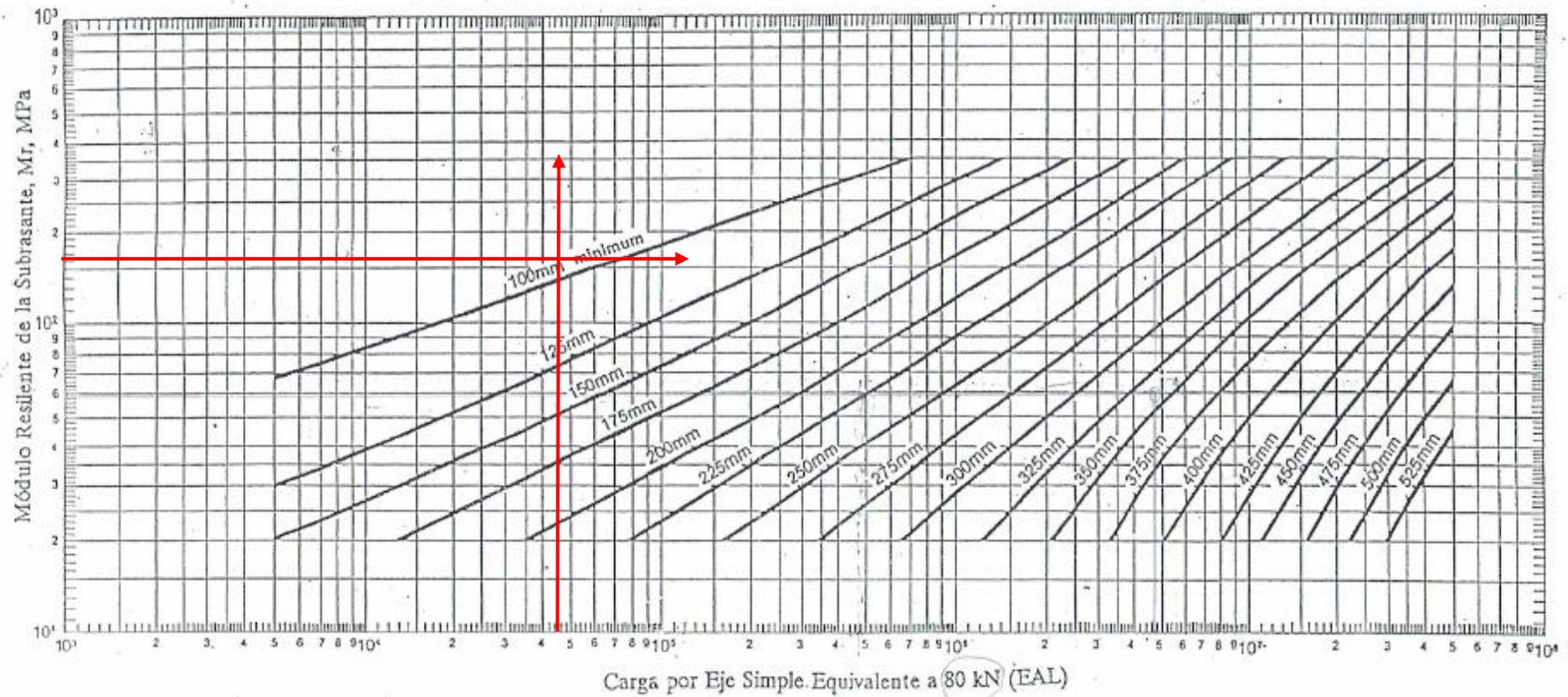


Figura 56: carta de diseño A-14, mezcla con asfalto emulsificado tipo I

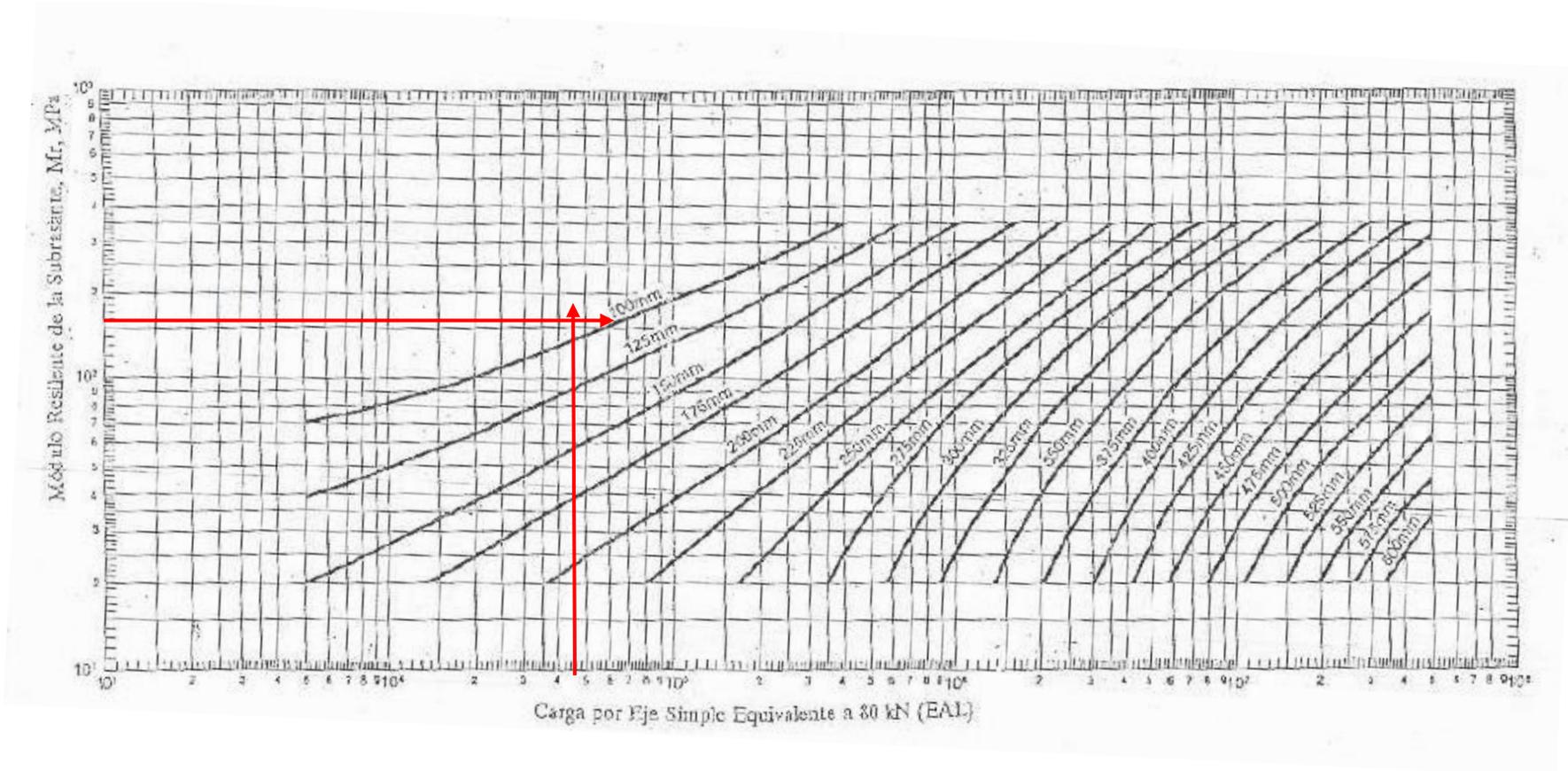


Figura 57: carta de diseño A-15, mezcla con asfalto emulsificado tipo II

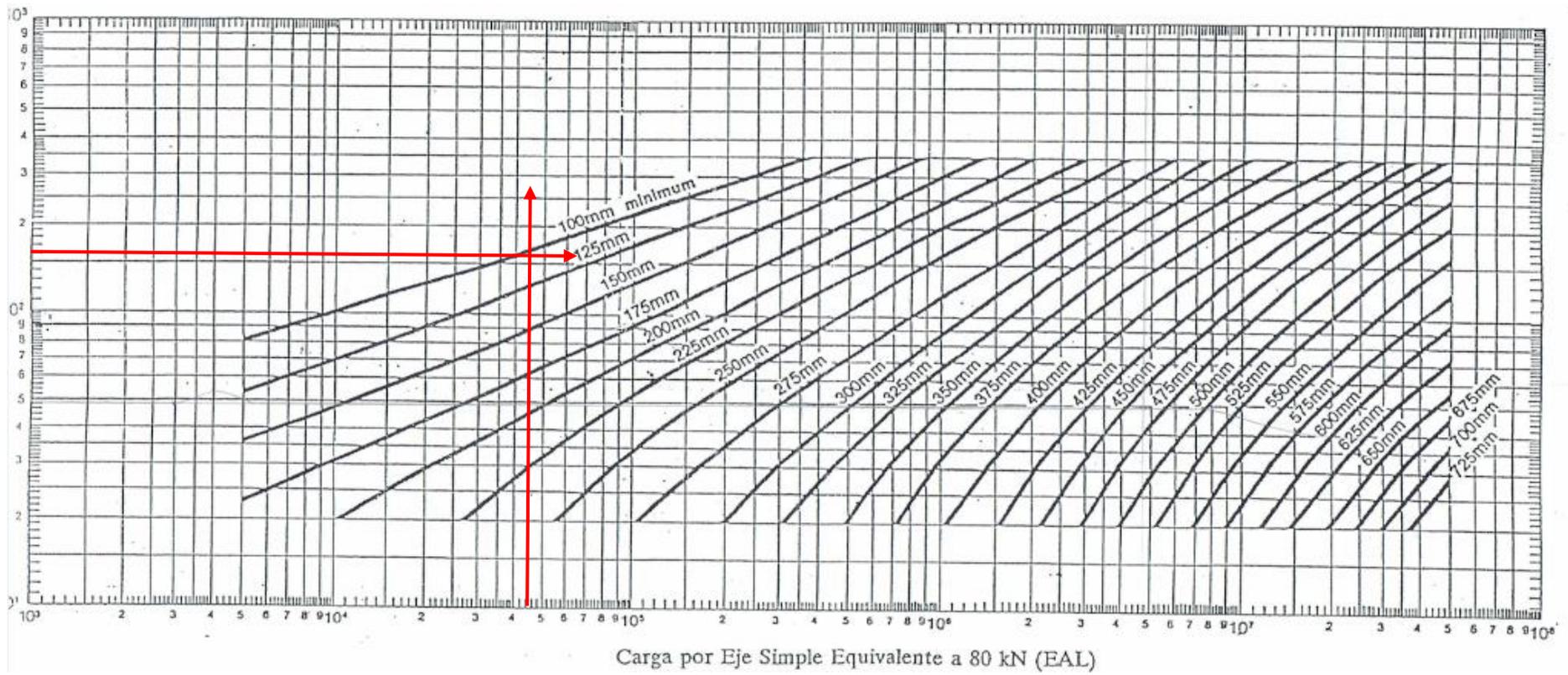


Figura 58: carta de diseño A-16, mezcla con asfalto emulsificado tipo III

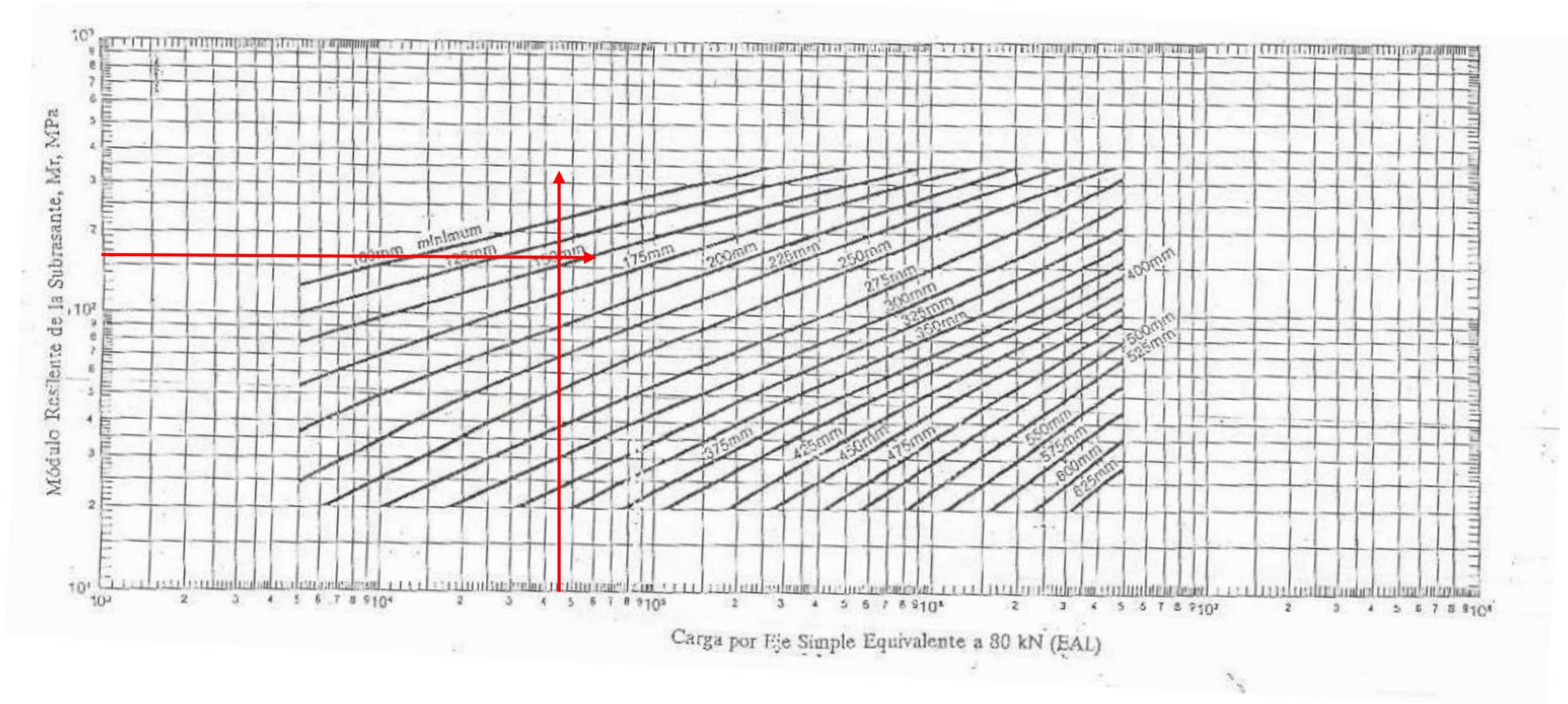


Figura 59: carta de diseño A-17, base de agregados no tratados de 150 mm de espesor

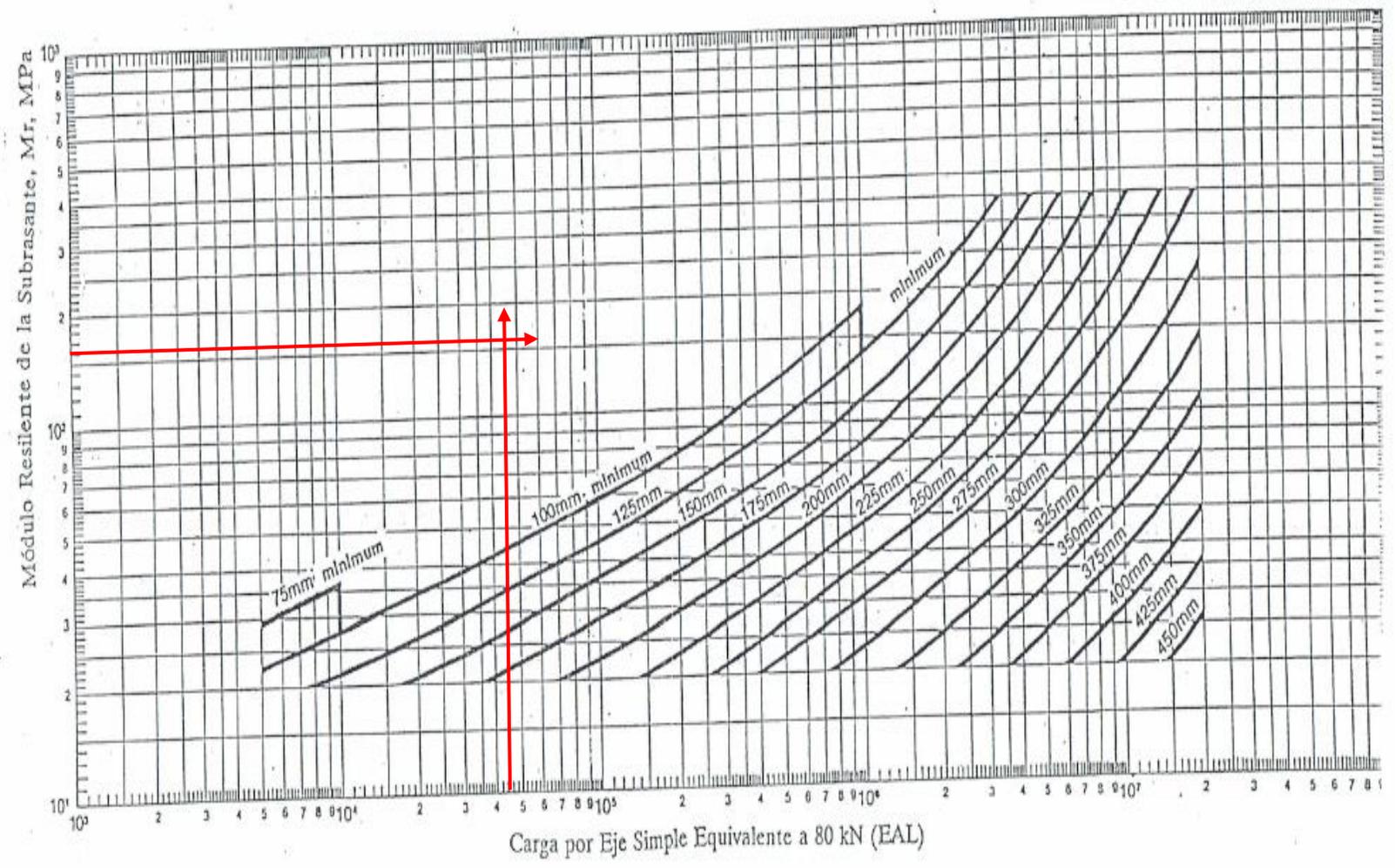
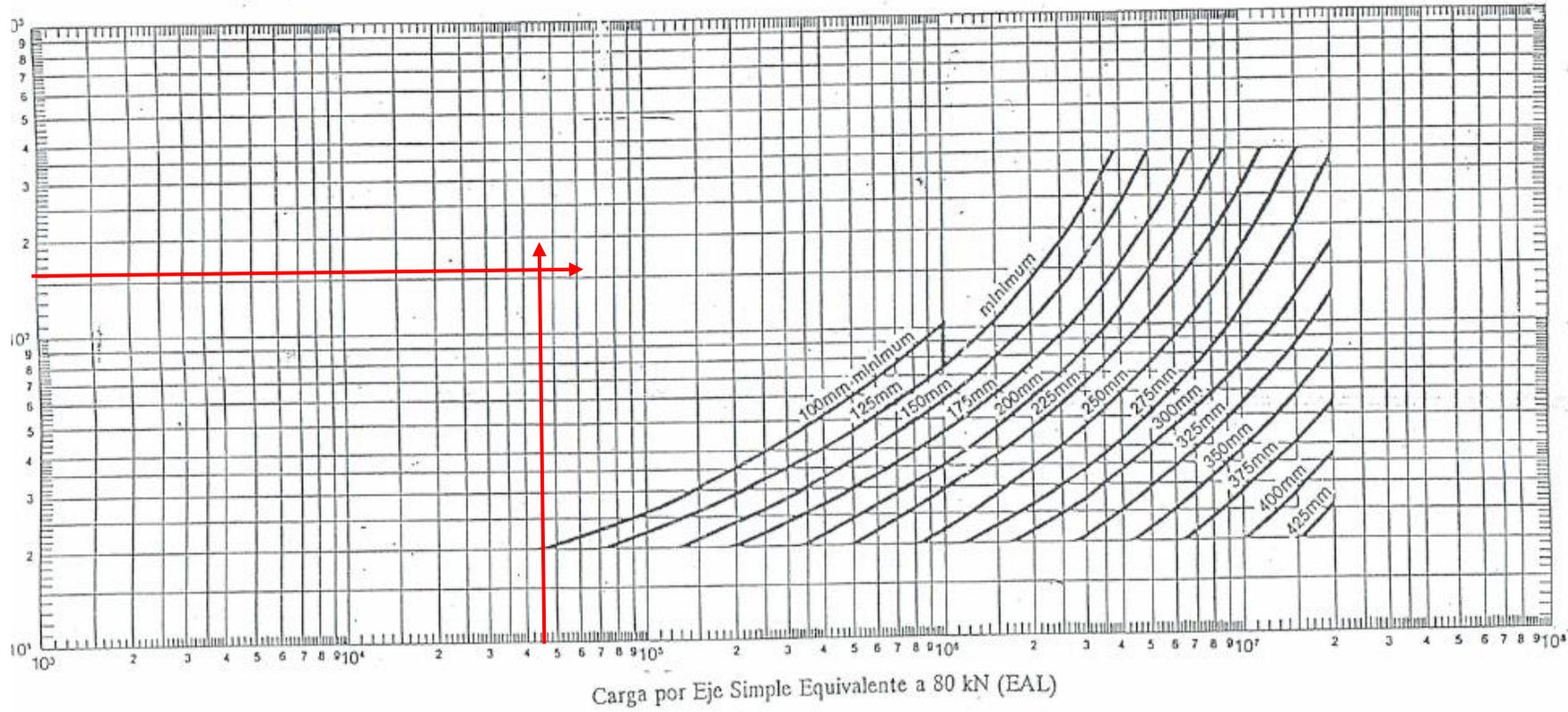


Figura 60: carta de diseño A-18, base de agregados no tratados de 300 mm de espesor



## DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE – INSTITUTO DEL ASFALTO

### 1. CALCULO DEL EAL DE DISEÑO (EJES EQUIVALENTES DE CARGA)

#### 1.1. TRAFICO DIARIO INICIAL

**Tabla 81:** *Conteo de tráfico inicial*

TIPO DE VEHÍCULO	CLASE	IMD
AUTOS (VEH. +VEH.MEN. /3)	AP	524
CAMIONETA (PICK UP+COMBI)	AC	72
MICRO	MICRO	4
CAMIÓN 2E	C2	8
TAMDEM	T3S2	2
<b>TOTAL</b>		<b>610</b>

Fuente: elaboración propia

#### 1.2. TRAFICO PROYECTADO

##### a. Periodo de diseño (n):

**Tabla 82:** *periodo de diseño según tipo de carretera*

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (años)
Urbana de tránsito elevado	30 - 50
Interurbana de tránsito elevado	20 - 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito.	15 - 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava.	10 - 20

Fuente: AASHTO, guide for desing of pavement structures 1993

n= 20 años

##### b. Tasas de crecimiento (r):

Tasa de crecimiento poblacional = 1,50%

Tasa de crecimiento económico – PBI = 4,10%

##### c. Factor sentido:

Se tomará de una sola calzada, pero de doble sentido siendo el número de carriles 1 por sentido considerando la distribución del 50% en cada sentido.

d. Factor camión:

**Tabla 83:** *factor camión por clase de vehículo*

CLASE	FACTOR CAMION
AP	0,0007420
AC	0,0270997
MICRO	3,6801000
C2	3,6801000
T3S2	5,3037937

**Tabla 84:** *cálculo de ESAL de diseño*

CLASE	IMD	Factor Camión	Factor Crecimiento	Factor Direccional	EE ó ESAL
AP	524	0,0007420	23,1236671	0,5	234
AC	72	0,0270997	30,0889576	0,5	1531
MICRO	4	3,6801000	30,0889576	0,5	11548
C2	8	3,6801000	30,0889576	0,5	23095
T3S2	2	5,3037937	30,0889576	0,5	8321
<b>W18 =</b>					<b>4,47,E+04</b>

Fuente: elaboración propia

ESAL de diseño = 4.47, E+04

## 2. CBR DE DISEÑO DE SUBRASANTE

Para ello es necesario el Módulo de Resiliencia de la Sub - rasante el cual se calcula a partir del valor de CBR de la Subrasante multiplicado por 10.3 encontrando un valor aproximado del Módulo Resiliente en Mpa.

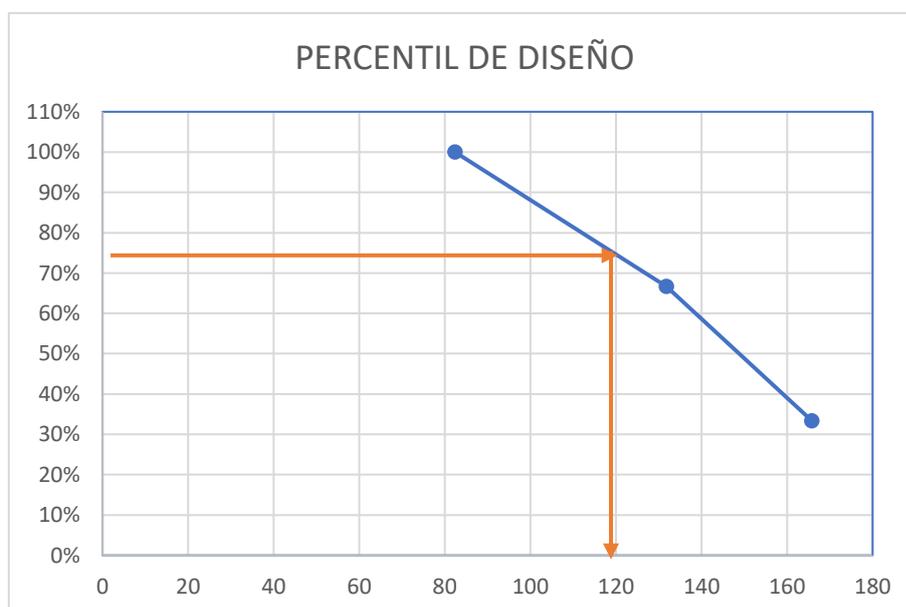
$$Mr = 10.3 * CBR$$

**Tabla 85:** cálculo de  $M_r$  según CBR al 95%

CBR (95%MDS)	$M_r$ (MPa)	N° de valore > o = a $M_{ri}$	% de Valores > o =
16,10%	165,83	1	33%
12,80%	131,84	2	67%
8,00%	82,4	3	100%

**Tabla 86:** percentil por nivel de tráfico

NIVEL DE TRAFICO (EAL)	PERCENTIL DE DISEÑO
$10^4$ o menos	60
entre $10^4$ y $10^6$	75
$10^6$ o más	87,5

**Figura 61:** percentil de diseño**Tabla 87:** resultado del módulo resiliente

NIVEL DE TRAFICO (EAL)	PERCENTIL DE DISEÑO	$M_r$ (Mpa)
4,5,E+04	75	1,18E+02

### 3. SECCION DE PAVIMENTO

Con las Cartas de Diseño en unidades métricas del Instituto del Asfalto, se determinará todos los espesores que satisfagan los requerimientos estructurales.

a. SECCIÓN FULL DEPTH – figura 55

Datos:

$$EAL = 4.47, E+04$$

$$Mr = 1.18, E+02$$

**Figura 62:** grafico del espesor de pavimento



$$e = 100 \text{ mm}$$

$$e = 4''$$

b. SECCION FULL DEPTH CON BASE ASFALTICA EMULSIFICADA

- sobre mezclas asfálticas emulsificadas Tipo I se debe hacer un tratamiento superficial para el sellado.
- sobre las mezclas asfálticas emulsificadas Tipo II y II se debe colocar una carpeta de rodadura de concreto asfáltico mezclas asfálticas de Tipo I con tratamiento superficial son de acuerdo con los espesores mínimos según la siguiente tabla:

**Tabla 88:** Espesores mínimos para carpeta asfáltica tipo I

TRAFICO DE DISEÑO (EAL)	ESPESOR MINIMO	
	mm	pulg
10 <sup>4</sup>	50	2
10 <sup>5</sup>	50	2
10 <sup>6</sup>	75	2
10 <sup>7</sup>	100	4
>10 <sup>7</sup>	130	5

**BASE ASFALTICA TIPO I – figura 56**

Mezcla elaborada con agregados procesados de gradación densa.

Datos:

$$EAL = 4.47, E+04$$

$$Mr = 1.18, E+02$$

**Figura 63:** *grafico del espesor de pavimento*



$e = 100 \text{ mm}$  – tratamiento superficial (sellado)

$e = 4''$  – tratamiento superficial (sellado)

**BASE ASFALTICA TIPO II – figura 57**

Mezcla elaborada con agregados semi – procesados.

Datos:

$$EAL = 4.47, E+04$$

$$Mr = 1.18, E+02$$

**Figura 64:** *grafico del espesor de pavimento*



$$e2 = 125 \text{ mm} \approx 5'' +$$

$$\underline{e1 = 50 \text{ mm} \approx 2''}$$

$$e = 175 \text{ mm} \approx 7''$$

**BASE ASFALTICA TIPO III – figura 58**

Mezcla elaborada con arena o arenas limosas.

Datos:

$$EAL = 4.47, E+04$$

$$Mr = 1.18, E+02$$

**Figura 65:** *grafico del espesor de pavimento*



$$e_2 = 150 \text{ mm} \approx 6'' +$$

$$e_1 = 50 \text{ mm} \approx 2''$$

$$e = 175 \text{ mm} \approx 8''$$

c. SECCIÓN CARPETA ASFÁLTICA CON BASE GRANULAR NO TRATADA

**Tabla 89:** *espesores mínimos de concreto asfáltico sobre bases de agregados no tratados*

TRAFICO DE DISEÑO (EAL)	CONDICION DE TRAFICO	ESPEORES MINIMOS DE CONCRETO ASFALTICO
$\leq 10^4$	Vías de tránsito liviano	75 mm o 3"
$10^4 - 10^6$	Vías de tránsito medio	100 mm o 4"
$\geq 10^6$	Vías de tránsito medio a pesado	125 mm o 5"

**BASE DE  $e = 150 \text{ mm}$  – figura 59**

Datos:

$$EAL = 4.47, E+04$$

$$Mr = 1.18, E+02$$

**Figura 66:** *grafico del espesor de pavimento*



$$e_2 = 100 \text{ mm} \approx 4'' +$$

$$e_1 = 100 \text{ mm} \approx 4''$$

$$e = 200 \text{ mm} \approx 8''$$

**BASE DE  $e = 300 \text{ mm}$  – figura 60**

Datos:

$$EAL = 4.47, E+04$$

$$Mr = 1.18, E+02$$

**Figura 67:** grafico del espesor de pavimento

$$e_2 = 100 \text{ mm} \approx 4'' +$$

$$\underline{e_1 = 100 \text{ mm} \approx 4''}$$

$$e = 200 \text{ mm} \approx 8''$$

d. SECCION CARPETA ASFALTICA CON BASE Y SUBBASE GRANULAR NO TRATADA

Base mínima de 6''

$$E_1 = 100 \text{ mm} \approx 4''$$

$$E_2 = 150 \text{ mm} \approx 6'' \text{ (base granular no tratada)}$$

$$\underline{E_3 = 150 \text{ mm} \approx 6'' \text{ (subbase granular no tratada)}}$$

$$E = 400 \text{ mm} \approx 16''$$

**Tabla 90:** resumen de los cálculos según alternativas.

ALTERNATIVA		ESPESOR			e (m)	ALTERNATIVA EQUIVALENTE	ESPESOR		e (m)
		CARTA	mm	pulg			mm	pulg	
1	CONCRETO ASFALTICO	A-13	100	4	0,100	-	-	-	0,100
2	TRATAMIENTO SUP. BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I	A-14	100	4	0,100	-	-	-	0,100
3	TRATAMIENTO SUP. BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I	A-15	50	2	0,125	CONCRETO ASFALTICO	50	2	0,125
	BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO II		125	5		BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO II	125	5	

4	TRATAMIENTO SUP. BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO I BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO III	A-16	50	2	0,200	CONCRETO ASFALTICO	50	2	0,200
			150	6		BASE ASFALTICA EMULSIFICADA TIPO III	150	6	
5	CARPETA ASFALTICA BASE GRANULAR NO TRATADA	A-17	100	4	0,200	-	-	-	0,200
			100	4		-	-	-	
6	CARPETA ASFALTICA BASE GRANULAR NO TRATADA	A-18	100	4	0,200	CARPETA ASFALTICA	100	4	0,400
			100	4		BASE GRANULAR NT	150	6	
						SUBBASE GRANULAR NT	150	6	

Fuente: elaboración propia

**ANEXO CAPITULO VI-03. MEMORIA DE CÁLCULO DISEÑO DE  
PAVIMENTO RÍGIDO METODO AASHTO 93.**

**1. CALCULO DEL EAL DE DISEÑO (EJES EQUIVALENTES DE CARGA)**

**1.1. TRAFICO DIARIO INICIAL**

**Tabla 91:** *Conteo de tráfico inicial*

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>CLASE</b>	<b>IMD</b>
AUTOS (VEH. +VEH.MEN. /3)	AP	524
CAMIONETA (PICK UP+COMBI)	AC	72
MICRO	MICRO	4
CAMIÓN 2E	C2	8
TAMDEM	T3S2	2
<b>TOTAL</b>		<b>610</b>

Fuente: elaboración propia

**1.2. TRAFICO PROYECTADO**

a. Periodo de diseño (n):

**Tabla 92:** *periodo de diseño según tipo de carretera*

<b>Tipo de Carretera</b>	<b>Periodo de Diseño (años)</b>
Urbana de tránsito elevado	30 - 50
Interurbana de tránsito elevado	20 - 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito.	15 - 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava.	10 - 20

Fuente: AASHTO, guide for desing of pavement structures 1993

n= 20 años

b. Tasas de crecimiento (r):

Tasa de crecimiento poblacional = 1,50%

Tasa de crecimiento económico – PBI = 4,10%

c. Factor sentido:

Se tomará de una sola calzada, pero de doble sentido siendo el número de carriles 1 por sentido considerando la distribución del 50% en cada sentido.

d. Factor camión:

**Tabla 93:** *factor camión por clase de vehículo*

CLASE	FACTOR CAMION
AP	0,0007420
AC	0,0270997
MICRO	3,6801000
C2	3,6801000
T3S2	5,3037937

**Tabla 94:** *cálculo de ESAL de diseño*

CLASE	IMD	Factor Camión	Factor Crecimiento	Factor Direccional	EE ó ESAL
AP	524	0,0007420	23,1236671	0,5	234
AC	72	0,0270997	30,0889576	0,5	1531
MICRO	4	3,6801000	30,0889576	0,5	11548
C2	8	3,6801000	30,0889576	0,5	23095
T3S2	2	5,3037937	30,0889576	0,5	8321
<b>W18 =</b>					<b>4,47, E+04</b>

Fuente: elaboración propia

ESAL de diseño = 4.47, E+04

## 2. CONFIABILIDAD

**Tabla 95:** *confiabilidad según clasificación funcional*

Clasificación Funcional	Confiabilidad recomendada (R: Reliability)	
	Urbano	Rural
Interestatales y otras autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO, Guide for Desing of Pavement Structures 1993

Se clasifica a la vía como local y urbana por tanto R será igual a:

$$R = 80$$

### 3. FACTOR DE CONFIABILIDAD O DESVIACION ESTANDAR

#### NORMAL $Z_R$

**Tabla 96:** *factor de confiabilidad y el valor de  $Z_R$*

CONFIABILIDAD (R)	VALOR DE $Z_R$
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,34
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

El valor de  $Z_R$  según la confiabilidad dentro de la curva normal de:

$$Z_R = -0.841$$

### 4. COEFICIENTE DE DRENAJE

**Tabla 97:** *coeficiente de drenaje según características*

Características de drenaje	Termino de Agua Eliminada	% de tiempo en el año que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	> 25%
Excelente	2 horas	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1,10
Buena	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1,00
Regular	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0,90
Pobre	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0,80

Muy Mala	El agua no drena	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0,70
----------	------------------	-------------	-------------	-------------	------

Siendo el coeficiente de drenaje  $C_d = 1.05$

**5. DESVIACION ESTANDAR TOTAL  $S_o$**

**Tabla 98:** *Desviación Estándar según tipo de pavimento*

TIPO DE PAVIMENTO	$S_o$
Pavimento Rígido (0.30-0.40)	0.35 construcción nueva 0.40 sobrecapas
Pavimento Flexible (0.40- 0.50)	0.45 construcción nueva 0.50 sobrecapas

$S_o = 0.35$

**6. PERDIDA DE SERVICIALIDAD DE DISEÑO  $\Delta PSI$**

**Tabla 99:** *perdida de servicialidad según tipo de pavimento*

TIPO DE PAVIMENTO	SERVICIALIDAD INICIAL $P_o$	SERVICIALIDAD FINAL $P_t$
Pavimento Rígido	4,5	2.5 alto tráfico
Pavimento Flexible	4,2	2.0 bajo tráfico

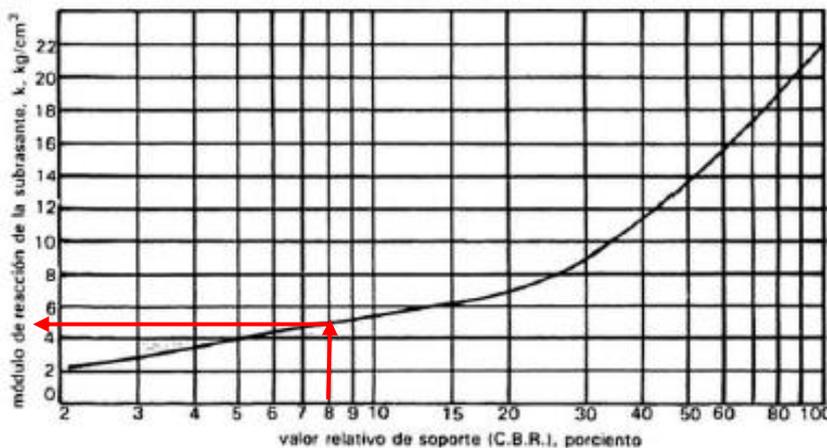
$P_o = 4.5$

$P_t = 2$

$\Delta PSI = 2.5$

**7. COEFICIENTE DE BALASTO K**

**Figura 68:** *Figura para el cálculo del coeficiente de balasto según CBR*



$$\text{CBR} = 8\%$$

$$K = 5.00 \text{ kg/cm}^3$$

## 8. MÓDULO ELÁSTICO ( $E_c$ )

Peso normal del cemento portland

$$E_c = 57000\sqrt{f'_c}$$

$$F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_c = 2987 \text{ lb/pulg}^2$$

$$F_c = 3115247 \text{ lb/pulg}^2$$

## 9. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)

**Tabla 100:** *coeficiente de transferencia de carga según dispositivo de transmisión de carga*

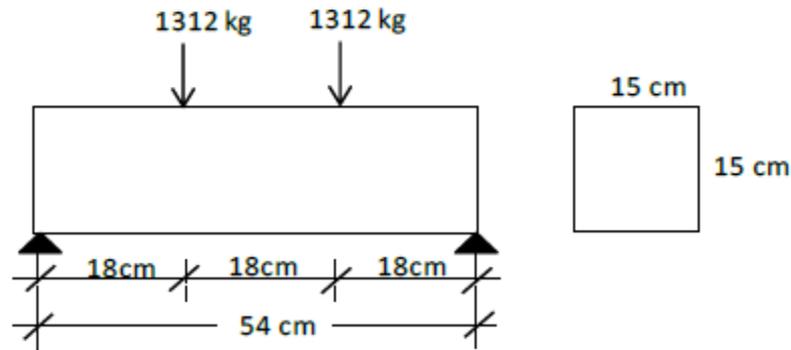
BERMA DISPOSITIVO DE TRANSMISIÓN DE CARGA	DE ASFALTO		DE CONCRETO	
	SI	NO	SI	NO
TIPO DE PAVIMENTO				
1. No reforzado o reforzado con juntas	3,2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
2. Reforzado continuo	2.9 - 3.2		2.3 - 2.9	

El proyecto no se considera transferencia de carga, se asume un valor de:

$$J = 4.1$$

## 10. MÓDULO DE ROTURA A LOS 28 DÍAS ( $M_r$ )

**Figura 69:** gráfico con cargas para el cálculo del módulo de rotura.



$$C = h/2 = 7.5 \text{ cm}$$

$$I = bh^3/12 = 4219 \text{ cm}^4$$

$$\text{Momento (M)} = 1312 \text{ kg} \times 18 \text{ cm} = 23616 \text{ kg-cm}$$

$$\sigma_{tf} = MR = \frac{M \cdot C}{I} = 41.984 \text{ kg/cm}^2 = 597 \text{ psi}$$

$$M_r = 597 \text{ psi}$$

## 11. ESPESOR DE PAVIMENTO RÍGIDO

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{3.46}}} + (4.22 - 0.32P_f) \times \log_{10}\left(\frac{M_R \times C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Datos:

$$W_{18} = 4.47, E+04$$

$$Z_R = -0.841$$

$$C_d = 1.05$$

$$S_o = 0.35$$

$$\Delta PSI = 2.5$$

$$K = 181$$

$$E_c = 3115247$$

$$J = 4.1$$

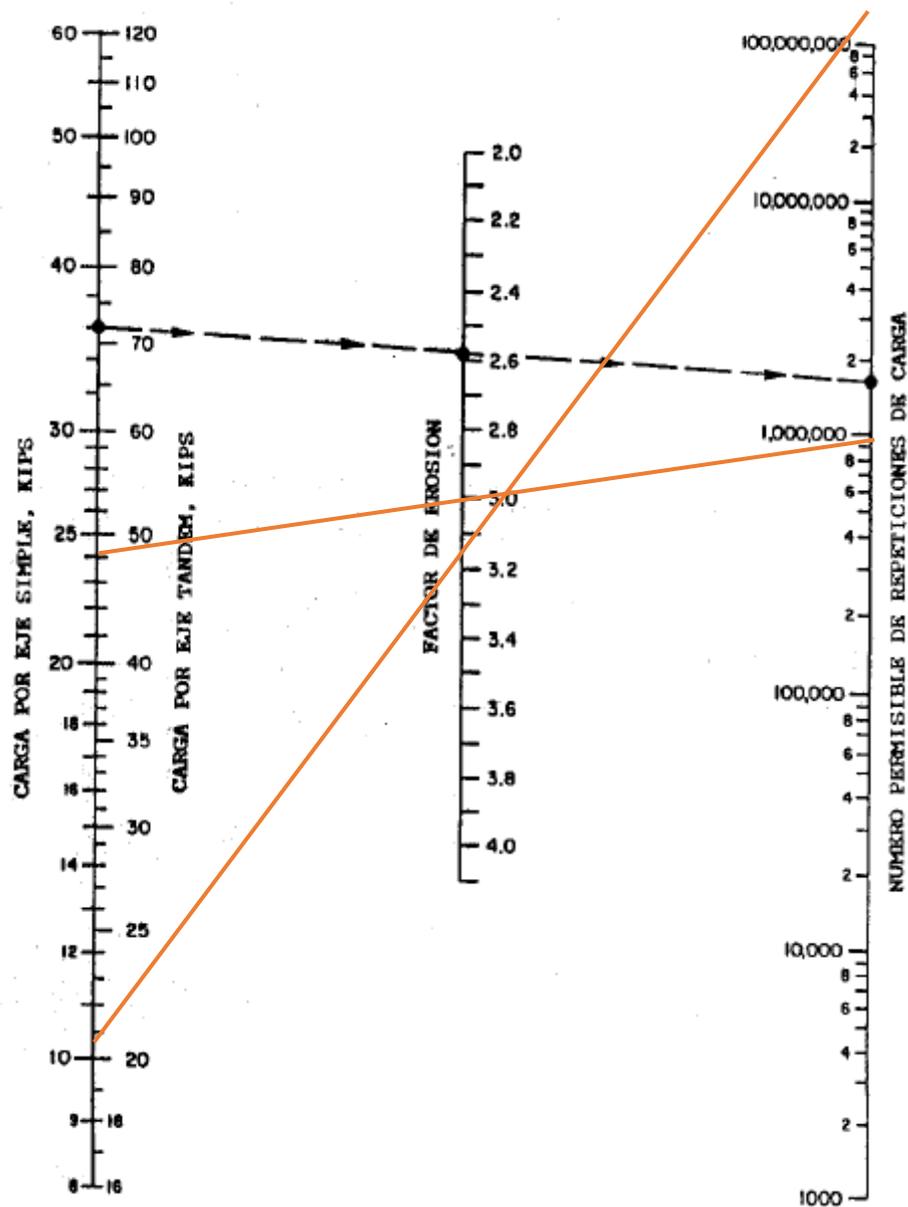
$$M_r = 597$$

$$D = 5.78 \text{ pulg.}$$

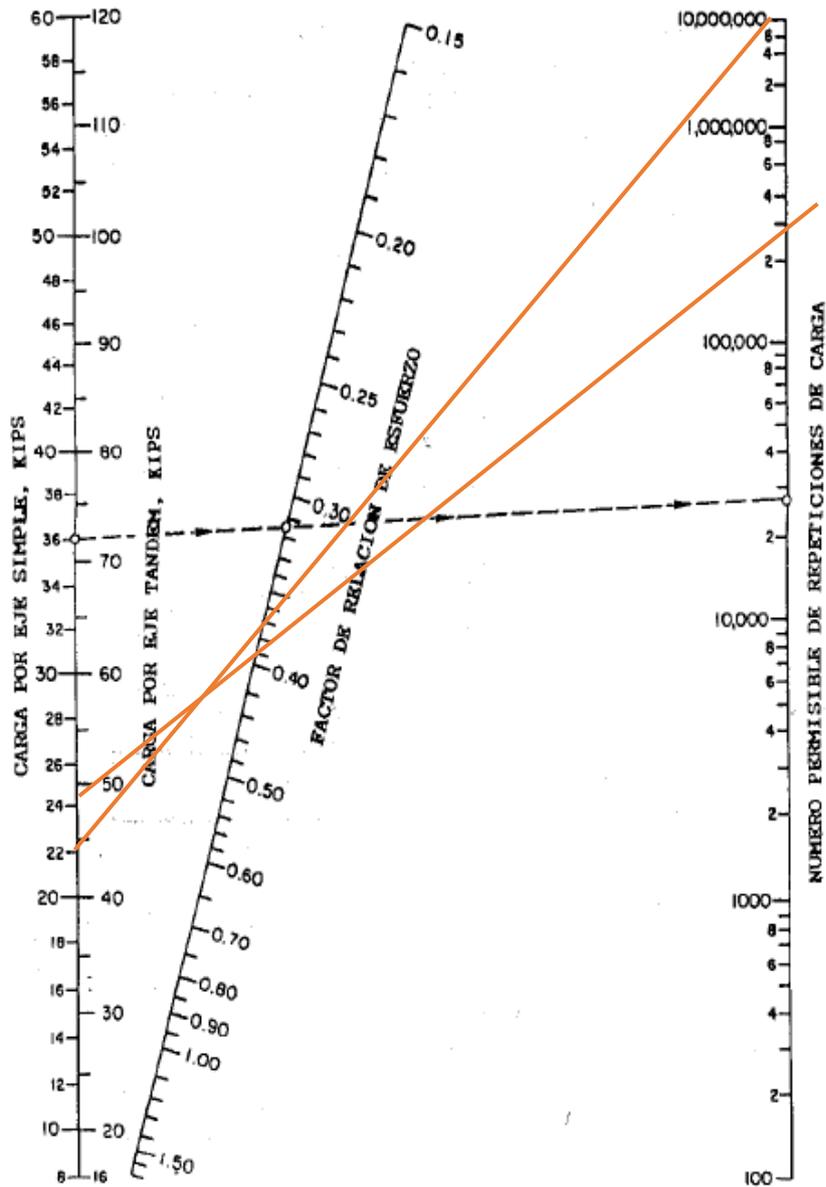
$$D = 6 \text{ pulg.}$$

**ANEXO CAPITULO VI-04. MEMORIA DE CÁLCULO: DISEÑO DE  
PAVIMENTO RIGIDO METODO PORTLAND CEMENT ASSOCIATION  
(PCA)**

**Figura 70:** *Análisis Por Fatiga Numero Permissible De Repeticiones De Carga Basado En El Factor De Relación De Esfuerzo (Con Y Sin Berma De Concreto)*



**Figura 71:** Análisis Por Erosión – número permisible de repeticiones de carga basado en el factor de erosión (sin berma de concreto)



## 1. CALCULO DEL EAL DE DISEÑO (EJES EQUIVALENTES DE CARGA)

### 1.1. TRAFICO DIARIO INICIAL

**Tabla 101:** *Conteo de tráfico inicial*

TIPO DE VEHÍCULO	CLASE	IMD
AUTOS (VEH. +VEH.MEN. /3)	AP	524
CAMIONETA (PICK UP+COMBI)	AC	72
MICRO	MICRO	4
CAMIÓN 2E	C2	8
TAMDEM	T3S2	2
<b>TOTAL</b>		<b>610</b>

Fuente: elaboración propia

### 1.2. TRAFICO PROYECTADO

#### a. Periodo de diseño (n):

**Tabla 102:** *periodo de diseño según tipo de carretera*

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (años)
Urbana de tránsito elevado	30 - 50
Interurbana de tránsito elevado	20 - 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito.	15 - 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava.	10 - 20

Fuente: AASHTO, guide for desing of pavement structures 1993

n= 20 años

#### b. Tasas de crecimiento (r):

Tasa de crecimiento poblacional = 1,50%

Tasa de crecimiento económico – PBI = 4,10%

#### c. Factor de Crecimiento (Fc):

$$FC = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

$r$  = tasa anual de crecimiento

$n$  = periodo de diseño

factor de crecimiento por población: 23.12

factor de crecimiento por economía: 30.09

d. Factor de Seguridad de carga (LSF):

**Tabla 103:** *intensidad del tráfico para el cálculo del factor de seguridad de carga*

INTENSIDAD DEL TRÁFICO	LSF
Casos especiales con muy altos volúmenes de tráfico pesado y cero mantenimientos.	1.3
Para Autopistas o vialidades de varios carriles en donde se presentará un flujo ininterrumpido de tráfico y altos volúmenes de tráfico pesado.	1.2
Autopistas y vialidades urbanas con volúmenes moderados de tráfico pesado	1.1
Caminos y calles secundarias con muy poco tráfico pesado	1.0

LSF = 1.0

**Tabla 104:** *Calculo del tráfico proyectado.*

CLASE	IMD	Tipo de Eje	Peso de Eje (kips)	LSF	Factor Crecimiento	Factor Direccional	Rep. Anuales	Al Periodo de Diseño
AP	524	simple	2.2046	1.0	23.1236671	0.5	315902	6318047
		simple	2.2046				315902	6318047
AC	72	simple	3.52736	1.0	30.0889576	0.5	56481	1129625
		simple	7.27518				56481	1129625
MICRO	4	simple	15.4322	1.0	30.0889576	0.5	3138	62757
		simple	24.2506				3138	62757
C2	8	simple	15.4322	1.0	30.0889576	0.5	6276	125514
		simple	24.2506				6276	125514
T3S2	2	simple	15.4322	1.0	30.0889576	0.5	1569	31378
		tándem	39.6828				1569	31378
		trídem	55.1150				1569	31378

## 2. CÁLCULO DEL MÓDULO DE REACCIÓN (K)

### 2.1. Cálculo de K de la subrasante:

Tenemos un CBR de 8%

**Tabla 105:** *cálculo de CBR en psi*

<b>CBR (%)</b>	3	4	5	8	10	20
<b>k(psi)</b>	100	120	140	175	200	250

$$K = 175 \text{ psi}$$

### 2.2. Cálculo de k afectado por la colocación de una subbase granular no tratada:

Se prevé la construcción de una losa de concreto sobre una subbase granular no trata de 6" mínimo.

**Tabla 106:** *valores de k subrasante y valor de k combinado.*

k subrasante (psi/pulg)	Valor k combinado (psi / pulg)			
	4 pulg	6 pulg	9 pulg	12 pulg
75	85	96	117	140
150	165	180	210	243
225	235	242	280	330
300	320	330	367	430

Interpolando se obtiene:

$$K = 201 \text{ psi.}$$

## 3. ELEMENTOS DE TRANSFERENCIA DE CARGA

No hay transferencias de carga.

## 4. ESPESOR DE PAVIMENTO PROPUESTO

$$E = 8.0 \text{ pulg.}$$

## 5. ESFUERZO EQUIVALENTE

**Tabla 107:** valores de  $k$  de la subrasante en función del espesor de losa

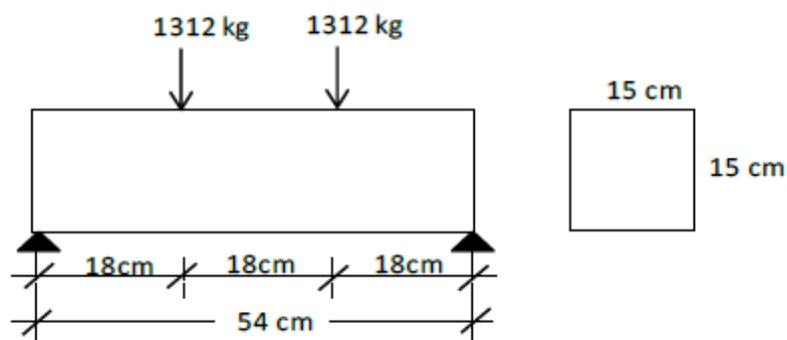
Espesor de losa (pulg)	k de la subrasante – subbase, psi				
	100	150	200	300	500
4	726/585	671/542	634/516	584/486	523/457
5	531/436	493/399	467/376	432/349	390/321
6	411/348	382/316	362/296	336/271	304/246
7	331/290	307/262	292/244	271/222	246/199
8	274/249	255/223	242/208	225/188	205/167
9	232/218	216/195	205/181	190/163	174/144
10	200/193	186/173	177/160	164/144	150/126

Interpolando obtenemos:

$$\sigma_e = 241.83 \text{ pci (para eje simple)}$$

$$\sigma_e = 207.80 \text{ pci (para eje tándem)}$$

## 6. MODULO DE ROTURA A LOS 28 DIAS ( $S_c$ )

**Figura 72:** Grafico con cargas para el cálculo del módulo de rotura

$$C = h/2 = 7.5 \text{ cm}$$

$$I = bh^3/12 = 4219 \text{ cm}^4$$

$$\text{Momento (M)} = 1312 \text{ kg} \times 18 \text{ cm} = 23616 \text{ kg-cm}$$

$$\sigma_{tf} = MR = \frac{M \cdot C}{I} = 41.984 \text{ kg/cm}^2 = 597 \text{ psi}$$

$$M_r = 597 \text{ psi}$$

## 7. FACTOR DE RELACION DE ESFUERZO (FRE):

### 7.1.PARA EJE SIMPLE:

$$\text{FRE} = \frac{\sigma_e(\text{eje simple})}{\text{MR del concreto}} = 0.41$$

### 7.2.PARA EJE TANDEM:

$$\text{FRE} = \frac{\sigma_e(\text{eje tandem})}{\text{MR del concreto}} = 0.35$$

## 8. FACTOR DE EROSION

**Tabla 108:** Valor de  $k$  de la subrasante en función del espesor de losa

Espesor de losa (pulg.)	k de la subrasante – subbase, pci			
	100	200	300	500
4	3.91/3.95	3.88/3.89	3.86/3.86	3.82/3.83
5	3.63/3.72	3.60/3.64	3.58/3.60	3.55/3.55
6	3.40/3.53	3.37/3.44	3.35/3.40	3.32/3.34
7	3.21/3.39	3.17/3.29	3.15/3.24	3.13/3.17
8	3.05/3.26	3.01/3.16	2.99/3.10	2.96/3.03
9	2.91/3.16	2.86/3.05	2.84/2.99	2.81/2.92
10	2.79/3.06	2.74/2.95	2.71/2.89	2.68/2.81

Interpolando se obtiene:

$$F_e = 3.0098 \text{ pci (para eje simple)}$$

$$F_e = 3.1594 \text{ pci (para eje tándem)}$$

## 9. VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS

**Tabla 109:** Verificación de los resultados

TIPO DE EJE	CARGA POR EJE (KIPS)	REPETICIONES ESPERADAS	FRE	ANALISIS POR FATIGA		ANALISIS DE EROSION		
				NUMERO REPETICIONES ADMISIBLES	CONSUMO DE FATIGA (%)	Fe	NUMERO REPETICIONES ADMISIBLES	CONSUMO DE EROSION (%)
simple	2.2046	6318047	0.44	Ilimitado	0	3.0898	Ilimitado	0
simple	2.2046	6318047	0.44	Ilimitado	0	3.0898	Ilimitado	0
simple	3.52736	1129625	0.44	Ilimitado	0	3.0898	Ilimitado	0
simple	7.27518	1129625	0.44	Ilimitado	0	3.0898	Ilimitado	0
simple	15.4322	62757	0.44	Ilimitado	0	3.0898	Ilimitado	0
simple	24.2506	62757	0.44	300000	20.92	3.0898	900500	6.97
simple	15.4322	125514	0.44	Ilimitado	0	3.0898	Ilimitado	0
simple	24.2506	125514	0.44	300000	41.84	3.0898	900500	13.94
simple	15.4322	31378	0.44	Ilimitado	0	3.0898	Ilimitado	
tándem	39.6828	31378	0.37	Ilimitado	0	3.2195	1100000	2.85
trídem	55.115	31378	0.37	Ilimitado	0	3.2195	400500	7.83
<b>TOTAL</b>					<b>62.76</b>	<b>TOTAL</b>		<b>31.59</b>

Se demostró que para una losa de 8" de espesor sobre una subbase de 6" resistirá las cargas de diseño tanto por fatiga como por erosión.

**ANEXO CAPITULO VI-05. MEMORIA DE CALCULO: DISEÑO DE  
PAVIMENTO ARTICULADO – CE.010**

**1. CALCULO DEL EAL DE DISEÑO (EJES EQUIVALENTES DE CARGA)**

**1.1. TRAFICO DIARIO INICIAL:**

**Tabla 110:** *conteo de tráfico diario inicial.*

<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>CLASE</b>	<b>IMD</b>
AUTOS (VEH. +VEH.MEN. /3)	AP	524
CAMIONETA (PICK UP+COMBI)	AC	72
MICRO	MICRO	4
CAMIÓN 2E	C2	8
TAMDEM	T3S2	2
<b>TOTAL</b>		<b>610</b>

Fuente: elaboración propia

**1.2. TRAFICO PROYECTADO**

a. Periodo de diseño (n):

**Tabla 111:** *periodo de diseño según tipo de carretera*

<b>Tipo de Carretera</b>	<b>Periodo de Diseño (años)</b>
Urbana de tránsito elevado	30 - 50
Interurbana de tránsito elevado	20 - 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito.	15 - 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava.	10 - 20

Fuente: AASHTO, guide for desing of pavement structures 1993

n= 20 años

b. Tasas de crecimiento (r):

Tasa de crecimiento poblacional = 1,50%

Tasa de crecimiento económico – PBI = 4,10%

c. Factor de Crecimiento (Fc):

$$FC = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

r = tasa anual de crecimiento

n = periodo de diseño

factor de crecimiento por población: 23.12

factor de crecimiento por economía: 30.09

d. Factor sentido:

Se tomará de una sola calzada, pero de doble sentido siendo el número de carriles 1 por sentido considerando la distribución del 50% en cada sentido.

e. Factor camión:

**Tabla 112:** *factor camión por clase de vehículo*

CLASE	FACTOR CAMION
AP	0,0007420
AC	0,0270997
MICRO	3,6801000
C2	3,6801000
T3S2	5,3037937

**Tabla 113:** *cálculo de ESAL de diseño*

CLASE	IMD	Factor Camión	Factor Crecimiento	Factor Direccional	EE ó ESAL
AP	524	0,0007420	23,1236671	0,5	234
AC	72	0,0270997	30,0889576	0,5	1531
MICRO	4	3,6801000	30,0889576	0,5	11548
C2	8	3,6801000	30,0889576	0,5	23095
T3S2	2	5,3037937	30,0889576	0,5	8321
<b>W18 =</b>					<b>4,47, E+04</b>

Fuente: elaboración propia

ESAL de diseño = 4.47, E+04

## 2. FACTOR DE DISEÑO

### 2.1. TRÁFICO EXPRESADO EN EJES EQUIVALENTES

- Para el caso de pavimentos semirrígidos con adoquines de concreto el número de repeticiones de ejes equivalentes que se recomienda aplicar es hasta 15'000,000 EE en el carril de diseño.
- Para un periodo de diseño de 20 años.

**Tabla 114:** rangos de tráfico pesado expresado en EE según tipo de tráfico pesado expresado en EE

TIPOS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
Nivel I	> 1'000,000 EE <= 150,000 EE
Nivel II	> 150,000 EE <= 7'500,000 EE
Nivel III	> 7'500,000 EE <= 15'000,000 EE

Siendo el caso de nivel I ya que el valor de ESAL de diseño se encuentra dentro de sus rangos.

### Características de la subrasante

CBR = 8%

**Tabla 115:** Categorías de la subrasante en función de CBR

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
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 $\geq$ 10% a CBR $<$ 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR $\geq$ 20% a CBR $<$ 30%
S5: Subrasante Extraordinaria	CBR $\geq$ 3%

Siendo la categoría de subrasante la de una subrasante regular.

## 2.2.MATERIAL DEL PAVIMENTO

**Tabla 116:** *Capa superficial y capa de arena en función a ejes equivalentes*

EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	CAMA DE ARENA
$\leq$ 150,000		Adoquín de Concreto: 60 mm	40mm
150,001	7,500,000	Adoquín de Concreto: 80mm	40mm
7,500,001	15'000,000	Adoquín de Concreto: 100mm	40mm

Siendo el valor de ejes equivalentes menor a 150 000 el adoquín de concreto será de 60 mm y cama de arena 40 mm.

**Figura 73:** catálogo de estructuras de pavimento de adoquín con base granular.

EE	Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5
	75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000	1'000,001-1'500,000
CBR < 6%						
> 6% CBR < 10%						

Donde:

**Figura 74:** leyenda de capas



Como el ESAL < 150,000 y un CBR = 8% se obtiene:

Base granular = 22 cm

Capa de Arena = 4 cm

Adoquín = 6 cm

## ANEXO CAPITULO VI-6. DISEÑO DE MEZCLA

**Tabla 117:** Resistencia a la compresión promedio

f'c	f'cr
menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
sobre 350	f'c + 98

**Tabla 118:** Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua En lt/m3 Para Los Tamaños Máximos Nominales De Agregados Y Consistencia Indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	<b>CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO</b>							
1 a 2	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4	220	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7	243	228	216	202	190	178	160	-
<b>CONCRETO CON AIRE INCORPORADO</b>								
1 a 2	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7	216	205	197	184	174	166	154	-

**Tabla 119:** Contenido de aire atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

**Tabla 120:** Relación agua – cemento por resistencia

F'cr (28 Días)	Relación Agua - Cemento Diseño En Peso	
	Sin Aire Incorporado	Con Aire Incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61

250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

**Tabla 121:** *Contenido de aire incorporado en total*

Tamaño Máximo Nominal	Contenido De Aire Total En %		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6	7.5
1/2"	4	5.5	7
3/4"	3.5	5	6
1"	3	4.5	6
1 1/2"	2.5	4.5	5.5
2"	2	4	5
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1	3	4

**Tabla 122:** *Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto*

Tamaño Máximo Nominal	Volumen De Agregado Grueso, Seco Y Compactado, Por Unidad De Volumen Del Concreto Para Diversos Módulos De Fineza			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.75	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

**Tabla 123:** *Condiciones especiales de exposición*

Condiciones De Exposición	Relación Agua / Cemento Máxima
<b>CONCRETO DE BAJA PERMEABILIDAD</b>	
a) expuesto a agua dulce	0.5
b) expuesto a agua de mar o agua salobres	0.45
c) expuesto a la acción de aguas cloacales	0.45
<b>CONCRETO EXPUESTO A PROCESOS DE CONGELACION Y DESHIELO EN CONDICION DE HUMEDAD</b>	
d) sardineles, cunetas, secciones delgadas	0.45
e) otros elementos	0.5
<b>PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN DE CONCRETO</b>	
f) expuso a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de esta agua.	0.4
g) si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm	0.5

## 1. LOSA DE PAVIMENTO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### DISEÑO DE MEZCLA – ACI 211

#### a. Materiales

**Tabla 124:** *Materiales a utilizar*

	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	3.15	2.53	2.6	1
Absorción (%)	-	0.63	0.74	-
Humedad (%)	-	4.53	0.41	-
PU varillado seco (gr/cm <sup>3</sup> )	-	1.61	1.586	-
PU suelto seco (gr/cm <sup>3</sup> )	-	1.38	1.39	-
Módulo de fineza (%)	-	3	-	-
Tamaño Máx. Nominal (pulg)	-	-	3/4	-

#### b. Dosificación en peso

- RESISTENCIA REQUERIDA (Tabla 117)

$$f'_{cr}: \quad f'c + 84$$

$$f'_{cr}: \quad 294 \text{ kg/cm}^2$$

- SLUMP

Slump: 3" (Losas y pavimentos)

- AGUA DE MEZCLADO (Tabla 118)

Agua: 205 L

- CONTENIDO DE AIRE (Tabla 119)

Aire: 2% (Sin aire incorporado)

- RELACION AGUA / CEMENTO (Tabla 120)

Por interpolación: 0.558

a/c : 0.558

- CONTENIDO DE CEMENTO

$$C = 205 / 0.558$$

$$C = 367.38 \text{ kg} \quad \text{N}^\circ \text{ bolsas} = 8.64 \text{ bol/m}^3$$

(factor cemento)

- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO (Tabla 122)

$$\text{A.G.} = 0.6 \text{ m}^3 \times 1609 \text{ kg/cm}^3$$

$$\text{A.G.} = 951.6 \text{ kg}$$

- CONTENIDO DE AGREGADO FINO (Por volumen)

$$\text{Agua} = \quad \quad \quad = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = 367.38 \text{ kg} / 3150 \text{ kg/m}^3 = 0.117 \text{ m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = 951.6 \text{ kg} / 2600 \text{ kg/m}^3 = 0.366 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = \quad \quad \quad = 0.020 \text{ m}^3$$

---


$$0.708 \text{ m}^3$$

$$\text{Ag. Fino} = 1 \text{ m}^3 - 0.708 \text{ m}^3 = 0.292 \text{ m}^3$$

$$\text{Ag. Fino} = 0.292 \text{ m}^3 \times 2530 \text{ kg/m}^3 = 739.70 \text{ kg}$$

- RESUMEN DE MATERIALES POR M3

$$\text{Agua} = 205 \text{ L}$$

$$\text{Cemento} = 367.38 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. Grueso} = 951.6 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. Fino} = 739.70 \text{ kg}$$

- CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN

- \* POR HUMEDAD:

$$\text{Ag. Grueso} = 951.6 \text{ kg} (1 + 0.42 / 100) = 955.50 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. Fino} = 739.70 \text{ kg} (1 + 4.54 / 100) = 773.21 \text{ kg}$$

- \* POR ABSORCIÓN:

$$\text{Ag. Grueso} = 951.6 \text{ kg} (0.42 - 0.8) / 100 = -3.14 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. Fino} = 739.70 \text{ kg} (4.54 - 0.6) / 100 = 28.85 \text{ kg}$$

---


$$25.71 \text{ kg}$$

$$\text{Agua efectiva} = 205 \text{ L} - 25.71 \text{ L} = 179.29 \text{ L}$$

- RESUMEN DE MATERIALES POR M3

			Tanda para 1 m <sup>3</sup>
Agua efectiva	=	179 L	2.3846 litros
Cemento	=	367 kg	4.8862 kg
Ag. Grueso	=	956 kg	12.7082 kg
Ag. Fino	=	773 kg	10.2836 kg
		0.422	

DOSIFICACIÓN EN PESO: 1: 2.1: 2.6: 21 L/bol

Relación agua-cemento (a/c)		
de diseño:	205/367	0.558
Relación agua-cemento (a/c)		
efectiva:	182/367	0.488

c. Conversión a dosificación en volumen

- DOSIFICACIÓN EN PESO CORREGIDA

$$1 : 2.1 : 2.6 : 21 \text{ L/bol}$$

- CANTIDAD DE MATERIALES POR TANDA

$$\text{Cemento} = 1 \times 42.5 \text{ kg} = 42.5 \text{ kg/bol}$$

$$\text{Ag. Fino} = 2.1 \times 42.5 \text{ kg} = 89.25 \text{ kg/bol}$$

$$\text{Ag. Grueso} = 2.6 \times 42.5 \text{ kg} = 110.5 \text{ kg/bol}$$

$$\text{Agua efectiva} = 21 = 21 \text{ L/bol}$$

- PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO DE LOS AGREGADOS

$$\text{Ag. Fino} = 1380 \times (1 + 0.045) = 1442.51 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = 1.390 \times (1 + 0.004) = 1395.70 \text{ kg/m}^3$$

- PESO POR PIE CUBICO DEL AGREGADO (Considerando  $1\text{m}^3=35 \text{ pie}^3$ )

$$\text{Ag. Fino} = 1442.51 / 35 = 41.21 \text{ kg/pie}^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = 1395.70 / 35 = 39.88 \text{ kg/pie}^3$$

$$\text{Cemento} = 42.50 \text{ kg/pie}^3$$

- DOSIFICACION EN VOLUMEN

$$\text{Cemento} = 42.5 / 42.5 = 1$$

$$\text{Ag. Fino} = 81.6 / 41.58 = 2.17$$

$$\text{Ag. Grueso} = 112.2 / 40.20 = 2.77$$

DOSIFICACION EN PESO: 1: 2.17: 2.77: 21 L/bol

## 2. LOSA DE VEREDA, SARDINEL Y RAMPA $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

### DISEÑO DE MEZCLA – ACI 211

#### a. Materiales

**Tabla 125:** materiales para el diseño de mezcla

	CEMENTO	AG. FINO	AG. GRUESO	AGUA
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	3.15	2.53	2.6	1
Absorción (%)	-	0.63	0.74	-
Humedad (%)	-	4.53	0.41	-
PU varillado seco (gr/cm <sup>3</sup> )	-	1.61	1.586	-
PU suelto seco (gr/cm <sup>3</sup> )	-	1.38	1.39	-
Módulo de fineza (%)	-	3	-	-
Tamaño Máx. Nominal (pulg)	-	-	3/4	-

#### b. Dosificación en peso

- RESISTENCIA REQUERIDA (Tabla 117)

$$f'_{cr}: f'c + 70$$

$$f'_{cr}: 245 \text{ kg/cm}^2$$

- SLUMP

$$\text{SLUMP}: 3''$$

- AGUA DE MEZCLADO (Tabla 118)

$$\text{AGUA}: 205 \text{ L}$$

- CONTENIDO DE AIRE (Tabla 119)

AIRE: 2% (Sin aire incorporado)

- RELACION AGUA / CEMENTO (Tabla 120)

Por interpolación: 0.628

a/c: 0.628

- CONTENIDO DE CEMENTO

$C = 205 / 0.628$

$C = 326.43 \text{ kg}$        $N^{\circ} \text{ bolsas} = 7.68 \text{ bol/m}^3$   
(factor cemento)

- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO (Tabla 122)

$A.G. = 0.6 \text{ m}^3 \times 1609 \text{ kg/cm}^3$

$A.G. = 951.6 \text{ kg}$

- CONTENIDO DE AGREGADO FINO (Por Volumen)

Agua = = 0.205 m<sup>3</sup>

Cemento = 362.43 kg / 3150 kg/m<sup>3</sup> = 0.104 m<sup>3</sup>

Ag. Grueso = 951.6 kg / 2600 kg/m<sup>3</sup> = 0.366 m<sup>3</sup>

Aire = = 0.020 m<sup>3</sup>

---

0.695 m<sup>3</sup>

Ag. Fino = 1 m<sup>3</sup> - 0.695 m<sup>3</sup> = 0.305 m<sup>3</sup>

Ag. Fino = 0.305 m<sup>3</sup> x 2530kg/m<sup>3</sup> = 772.59 kg

- RESUMEN DE MATERIALES POR M3

Agua = 205 L

Cemento = 326.43 kg

Ag. Grueso = 951.6 kg

Ag. Fino = 772.59 kg

- CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION



$$\text{Ag. Grueso} = 1390 \times (1 + 0.004) = 1395.70 \text{ kg/m}^3$$

- PESO POR PIE CUBICO DEL AGREGADO (Considerando  $1\text{m}^3=35 \text{ pie}^3$ )

$$\text{Ag. Fino} = 1442.51 / 35 = 41.21 \text{ kg/pie}^3$$

$$\text{Ag. Grueso} = 1395.70 / 35 = 39.88 \text{ kg/pie}^3$$

$$\text{Cemento} = 42.50 \text{ kg/pie}^3$$

- DOSIFICACION EN VOLUMEN

$$\text{Cemento} = 42.5 / 42.5 = 1$$

$$\text{Ag. Fino} = 81.6 / 41.58 = 2.55$$

$$\text{Ag. Grueso} = 112.2 / 40.20 = 3.12$$

**DOSIFICACION EN PESO: 1: 2.55: 3.12: 23.2 L/bol**

## ANEXO CAPITULO X -01. ESTUDIO HIDROLÓGICO

ESTUDIO HIDROLÓGICO

## 1. REGISTROS PLUVIOMETRICOS

PARÁMETROS: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 h (mm)

Estación: Lambayeque

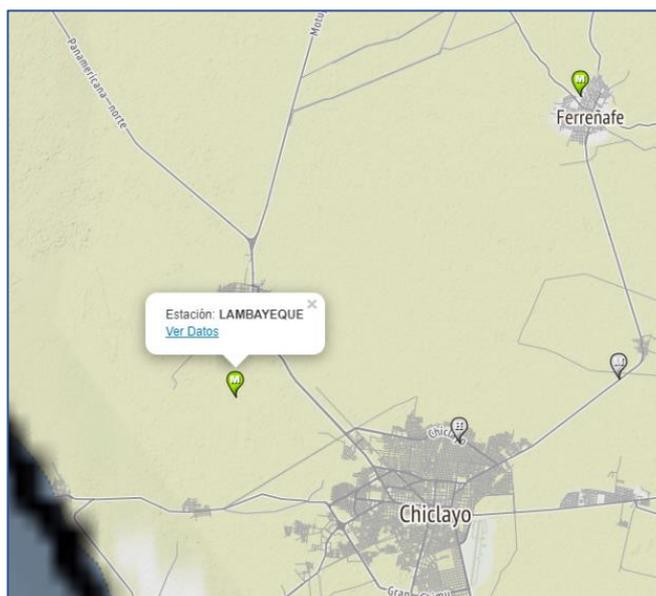
N°: 301

Categoría: CP

**Latitud:** 06°44'3.75"    **Dpto.**    : Lambayeque  
**Longitud:** 79°54'35.4"    **Prov.**    : Lambayeque  
**Altitud:** 18 msnm    **Dist.**    : San José

Tabla 126: Precipitación máximas en 24 h (mm) – Estación Lambayeque

N°	AÑO	ANUAL
1	1995	5.7
2	1996	1.8
3	1997	10.5
4	1998	71.3
5	1999	20.1
6	2000	5.7
7	2001	40.8
8	2002	15.2
9	2003	14.7
10	2004	3.6
11	2005	2.4
12	2006	0
13	2007	2.4
14	2008	11.7
15	2009	5.7
16	2010	19.7
17	2011	7.1
18	2012	22.1
19	2013	8.5
20	2014	3.7
<b>MAX</b>		<b>71.3</b>

**Figura 75:** Ubicación de la Estación Lambayeque

### 1.1. PARÁMETROS ESTADÍSTICOS:

Mediana:

Desviación Estándar:

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n} = 13.63 \quad \text{mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 16.65 \text{ mm}$$

## 2. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

### 2.1. DISTRIBUCION NORMAL O GAUSSIANA

Donde:

$$F(Z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

**Tabla 127:** cálculo de distribución de frecuencias – distribución normal

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE (SMIRNOV - KOLMOGOROV)					
m	P24	Z(x)	F(z)	P(x)	$\Delta =  F(z) - P(z) $
1	71.3	3.4636	0.9997	0.9524	0.0474
2	40.8	1.6317	0.9486	0.9048	0.0439

3	22.1	0.5084	0.6944	0.8571	0.1627
4	20.1	0.3883	0.6511	0.8095	0.1584
5	19.7	0.3643	0.6422	0.7619	0.1197
6	15.2	0.0940	0.5374	0.7143	0.1768
7	14.7	0.0640	0.5255	0.6667	0.1412
8	11.7	-0.1162	0.4537	0.6190	0.1653
9	10.5	-0.1883	0.4253	0.5714	0.1461
10	8.5	-0.3084	0.3789	0.5238	0.1449
11	7.1	-0.3925	0.3473	0.4762	0.1289
12	5.7	-0.4766	0.3168	0.4286	0.1118
13	5.7	-0.4766	0.3168	0.3810	0.0641
14	5.7	-0.4766	0.3168	0.3333	0.0165
15	3.7	-0.5967	0.2753	0.2857	0.0104
16	3.6	-0.6028	0.2733	0.2381	0.0352
17	2.4	-0.6748	0.2499	0.1905	0.0594
18	2.4	-0.6748	0.2499	0.1429	0.1070
19	1.8	-0.7109	0.2386	0.0952	0.1433
20	0	-0.8190	0.2064	0.0476	0.1588
Delta Máximo:				<b>Δ Max</b>	<b>0.1768</b>

### A. PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO – DISTRIBUCIÓN NORMAL

**Tabla 128:** Precipitación en 24 horas para diferentes periodos de retorno

TR (años)	F(z)=1-1/T	Z	NORMAL
5	0.8000	0.8416	27.6472
10	0.9000	1.2816	34.9711
20	0.9500	1.6449	41.0196
25	0.9600	1.7507	42.7818
50	0.9800	2.0538	47.8272
100	0.9900	2.3263	52.3648

Los valores de Z se obtienen mediante la tabla de Probabilidades de la Distribución Normal. Se ingresa el F(z) y por interpolación se calcula el valor de Z

**Tabla 129:** *Probabilidad de la Distribución Normal*

<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>
<b>0</b>	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
<b>0.1</b>	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
<b>0.2</b>	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
<b>0.3</b>	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
<b>0.4</b>	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
<b>0.5</b>	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
<b>0.6</b>	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
<b>0.7</b>	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
<b>0.8</b>	0.7881	0.7910	0.7939	0.7957	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
<b>0.9</b>	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
<b>1</b>	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8555	0.8577	0.8599	0.8621
<b>1.1</b>	0.8643	0.8665	0.8696	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
<b>1.2</b>	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
<b>1.3</b>	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
<b>1.4</b>	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
<b>1.5</b>	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
<b>1.6</b>	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
<b>1.7</b>	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
<b>1.8</b>	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
<b>1.9</b>	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
<b>2</b>	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
<b>2.1</b>	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
<b>2.2</b>	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
<b>2.3</b>	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
<b>2.4</b>	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
<b>2.5</b>	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
<b>2.6</b>	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
<b>2.7</b>	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
<b>2.8</b>	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
<b>2.9</b>	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9985
<b>3</b>	0.9987	0.9990	0.9993	0.9995	0.9997	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	1.0000

**B. VERIFICACION DE AJUSTE SMIRNOV – KOLMOGOROV**

**Tabla 130:** Valores críticos de  $\Delta_0$  del estadístico Smirnov – Kolmogorov , para valores de  $N$  y niveles de significancia  $\alpha$

TAMAÑO MUESTRAL “N”	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN $\alpha$		
	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
20	0.26	0.29	0.35

Como el  $\Delta$  máx. =0.1768 es menor que  $\Delta$  de ajuste S-K = 0.29 por lo tanto la Distribución Normal, si se ajusta con un nivel de significación del 5%

## 2.2.DISTRIBUCION GUMBEL

$$F(Y) = e^{-e^{-y}}$$

Donde:

$$Y(X) = \frac{X-\mu}{\alpha} \quad \alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * S = 12.9809 \quad \mu = \bar{X} - 0.45 * S = 6.14309$$

**Tabla 131:** Calculo de distribución de frecuencias – distribución Gumbel

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE (SMIRNOV - KOLMOGOROV)					
m	Xi	Yi	F(G(i))	P(x)	$\Delta_{\text{máx.}} =  F(z) - P(x) $
1	71.3	5.0194	0.9934	0.9524	0.0410
2	40.8	2.6698	0.9331	0.9048	0.0283
3	22.1	1.2293	0.7464	0.8571	0.1108
4	20.1	1.0752	0.7109	0.8095	0.0986
5	19.7	1.0444	0.7033	0.7619	0.0586
6	15.2	0.6977	0.6079	0.7143	0.1064
7	14.7	0.6592	0.5961	0.6667	0.0705
8	11.7	0.4281	0.5211	0.6190	0.0979
9	10.5	0.3356	0.4893	0.5714	0.0822
10	8.5	0.1816	0.4343	0.5238	0.0895
11	7.1	0.0737	0.3950	0.4762	0.0812
12	5.7	-0.0341	0.3553	0.4286	0.0732
13	5.7	-0.0341	0.3553	0.3810	0.0256
14	5.7	-0.0341	0.3553	0.3333	0.0220
15	3.7	-0.1882	0.2991	0.2857	0.0134
16	3.6	-0.1959	0.2963	0.2381	0.0582

17	2.4	-0.2884	0.2634	0.1905	0.0729
18	2.4	-0.2884	0.2634	0.1429	0.1205
19	1.8	-0.3346	0.2473	0.0952	0.1520
20	0	-0.4732	0.2009	0.0476	0.1532
Delta Máximo:				<b>Δ Max</b>	<b>0.1532</b>

#### A. PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO – DISTRIBUCIÓN GUMBEL

**Tabla 132:** Precipitación en 24 horas para diferentes periodos de retorno

TR (años)	F(z)=1-1/T	Z	GUMBEL
5	0.8000	0.8416	18.1512
10	0.9000	1.2816	20.8536
20	0.9500	1.6449	23.0854
25	0.9600	1.7507	23.7356
50	0.9800	2.0538	25.5973
100	0.9900	2.3263	27.2716

#### B. VERIFICACION DE AJUSTE SMIRNOV – KOLMOGOROV

**Tabla 133:** Valores críticos de  $\Delta_0$  del estadístico Smirnov – Kolmogorov , para valores de N y niveles de significancia  $\alpha$

TAMAÑO MUESTRAL “N”	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN $\alpha$		
	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
20	0.26	0.29	0.35

Como el  $\Delta$  máx. =0.1532 es menor que  $\Delta$  de ajuste S-K = 0.29 por lo tanto la Distribución Normal, si se ajusta con un nivel de significación del 5%

#### 2.3.DISTRIBUCION LOGARITMO NORMAL 2 PARAMETROS

$$F(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * e^{\frac{1}{2}*(Z)^2} dz$$

Donde:

$$Y = \ln X \quad Z = \frac{Y - \mu_y}{\sigma_y} \quad \mu_y = \frac{1}{2} * \ln \left( \frac{\bar{X}^2}{1 + Cv^2} \right) = 2.1563 \quad \sigma_y^2 = \ln(1 + Cv^2) = 0.9553$$

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = 1.2210$$

**Tabla 134:** *Calculo de distribución de frecuencias – Log. Normal 2 Parámetros*

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE (SMIRNOV - KOLMOGOROV)						
m	P24	Yi	Z(y)	F(Z)	P(X)	$\Delta_{\text{máx.}} =  F(z) - P(x) $
1	71.3	4.3	2.2093	0.9864	0.9524	0.0340
2	40.8	3.7	1.6250	0.9479	0.9048	0.0432
3	22.1	3.1	0.9832	0.8372	0.8571	0.0199
4	20.1	3.0	0.8839	0.8116	0.8095	0.0021
5	19.7	3.0	0.8628	0.8059	0.7619	0.0440
6	15.2	2.7	0.5914	0.7229	0.7143	0.0086
7	14.7	2.7	0.5564	0.7110	0.6667	0.0444
8	11.7	2.5	0.3175	0.6246	0.6190	0.0055
9	10.5	2.4	0.2042	0.5809	0.5714	0.0095
10	8.5	2.1	-0.0170	0.4932	0.5238	0.0306
11	7.1	2.0	-0.2054	0.4186	0.4762	0.0576
12	5.7	1.7	-0.4353	0.3317	0.4286	0.0969
13	5.7	1.7	-0.4353	0.3317	0.3810	0.0493
14	5.7	1.7	-0.4353	0.3317	0.3333	0.0017
15	3.7	1.3	-0.8876	0.1874	0.2857	0.0983
16	3.6	1.3	-0.9163	0.1797	0.2381	0.0583
17	2.4	0.9	-1.3407	0.0900	0.1905	0.1005
18	2.4	0.9	-1.3407	0.0900	0.1429	0.0529
19	1.8	0.6	-1.6419	0.0503	0.0952	0.0449
20	0	0.0	-2.2572	0.0120	0.0476	0.0356
Delta Máximo:					<b><math>\Delta</math> Max</b>	<b>0.1005</b>

#### A. PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO – LOG. NORMAL

**Tabla 135:** *Precipitación en 24 horas para diferentes periodos de retorno*

TR (años)	F(z)=1-1/T	Z	LOG. NORMAL
5	0.8000	0.8416	19.3049

10	0.9000	1.2816	29.3888
20	0.9500	1.6449	41.5826
25	0.9600	1.7507	46.0075
50	0.9800	2.0538	61.4556
100	0.9900	2.3263	79.7334

## B. VERIFICACION DE AJUSTE SMIRNOV – KOLMOGOROV

**Tabla 136:** Valores críticos de  $\Delta_0$  del estadístico Smirnov – Kolmogorov , para valores de  $N$  y niveles de significancia  $\alpha$

TAMAÑO MUESTRAL “N”	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN $\alpha$		
	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
20	0.26	0.29	0.35

Como el  $\Delta$  máx. =0.1005 es menor que  $\Delta$  de ajuste S-K = 0.29 por lo tanto la Distribución Normal, si se ajusta con un nivel de significación del 5%

### 2.4.ELECCION DE ANALISIS PROBABILISTICOS

La elección de análisis probabilístico fue por tener el menor delta con un nivel de significación del 5% (95% de probabilidad), en el siguiente cuadro se presenta los valores de precipitación máxima en mm para periodos de retorno de 5, 10, 20, 50 que se utilizaran para la elaboración de las CURVAS IDT.

**Tabla 137:** elección de análisis probabilístico

TR (años)	5	10	20	50
LOG NORMAL	19.305	29.389	41.583	61.456

## 3. PRECIPITACIONES PARA TIEMPOS MENORES

### 3.1.MODELO DE BELL

El modelo de Frederich Bell permite calcular la lluvia máxima asociada a un periodo de retorno y una duración de tormenta, usando como valor índice la lluvia de una hora de duración y 10 años de periodo de retorno.

La expresión es la siguiente:

$$P_t^{TR} = (0.21 * \ln TR + 0.52) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * P_{TR=10}^{t=60'}$$

Donde:

$P_t^{T_R}$  : Lamina de lluvia en el tiempo “t” en minutos y un periodo de retorno “ $T_R$ ” en años.

$P_{T_R=10}^{t=60'}$  : Lamina de lluvia para  $T=10$  años y  $t=1$  hora = 60 minutos.

$T_R$  : Tiempo de retorno en años.

t : Periodo de duración = al tiempo de concentración en minutos.

Relación válida para duraciones de lluvia (t) comprendidas entre 5 y 120 minutos y periodos de retorno entre 2 y 100 años.

### 3.2.PRECIPITACIONES EN 60 MINUTOS PARA PERIODOS DE RETORNO DE 10 AÑOS

**Tabla 138:** Lamina de lluvia para tiempo de retorno  $T=10$  años y  $t = 1$  hora = 60 minutos

Duración D' min	Centro y Norte	Sur	Promedio
P (10')	0.2000	0.1400	0.1700
P (20')	0.2800	0.2300	0.2550
P (30')	0.3300	0.2800	0.3050
P (1h)	0.3862	0.3862	0.3862
P (2h)	0.4600	0.4700	0.4650
P (6h)	0.7184	0.7184	0.7184
P (12h)	0.8300	0.8300	0.8300

Fuente: Castillo, F y Ruiz, L (1979)

$$P_{60}^{10'} = 0.3862 * P_{24h}^{10\text{años}'}$$

$$P_{60}^{10'} = 0.3862 * 29.389$$

$$P_{60}^{10'} = 11.35\text{mm}$$

### 3.3.PRECIPITACION EN MIN PARA DIVERSOS PERIODOS DE RETORNO

Aplicando la formula del Método de Bell, se tendrá por resultado precipitaciones menores a 120 minutos para diversos periodos de retorno.

**Tabla 139:** Precipitaciones en min para diversos periodos de retorno

PRECIPITACION REAL DE LA ESTACION LAMBAYEQUE							
P=(0.21lnTr +0.52) ((054(t^0.25))-0.50)*Pt=24h							
Dt min	horas	Tr (Años)					
		5	10	20	25	50	100
5		5.093	9.069	14.693	16.919	25.351	36.459
15		9.320	16.596	26.888	30.962	46.393	66.721
30		12.651	22.526	36.496	42.026	62.970	90.563
45		14.884	26.503	42.938	49.445	74.085	106.549
60	1	16.611	29.579	47.922	55.183	82.684	118.915
120	2	21.321	37.965	61.509	70.830	106.128	152.632
240	4	26.922	47.939	77.668	89.436	134.007	192.728
360	6	30.678	54.626	88.502	101.913	152.701	219.613
480	8	33.583	59.799	96.883	111.564	167.162	240.410
600	10	35.985	64.076	103.812	119.543	179.117	257.604
720	12	38.049	67.752	109.768	126.401	189.393	272.383
840	14	39.870	70.993	115.019	132.448	198.453	285.414
1080	18	42.992	76.553	124.027	142.820	213.995	307.765
1440	24	46.816	83.361	135.057	155.522	233.027	335.136

### 3.4.INTENSIDAD DE LLUVIA EN mm/h

Para la transformación de la Precipitación máxima de lluvia de mm a mm/h se realiza mediante la siguiente operación:

$$I = \frac{60 * P_D^T}{D}$$

Donde:

I : Intensidad de lluvia en mm/h

$P_D^T$  : Precipitación de lluvia en mm para duraciones menores de 120 min y diversos periodos de retorno

D : Duración en minutos

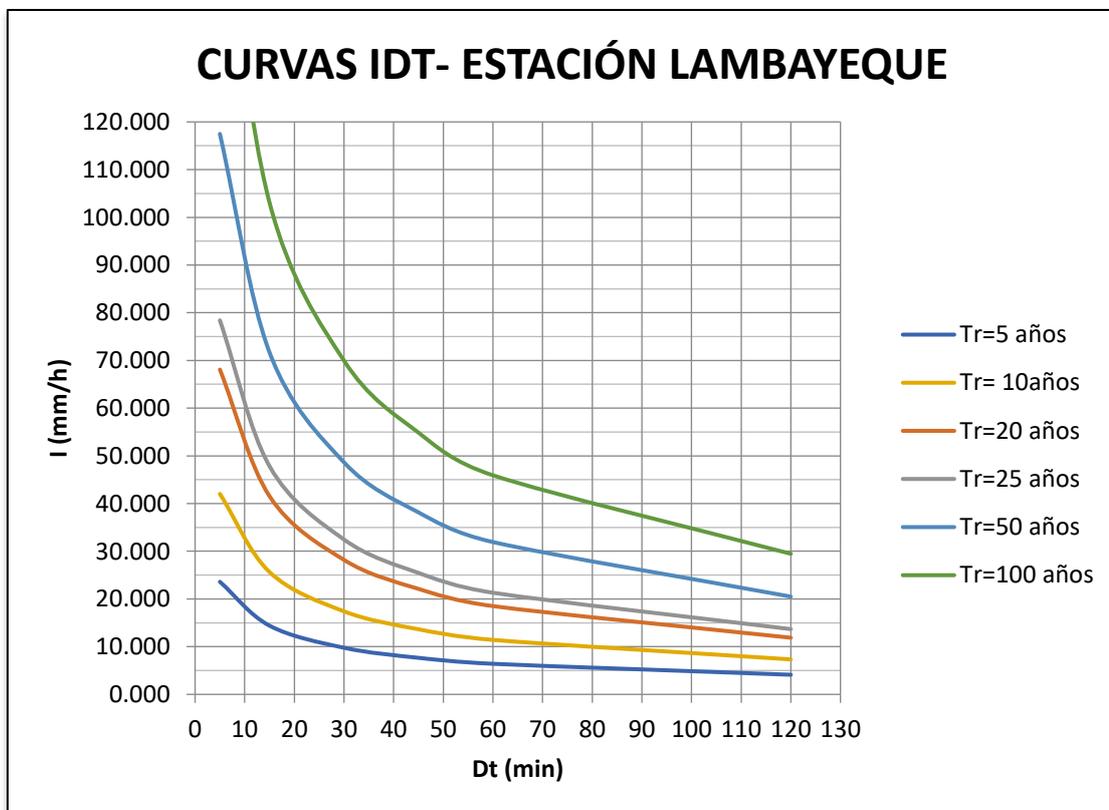
**Tabla 140:** intensidad de lluvia en mm/h

PRECIPITACION REAL DE LA ESTACION LAMBAYEQUE EN 1HORA							
Ir=P*60/t (mm/h)							
Dt min	horas	Tr (Años)					
		5	10	20	25	50	100

5		23.603	42.028	68.092	78.410	117.485	168.966
15		14.398	25.638	41.537	47.831	71.667	103.071
30		9.771	17.399	28.189	32.461	48.638	69.951
45		7.664	13.647	22.110	25.461	38.149	54.865
60	1	6.415	11.423	18.507	21.312	31.932	45.925
120	2	4.117	7.331	11.877	13.677	20.493	29.473
240	4	2.599	4.628	7.499	8.635	12.938	18.608
360	6	1.975	3.516	5.697	6.560	9.829	14.136
480	8	1.621	2.887	4.677	5.386	8.070	11.606
600	10	1.390	2.475	4.009	4.617	6.918	9.949
720	12	1.225	2.180	3.533	4.068	6.095	8.766
840	14	1.100	1.958	3.173	3.654	5.474	7.873
1080	18	0.922	1.642	2.661	3.064	4.591	6.603
1440	24	0.753	1.341	2.173	2.503	3.750	5.393

**3.5.CURVAS INTENSIDAD – DURACION – PERIODO DE RETORNO**

**Figura 76:** *Curva intensidad, duración y periodo de retorno estación Lambayeque*



## ANEXO CAPITULO X -02. ESTIMACION DE CAUDAL DE ESCURRIMIENTO – METODO RACIONAL

### 1. ESTIMACION DEL CAUDAL DE ESCURRIMIENTO

#### 1.1.METODO DE ESTIMACION – METODO RACIONAL

Para estimar el Caudal de escurrimiento se utilizó el método racional estipulado por la norma OS.060, el cual es aplicable para áreas menores a 13 km<sup>2</sup>

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

Q: caudal máximo de escurrimiento (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de escurrimiento

I: Intensidad de Lluvia (mm/h)

A: área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

#### 1.2.COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

**Tabla 141:** *Coeficiente de escorrentía*

CARACTERISTICA DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Concreto/Techo	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas Verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Promedio, 2 – 7%	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente superior a 7%	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62

#### 1.3.INTENSIDAD DE LLUVIA

El tiempo de duración o concentración, se define como el tiempo mínimo para que los puntos de una cuenca aporten agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida.

Se determina con la siguiente expresión según Kirpich (M. Villón):

$$T_c = \left( 0.871 * \frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \approx 0.0195 * \left[ \frac{L^3}{H} \right]^{0.385}$$

Donde:

T<sub>c</sub> : Tiempo de concentración (min)

L : Longitud del cauce mayor (m)

H : Diferencia de altura entre el punto más alejado de la cuenca con el punto de salida (m).

El tiempo de concentración no debe ser inferior a 10 minutos.

**Tabla 142:** *cálculo de tiempo de concentración de proyecto*

Vía	Cota	Dif. Cotas	L	S	Recorrido	$t_c = 0.0195 * L^{0.77} * S^{-0.385}$	0.4 * Tc	Tc > 10 min	
Av. 1 y Calle 1	Av. 1 Calle 1	37.48 36.63	0.85	458.40	0.19%	Intersección Avenida 1 y Calle 1 - Calle 1	24.60 min	9.84 min	10.00 min
Pasaje 7	Av. 1 Pasaje 7	37.48 36.79	0.69	305.49	0.23%	Intersección Avenida 1 y Calle 1 - Calle 1 - Pasaje 7	16.68 min	6.67 min	10.00 min
Pasaje 5	Pasaje 5 Pasaje 7	36.82 36.79	0.03	16.12	0.19%	Pasaje 5	1.87 min	0.75 min	10.00 min
Pasaje 7	Calle S/N Pasaje 5	36.95 36.79	0.16	176.78	0.09%	Calle S/N - Pasaje 7 - Intersección Pasaje 7 y Pasaje 5	15.57 min	6.23 min	10.00 min
Pasaje 7	Calle S/N Pasaje 6	36.95 36.65	0.3	171.77	0.17%	Calle S/N - Pasaje 7 - Pasaje 6	11.82 min	4.73 min	10.00 min
Av. 1	Av. 1 C. San Pedro	37.48 37.09	0.39	318.46	0.12%	Avenida 1 - Calle San Pedro	21.80 min	8.72 min	10.00 min
Calle San Pedro	2 Av. 1	37.88 37.63	0.25	248.04	0.10%	Calle San Pedro	19.39 min	7.75 min	10.00 min
Calle1	1 Av. 1	38.58 37.63	0.95	280.306	0.34%	Calle 1 - Intersección Calle 1 y Calle San Pedro	13.35 min	5.34 min	10.00 min
Calle 4	Calle 4 C. San Pedro	38.99 37.63	1.36	242.85	0.56%	Calle 4 - Intersección Calle San Pedro y Avenida 1	9.86 min	3.94 min	10.00 min
Calle 2	Calle 2	38.92	1.27	337.845	0.38%		14.82 min	5.93 min	10.00 min

	Calle 1	37.65				Calle 2 - Calle 3 - Calle 1 - Intersección Calle San Pedro y Avenida 1.			
Calle 2	3	38.99	0.42	84.31	0.50%	Calle 2	4.57 min	1.83 min	10.00 min
	4	38.57							
Calle 5	Calle 5	37.7	0.07	234.225	0.03%	Calle 5 - Calle 1 - Intersección Calle 1 y Calle San Pedro.	29.62 min	11.85 min	11.85 min
	Av. 1	37.63							
Pasaje 1	Psj. 1	37.46	0.25	109.917	0.23%	Intersección Avenida 1 y Pasaje 1 - Pasaje 2 - Pasaje 3	7.57 min	3.03 min	10.00 min
	Psj. 3	37.21							
Av. 1	Av. 1	37.7	0.49	281.666	0.17%	Avenida 1 - Pasaje 3	17.33 min	6.93 min	10.00 min
	Psj. 3	37.21							
Pasaje 4	Psj. 4	37.64	0.01	145.042	0.01%	Pasaje 4 - Avenida 1 - Intersección Avenida 1 y Calle San Pedro	36.02 min	14.41 min	14.41 min
	Av. 1	37.63							
Calle 6	Av. 1	37.34	0.5	67.409	0.74%	Avenida 1 - Calle 6	3.30 min	1.32 min	10.00 min
	Calle 6	36.84							
Calle 6	Av. 1	37.34	1	70.357	1.42%	Avenida 1 - Calle 6	2.65 min	1.06 min	10.00 min
	Calle 6	36.34							
Tiempo de Concentración							14.41 min		

El tiempo de concentración es mayor a los 10 min

$$14.41 \text{ min} > 10 \text{ min}$$

## 2. INTENSIDAD DE DISEÑO

### 2.1. UBICACIÓN

Distrito: Mórrope  
 Provincia: Lambayeque  
 Departamento: Lambayeque

### 2.2. CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

a. Periodo de retorno:

$$Tr = 10 \text{ años}$$

b. Tiempo de concentración

$$Tc = 0.01947 * K_0^{0.77}$$

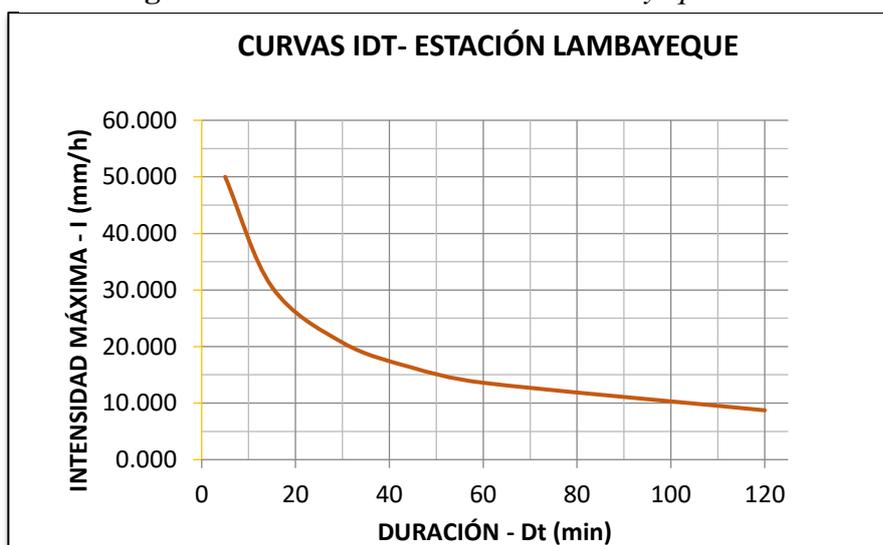
$$K_0 = \frac{L}{\sqrt{S}}$$

$$Tc = 14.41 \text{ min}$$

De acuerdo con la norma OS.060 del RNE, el tiempo de concentración no deberá ser menor de 10 min.

c. Intensidad de diseño

**Figura 77:** Curva IDT – estación Lambayeque



De la gráfica IDT, para:

$$Tr = 10 \text{ años}$$

$$Tc = 14.41 \text{ min}$$

Se tiene:

$$P = 6.2886 \text{ mm}$$

$$i = 26.184 \text{ mm/h}$$

**Tabla 143:** cálculo del caudal circulante de pavimento rígido

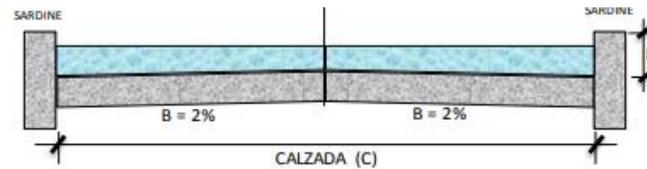
CAUDALES CIRCULANTES PAVIMENTO RIGIDO									
CAUDAL N°	APORTE DE ÁREAS		Coef. C	I mm/h	Q=C0.278*C*I*A + %q			Distribución de Caudales	Ubicación
	Ap. Viviendas, Pista y Vereda (m2)	TOTAL (Km2)			0.278*C*I*A (m3/s)	%q (m3/s)	Total (m3/s)		
q1	323.48	0.0003	0.83	26.18	0.001954069	0.00000	0.0020	q1	CALLE N°1, ENTRE CALLE N°3 Y CALLE N°1
q2	1467.68	0.0015	0.83	26.18	0.008865922	0.00933	0.0182	q'2 + q1 + q7	CALLE N°1, ENTRE CALLE N°3 Y CALLE N°5
q3	3118.91	0.0031	0.83	26.18	0.018840628	0.02829	0.0471	q'3 + q2 + q12	CALLE N°1, ENTRE CALLE N° 5 Y AVENIDA
q4	529.66	0.0005	0.83	26.18	0.003199556	0.04713	0.0503	q'4 + q3	CALLE N° 1, ENTRE CALLE N°5 Y AVENIDA
q5	229.18	0.0002	0.83	26.18	0.001384424	0.05033	0.0517	q'5 + q4	CALLE N°1, ENTRE CALLE N°5 Y AVENIDA
q6	932.78	0.0009	0.83	26.18	0.005634712	0.00382	0.0095	q'6 + 66.6% q8	CALLE N°2, ENTRE CALLE N°3 Y CALLE N°2
q7	904.54	0.0009	0.83	26.18	0.005464121	0.00192	0.0074	q'7 + 33.4 %q8	CALLE N°3, ENTRE CALLE N°1 Y CALLE N°2
q8	949.96	0.0009	0.83	26.18	0.005738493	0.00000	0.0057	q'8	CALLE N°2, ENTRE CALLE N°3 Y CALLE N°4
q9	781.27	0.0008	0.83	26.18	0.004719475	0.00000	0.0047	q'9	CALLE N°4, ENTRE CALLE N°2 Y CALLE SAN PEDRO
q10	1216.17	0.0012	0.83	26.18	0.007346607	0.00000	0.0073	q'10	CALLE SAN PEDRO, ENTRE CALLE N° 4 Y PROL. CALLE SAN PEDRO
q11	1804.97	0.0018	0.83	26.18	0.010903414	0.01207	0.0230	q'11 + q9 + q10	CALLE SAN PEDRO, ENTRE CALLE N°4 Y AVENIDA
q12	1670.71	0.0017	0.83	26.18	0.01009238	0.00000	0.0101	q'12	CALLE N° 5

q13	3264.97	0.0033	0.83	26.18	0.019722943	0.02297	0.0427	q'13 + q11	CALLE SAN PEDRO, ENTRE CALLE N°4 Y AVENIDA
q14	1414.33	0.0014	0.83	26.18	0.008543647	0.06929	0.0778	q'14 + q5 + q17	AVENIDA, ENTRE CALLE N°1 Y CALLE SAN PEDRO
q15	271	0.0003	0.83	26.18	0.00163705	0.00000	0.0016	q'15	AVENIDA, ENTRE CALLE SAN PEDRO Y CALLE N°6
q16	638.95	0.0006	0.83	26.18	0.003859752	0.00164	0.0055	q'16 + q15	CALLE N°6
q17	160.5	0.0002	0.83	26.18	0.000969544	0.01660	0.0176	q'17 + 66.6%q22	AVENIDA, ENTRE PASAJE N°1 Y CALLE N°1
q18	416.73	0.0004	0.83	26.18	0.002517371	0.00833	0.0108	q'18 + 33.4%q22	PASAJE N°1, ENTRE AVENIDA Y PASAJE N°2
q19	478.84	0.0005	0.83	26.18	0.002892564	0.01084	0.0137	q'19 + q18	PASAJE N°2
q20	1136.35	0.0011	0.83	26.18	0.006864433	0.02807	0.0349	q20' + q19 + q21	PASAJE N°3, ENTRE PASAJE N°2 Y PROL. PASAJE N°3
q21	452.57	0.0005	0.83	26.18	0.002733873	0.01160	0.0143	q21' + 33.4%q23	PASAJE N°3, ENTRE AVENIDA Y PASAJE N°2
q22	298.13	0.0003	0.83	26.18	0.001800936	0.02313	0.0249	q22' + 66.6%q23	AVENIDA, ENTRE PASAJE N°3 Y PASAJE N°2
q23	255.93	0.0003	0.83	26.18	0.001546015	0.03318	0.0347	q23' + q24 + q25	AVENIDA, ENTRE PASAJE N°4 Y PASAJE N°3
q24	659.31	0.0007	0.83	26.18	0.003982742	0.00000	0.0040	q24'	PASAJE N°4
q25	3882.67	0.0039	0.83	26.18	0.023454329	0.00574	0.0292	q25' + q26	AVENIDA, A PARTIR DE PASAJE N°4
q26	950.31	0.001	0.83	26.18	0.005740607	0.00000	0.0057	q26'	AVENIDA
q27	755.17	0.0008	0.83	26.18	0.004561811	0.04097	0.0455	q27' + q41	CALLE N°1, ENTRE AVENIDA Y PASAJE N°7
q28	812.68	0.0008	0.83	26.18	0.004909216	0.04554	0.0504	q28' + q27	CALLE N°1, ENTRE AVENIDA Y PASAJE N°7
q29	5999.67	0.006	0.83	26.18	0.036242646	0.03360	0.0698	q29' + 66.6%q28	CALLE N°1, A PARTIR DE PASAJE N°7
q30	290.28	0.0003	0.83	26.18	0.001753516	0.03386	0.0356	q30' + q31	CALLE SAN PEDRO, A PARTIR DE AVENIDA
q31	538.65	0.0005	0.83	26.18	0.003253862	0.03061	0.0339	q31' + q32	CALLE SAN PEDRO, A PARTIR DE AVENIDA

q32	549.73	0.0005	0.83	26.18	0.003320794	0.02729	0.0306	q32'+ 66.6%q41	AVENIDA, ENTRE CALLE N°1 Y CALLE SAN PEDRO
q33	800.61	0.0008	0.83	26.18	0.004836303	0.00000	0.0048	q33'	AVENIDA, ENTRE CALLE SAN PEDRO Y CALLE N°6
q34	352.35	0.0004	0.83	26.18	0.002128466	0.00484	0.0070	q34'+ q33	CALLE N°6, A PARTIR DE AVENIDA
q35	468.68	0.0005	0.83	26.18	0.00283119	0.01685	0.0197	q35'+33.4%q28	PASAJE N°7, ENTRE PASAJE 5 Y CALLE N°1
q36	598.37	0.0006	0.83	26.18	0.003614617	0.00000	0.0036	q36'	PASAJE N°5
q37	265.35	0.0003	0.83	26.18	0.001602919	0.01645	0.0181	q37'+ 66.6%q39	PASAJE N°7, ENTRE PASAJE N°6 Y PASAJE N°5
q38	790.35	0.0008	0.83	26.18	0.004774325	0.00825	0.0130	q38'+ 33.4%q39	PASAJE N°6
q39	3264.97	0.0033	0.83	26.18	0.019722943	0.00498	0.0247	q39'+ q40	PASAJE N°7
q40	824.13	0.0008	0.83	26.18	0.004978382	0.00000	0.0050	q40'	CALLE S/N
q41	6783.04	0.0068	0.83	26.18	0.040974806	0.00000	0.0410	q41'	AVENIDA, ENTRE CALLE S/N Y CALLE N°1

### ANEXO CAPITULO X -03. CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS VÍAS

**Figura 78:** *diseño de calzada y capacidad hidráulica de vía*



**Tabla 144:** *capacidad máxima de caudal por sección de vía – pavimento rígido*

VÍA	PENDIENT E	ANCHO DE VÍA (m)	ALTURA SARDINEL (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	PERIMETRO (m)	RADIO HIDRÁULICO (R)	RUGO SIDAD (N)	$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{N} Q = VxA$	Qcirc.	¿Ok?	
CALLE N°1	0.00610	3.50	0.15	0.525	3.80	0.1382	0.014	1.49	0.78	0.002	Ok
CALLE N°1	0.00959	3.50	0.15	0.525	3.80	0.1382	0.014	1.87	0.98	0.018	Ok
CALLE N°1	0.00198	3.50	0.15	0.525	3.80	0.1382	0.014	0.85	0.45	0.047	Ok
CALLE N°1	0.00059	2.56	0.15	0.384	2.86	0.1343	0.014	0.45	0.17	0.050	Ok
CALLE N°1	0.00054	3.60	0.15	0.540	3.90	0.1385	0.014	0.44	0.24	0.052	Ok
CALLE N°2	0.01465	7.00	0.15	1.050	7.30	0.1438	0.014	2.37	2.49	0.009	Ok
CALLE N°3	0.00129	4.15	0.15	0.623	4.45	0.1399	0.014	0.69	0.43	0.007	Ok
CALLE N°2	0.00129	7.00	0.15	1.050	7.30	0.1438	0.014	0.70	0.74	0.006	Ok
CALLE N°4	0.02246	7.00	0.15	1.050	7.30	0.1438	0.014	2.94	3.09	0.005	Ok
CALLE SAN PEDRO	0.00504	4.80	0.15	0.720	5.10	0.1412	0.014	1.37	0.99	0.007	Ok

CALLE SAN PEDRO	0.00058	4.80	0.15	0.720	5.10	0.1412	0.014	0.46	0.33	0.023	Ok
CALLE N°5	0.00470	5.00	0.15	0.750	5.30	0.1415	0.014	1.33	1.00	0.010	Ok
AVENIDA	0.00202	5.00	0.15	0.750	5.30	0.1415	0.014	0.87	0.65	0.043	Ok
AVENIDA	0.00022	3.00	0.15	0.450	3.30	0.1364	0.014	0.28	0.13	0.078	Ok
CALLE N°6	0.00031	3.50	0.15	0.525	3.80	0.1382	0.014	0.34	0.18	0.002	Ok
AVENIDA	0.00027	5.00	0.15	0.750	5.30	0.1415	0.014	0.32	0.24	0.005	Ok
PASAJE N°1	0.00125	1.95	0.15	0.293	2.25	0.1300	0.014	0.65	0.19	0.018	Ok
PASAJE N°2	0.00134	2.90	0.15	0.435	3.20	0.1359	0.014	0.69	0.30	0.011	Ok
PASAJE N°3	0.00267	2.50	0.15	0.375	2.80	0.1339	0.014	0.97	0.36	0.014	Ok
PASAJE N°3	0.00346	5.13	0.15	0.770	5.43	0.1417	0.014	1.14	0.88	0.035	Ok
AVENIDA	0.00098	5.00	0.15	0.750	5.30	0.1415	0.014	0.61	0.45	0.014	Ok
AVENIDA	0.00589	5.00	0.15	0.750	5.30	0.1415	0.014	1.49	1.12	0.025	Ok
PASAJE N°4	0.00062	2.30	0.15	0.345	2.60	0.1327	0.014	0.46	0.16	0.035	Ok
AVENIDA	0.00083	5.00	0.15	0.750	5.30	0.1415	0.014	0.56	0.42	0.004	Ok
CALLE N°1	0.01112	5.50	0.15	0.825	5.80	0.1422	0.014	2.05	1.69	0.029	Ok
CALLE N°1	0.00150	7.00	0.15	1.050	7.30	0.1438	0.014	0.76	0.80	0.006	Ok
CALLE SAN PEDRO	0.00419	2.58	0.15	0.387	2.88	0.1344	0.014	1.21	0.47	0.046	Ok
AVENIDA	0.00163	3.50	0.15	0.525	3.80	0.1382	0.014	0.77	0.41	0.050	Ok
AVENIDA	0.00020	3.00	0.15	0.450	3.30	0.1364	0.014	0.27	0.12	0.070	Ok
CALLE N°6	0.02901	3.50	0.15	0.525	3.80	0.1382	0.014	3.25	1.71	0.036	Ok
PASAJE N°7	0.00290	4.80	0.15	0.720	5.10	0.1412	0.014	1.04	0.75	0.034	Ok
PASAJE N°7	0.00466	3.00	0.15	0.450	3.30	0.1364	0.014	1.29	0.58	0.031	Ok

---

PASAJE N°6	0.01185	5.30	0.15	0.795	5.60	0.1420	0.014	2.12	1.68	0.005	Ok
PASAJE N°7	0.00065	3.80	0.15	0.570	4.10	0.1390	0.014	0.49	0.28	0.007	Ok
CALLE S/N	0.02224	5.00	0.15	0.750	5.30	0.1415	0.014	2.89	2.17	0.020	Ok
AVENIDA	0.00047	3.50	0.15	0.525	3.80	0.1382	0.014	0.42	0.22	0.004	Ok

---





<b>HUMANOS</b>	Salud	X				X	X	X	X	X	X			X	X	X
	Seguridad		X			X		X	X		X	X			X	X
	Calidad de vida															
	Bienestar													X		X
	Molestias		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			
$\Sigma$ UIP																
$\Sigma$ (UIP*I)																
Ir																
<b>ECONOMIA Y POBLACION</b>	Cambio del valor del suelo								X	X			X	X	X	X
	Empleo estacional	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ingresos Económicos															
$\Sigma$ UIP																
$\Sigma$ (UIP*I)																
Ir																

## ANEXO CAPITULO XI -02. MATRIZ DE CARACTERIZACION DE IMPACTOS

**Tabla 146:** matriz de caracterización de impactos – fase de planificación

$I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$														
MEDIO FISICO														
ATMOSFERA	NAT	In	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	+/- I	IMP	
<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE CANTERAS</b>														
Emisión de gases														
Polvo	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	1	-23	Irrelevante	
Ruido	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16	Irrelevante	

Olores														
<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS (CALICATAS)</b>														
Emisión de gases														
Polvo	-	2	2	2	2	2	1	1	4	1	1	-24	Irrelevante	
Ruido	-	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16	Irrelevante	
Olores														
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b>														
Emisión de gases														
Polvo	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	Irrelevante	
Ruido														
Olores														
<b>SUELO</b>	<b>NAT</b>	<b>In</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>MC</b>	<b>+/- I</b>	<b>IMP</b>	
<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE CANTERAS</b>														
Topografía (Relieve)	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	-15	Irrelevante	
Contaminación Directa	-	2	1	2	1	1	1	1	4	1	2	-21	Irrelevante	
<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS (CALICATAS)</b>														
Topografía (Relieve)	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	-15	Irrelevante	
Contaminación Directa	-	2	1	2	1	1	1	1	4	1	2	-21	Irrelevante	
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b>														
Topografía (Relieve)	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-14	Irrelevante	
Contaminación Directa														
<b>FLORA</b>	<b>NAT</b>	<b>In</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>MC</b>	<b>+/- I</b>	<b>IMP</b>	
<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE CANTERAS</b>														
Diversidad	-	1	1	2	1	1	1	1	4	1	2	-18	Irrelevante	

<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS (CALICATAS)</b>													
Diversidad	-	1	1	2	1	1	1	1	4	1	2	-18	Irrelevante
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b>													
Diversidad	-	1	1	2	1	2	1	1	4	1	2	-19	Irrelevante
<b>MEDIO PERCENTUAL</b>	<b>NAT</b>	<b>In</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>MC</b>	<b>+/- I</b>	<b>IMP</b>
<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE CANTERAS</b>													
Paisaje natural	-	1	1	2	1	2	1	1	4	1	2	-19	Irrelevante
Visibilidad	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-14	Irrelevante
<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS (CALICATAS)</b>													
Paisaje natural	-	1	1	2	1	2	1	1	4	1	2	-19	Irrelevante
Visibilidad													
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b>													
Paisaje natural													
Visibilidad													
<b>MEDIO SOCIOECONOMICO</b>													
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>NAT</b>	<b>In</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>MC</b>	<b>+/- I</b>	<b>IMP</b>
<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE CANTERAS</b>													
Disponibilidad del área													
Accesibilidad													
Red de Servicios													
<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS (CALICATAS)</b>													
Disponibilidad del área	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-14	Irrelevante
Accesibilidad	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-14	Irrelevante
Red de Servicios	-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	-14	Irrelevante



Empleo estacional	+	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19	Irrelevante
Ingresos Económicos													
<b>EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS (CALICATAS)</b>													
Cambio del valor del suelo													
Empleo estacional	+	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19	Irrelevante
Ingresos Económicos													
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b>													
Cambio del valor del suelo													
Empleo estacional	+	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	21	Irrelevante
Ingresos Económicos													

**Tabla 147:** matriz de caracterización de impactos – fase de construcción

$I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$													
MEDIO FISICO													
ATMOSFERA	NAT	In	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	+/- I	IMP
<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS</b>													
Emisión de gases	-	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	-21	Irrelevante
Polvo	-	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	-24	Irrelevante
Ruido	-	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	-20	Irrelevante
Olores	-	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	-21	Irrelevante
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>													

Emisión de gases													
Polvo	-	2	2	2	2	2	2	1	4	1	1	-25	Moderado
Ruido	-	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	-20	Irrelevante
Olores													
<b>EXTRACCION DE MATERIAL DE CANTERA</b>													
Emisión de gases													
Polvo	-	2	2	2	2	2	2	1	4	1	1	-25	Moderado
Ruido	-	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	-20	Irrelevante
Olores													
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA</b>													
Emisión de gases	-	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	-21	Irrelevante
Polvo	-	2	2	2	2	2	2	1	4	1	1	-25	Moderado
Ruido	-	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	-20	Irrelevante
Olores													
<b>CONFORMACIÓN DE PAVIMENTO</b>													
Emisión de gases													
Polvo	-	2	2	2	2	2	2	1	4	1	1	-25	Moderado
Ruido	-	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	-20	Irrelevante
Olores													
<b>CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE PLUVIAL, VEREDAS Y SARDINEL</b>													
Emisión de gases													
Polvo	-	2	2	2	2	2	2	1	4	1	1	-25	Moderado
Ruido	-	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	-20	Irrelevante
Olores													
<b>SEÑALIZACIÓN</b>													
Emisión de gases	-	2	2	2	2	2	2	1	4	1	1	-25	Moderado

Polvo														
Ruido														
Olores	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	1	-23	Irrelevante	
<b>DESVÍO DE TRÁFICO</b>														
Emisión de gases														
Polvo														
Ruido														
Olores														
<b>SUELO</b>	<b>NAT</b>	<b>In</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>MC</b>	<b>+/- I</b>	<b>IMP</b>	
<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS</b>														
Topografía (Relieve)														
Contaminación Directa														
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>														
Topografía (Relieve)	-	2	2	2	2	2	1	1	4	2	2	-26	Moderado	
Contaminación Directa	-	2	2	2	2	2	1	1	4	1	1	-24	Irrelevante	
<b>EXTRACCION DE MATERIAL DE CANTERA</b>														
Topografía (Relieve)	-	2	2	2	2	2	1	1	4	1	2	-25	Moderado	
Contaminación Directa	-	2	2	2	2	2	1	1	4	2	2	-26	Moderado	
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA</b>														
Topografía (Relieve)														
Contaminación Directa														
<b>CONFORMACIÓN DE PAVIMENTO</b>														
Topografía (Relieve)														
Contaminación Directa														
<b>CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE PLUVIAL, VEREDAS Y SARDINEL</b>														



<b>MEDIO PERCENTUAL</b>	<b>NAT</b>	<b>In</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>MC</b>	<b>+/- I</b>	<b>IMP</b>
<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS</b>													
Paisaje natural													
Visibilidad													
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>													
Paisaje natural	-	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	-23	Irrelevante
Visibilidad													
<b>EXTRACCION DE MATERIAL DE CANTERA</b>													
Paisaje natural	-	2	2	2	2	2	1	1	4	2	2	-26	Moderado
Visibilidad													
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA</b>													
Paisaje natural													
Visibilidad													
<b>CONFORMACIÓN DE PAVIMENTO</b>													
Paisaje natural													
Visibilidad													
<b>CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE PLUVIAL, VEREDAS Y SARDINEL</b>													
Paisaje natural													
Visibilidad													
<b>SEÑALIZACIÓN</b>													
Paisaje natural	-	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	-20	Irrelevante
Visibilidad	+	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	23	Irrelevante
<b>DESVÍO DE TRÁFICO</b>													
Paisaje natural	-	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	-20	Irrelevante
Visibilidad													
<b>MEDIO SOCIOECONOMICO</b>													







<b>DESVÍO DE TRÁFICO</b>														
Salud														
Seguridad	-	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	-18	Irrelevante
Calidad de vida														
Bienestar														
Molestias	-	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	-23	Irrelevante
<b>ECONOMIA Y POBLACION</b>														
<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS</b>														
Cambio del valor del suelo														
Empleo estacional	+	4	2	1	2	2	2	2	1	4	2	2	32	Moderado
Ingresos Económicos														
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>														
Cambio del valor del suelo														
Empleo estacional	+	4	2	1	2	2	2	2	1	4	2	2	32	Moderado
Ingresos Económicos														
<b>EXTRACCION DE MATERIAL DE CANTERA</b>														
Cambio del valor del suelo														
Empleo estacional	+	2	2	1	2	2	2	2	1	4	2	2	26	Moderado
Ingresos Económicos														
<b>TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA</b>														
Cambio del valor del suelo														
Empleo estacional	+	2	2	1	2	2	2	2	1	4	2	2	26	Moderado
Ingresos Económicos														
<b>CONFORMACIÓN DE PAVIMENTO</b>														
Cambio del valor del suelo	+	2	2	2	2	2	2	2	1	4	1	2	26	Moderado
Empleo estacional	+	4	2	1	2	2	2	2	1	4	2	2	32	Moderado





<b>MANTENIMIENTO DE SEÑALIZACION VERTICAL Y HORIZONTAL</b>														
Topografía (Relieve)														
Contaminación Directa														
<b>LIMPIEZA GENERAL</b>														
Topografía (Relieve)														
Contaminación Directa														
<b>FLORA</b>	<b>NAT</b>	<b>In</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>MC</b>	<b>+/- I</b>	<b>IMP</b>	
<b>REPOSICION DE PAVIMENTO AFECTADO</b>														
Diversidad	-	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	-22	Irrelevante	
<b>LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE SARDINELES Y JARDINES</b>														
Diversidad														
<b>MANTENIMIENTO DE SEÑALIZACION VERTICAL Y HORIZONTAL</b>														
Diversidad														
<b>LIMPIEZA GENERAL</b>														
Diversidad														
<b>MEDIO PERCENTUAL</b>	<b>NAT</b>	<b>In</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>MC</b>	<b>+/- I</b>	<b>IMP</b>	
<b>REPOSICION DE PAVIMENTO AFECTADO</b>														
Paisaje natural														
Visibilidad														
<b>LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE SARDINELES Y JARDINES</b>														
Paisaje natural	-	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	-22	Irrelevante	



Accesibilidad														
Red de Servicios														
<b>HUMANOS</b>	<b>NAT</b>	<b>In</b>	<b>EX</b>	<b>MO</b>	<b>PE</b>	<b>RV</b>	<b>SI</b>	<b>AC</b>	<b>EF</b>	<b>PR</b>	<b>MC</b>	<b>+/-</b>	<b>I</b>	<b>IMP</b>
<b>REPOSICION DE PAVIMENTO AFECTADO</b>														
Salud														
Seguridad														
Calidad de vida														
Bienestar														
Molestias	-	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	-19		Irrelevante
<b>LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE SARDINELES Y JARDINES</b>														
Salud	+	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	19		Irrelevante
Seguridad														
Calidad de vida														
Bienestar	+	2	2	2	2	2	2	1	4	2	2	27		Moderado
Molestias														
<b>MANTENIMIENTO DE SEÑALIZACION VERTICAL Y HORIZONTAL</b>														
Salud	-	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	-19		Irrelevante
Seguridad	-	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	-19		Irrelevante
Calidad de vida														
Bienestar														
Molestias														
<b>LIMPIEZA GENERAL</b>														
Salud	-	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	-19		Irrelevante
Seguridad	-	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	-19		Irrelevante



## ANEXO CAPITULO XI -03. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS

Tabla 149: Matriz de importancia de impactos

FASES DEL PROYECTO		PLANIFICACIÓN			CONSTRUCCIÓN								OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
		EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE CANTERAS	EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS (CALICATAS)	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	MOVIMIENTO DE TIERRAS	EXTRACCION DE MATERIAL DE CANTERA	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA	CONFORMACIÓN DE PAVIMENTO	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE PLUVIAL, VEREDAS Y SARDINEL	SEÑALIZACIÓN	DESVÍO DE TRÁFICO	REPOSICION DE PAVIMENTO AFECTADO	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE SARDINELES Y JARDINES	MANTENIMIENTO DE SEÑALIZACION VERTICAL Y HORIZONTAL	LIMPIEZA GENERAL				
MEDIO	FACTORES	ACCIONES																		
		ATMOSFERA	Emisión de gases				-21								-25					
			Polvo	-23	-24	-19	-24	-25	-25	-25	-25	-25	-25			-19				-19
			Ruido	-16	-16		-20	-20	-20	-20	-20	-20			-19					

<b>MEDIO SOCIOECONOMICO</b>		Olores				-21						-23						
	<b>SUELO</b>	Topografía (Relieve)	-15	-15	-14		-26	-25										
		Contaminación Directa	-21	-21			-24	-26						-27				
	<b>FLORA</b>	Diversidad	-18	-18	-19	-23	-23	-26	-23			-23		-22				
	<b>MEDIO PERCENTUAL</b>	Paisaje natural	-19	-19			-23	-26					-20	-20		-22	-22	-22
		Visibilidad	-14										23					
	<b>INFRAESTRUCTURA</b>	Disponibilidad del área		-14	-17		-23			-26	-23	-17	-23	-20		-20		
		Accesibilidad		-14	-14	-19	-26		-21	-27	-24	-19	-26	-20		-19		
		Red de Servicios		-14	-14					-21		-17	-17					
	<b>HUMANOS</b>	Salud	-14				-22	-22	-20	-21	-21	-21			19	-19	-19	
		Seguridad		-14			-23		-18	-18		-18	-18			-19	-19	
		Calidad de vida																
		Bienestar													27		27	
		Molestias		-14	-14	-23	-23	-23	-23	-23	-23		-23	-19				
<b>ECONOMIA Y POBLACION</b>	Cambio del valor del suelo								26	26			25	25	25	25		
	Empleo estacional	19	19	21	32	32	26	26	32	32	32	32	30	26	26	26		
	Ingresos Económicos																	

#### ANEXO CAPITULO XI -04. MATRIZ DE VALORACION DE IMPACTOS

Tabla 150: Matriz de valoración de impactos

FACTORES	ACCIONES	FASES DEL PROYECTO
<b>UI</b>		
EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE CANTERAS		PLANIFICACIÓN
EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELOS <small>(CALICATAS)</small>		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		
$\Sigma(\text{UIP} * \text{I})$		
$\text{Ir} = \Sigma(\text{UIP} * \text{Ii}) / \Sigma \text{UIP}$		
$\% = 100 * \text{Ir} / \Sigma \text{Ir}$		
<b>CONSTRUCCIÓN</b>		
MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS		
MOVIMIENTO DE TIERRAS		
EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE CANTERA		
TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA		
CONFORMACIÓN DE PAVIMENTO		
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE PLUVIAL, <small>VEREDAS Y SARDINELES</small>		
SEÑALIZACIÓN		
DESVÍO DE TRÁFICO		
$\Sigma(\text{UIP} * \text{I})$		
$\text{Ir} = \Sigma(\text{UIP} * \text{Ii}) / \Sigma \text{UIP}$		
$\% = 100 * \text{Ir} / \Sigma \text{Ir}$		
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>		
REPOSICIÓN DE PAVIMENTO AFECTADO		
LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE SARDINELES Y <small>SARDINELES</small>		
MANTENIMIENTO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y <small>HORIZONTAL</small>		
LIMPIEZA GENERAL		
$\Sigma(\text{UIP} * \text{I})$		
$\text{Ir} = \Sigma(\text{UIP} * \text{Ii}) / \Sigma \text{UIP}$		
$\% = 100 * \text{Ir} / \Sigma \text{Ir}$		

<b>MEDIO FISICO</b>	<b>ATMOSFERA</b>	Emisión de gases	5						-21								230	13.53	14%			-19		95	5.588	26%
		Polvo	5	-23	-24	-19	330	19.412	72%	-24	-25	-25	-25	-25				745	43.82	47%	-19		-19	190	11.18	53%
		Ruido	4	-16	-16		128	7.5294	28%	-20	-20	-20	-20	-20				480	28.24	30%	-19			76	4.471	21%
		Olores	3							-21								132	7.765	8%						
	<b>Σ UIP</b>		<b>17</b>						100%											100%						100%
	<b>Σ(UIP*I)</b>			179	184	95	458		368	205	205	205	205	205	194		1587			171		95	95	361		
	<b>Ir</b>			10.5	10.8	5.59		26.941		21.65	12.06	12.06	12.06	12.06	11.41			93.35		10.06		5.588	5.588		21.24	
	<b>SUELO</b>	Topografía (Relieve)	16	-15	-15	-14	704	23.467	54%		-26	-25						816	27.2	54%						
		Contaminación Directa	14	-21	-21		588	19.6	46%		-24	-26						700	23.33	46%	-27				378	12.6
	<b>Σ UIP</b>		<b>30</b>						100%											100%						100%
	<b>Σ(UIP*I)</b>			534	534	224	1292			752	764						1516			378				378		
	<b>Ir</b>			17.8	17.8	7.47		43.067		25.07	25.47							50.53		12.6					12.6	
<b>FLORA</b>	Diversidad	14	-18	-18	-19	770	55	100%	-23	-23	-26	-23					1652	118	100%	-22				308	22	100%

$\Sigma$ UIP		14					100 %									100 %						100 %				
$\Sigma$ (UIP*I)			25 2	25 2	26 6	77 0		32 2	32 2	36 4	32 2		32 2		165 2		308				308					
Ir			18	18	19		55		23	23	26	23		23		118		22				22				
<b>MEDIO PERCENTUA L</b>	Paisaje natural	15	-19	-19		57 0	19	73 %		-23	-26			-20	-20	133 5	44. 5	79 %	-20		-20	600	20	51 %		
	Visibilidad	15	-14			21 0	7	27 %						23		345	11. 5	21 %	-20		-19	585	19. 5	49 %		
$\Sigma$ UIP		<b>30</b>						100 %									100 %						100 %			
$\Sigma$ (UIP*I)			49 5	28 5		78 0			34 5	39 0			45	30 0	168 0		600		58 5		118 5					
Ir			16. 5	9.5			26		11. 5	13			1.5	10		56		20		19. 5		39. 5				
<b>MEDIO SOCIOECONOMICO</b>	<b>INFRAESTRUC TURA</b>	Disponibilidad del área	13		-14	-17	40 3	10.3 33	36 %		-23		-26	-23	-17	-23	145 6	37. 33	34 %	-20		-20	520	13. 33	51 %	
		Accesibilidad	13		-14	-14	36 4	9.33 33	32 %	-19	-26		-21	-27	-24	-19	-26	210 6	54	49 %	-20		-19	507	13	49 %
		Red de Servicios	13		-14	-14	36 4	9.33 33	32 %				-21		-17	-17	715	18. 33	17 %							
	$\Sigma$ UIP		<b>39</b>						100 %									100 %							100 %	
$\Sigma$ (UIP*I)				54 6	58 5	11 31			24 7	63 7		27 3	96 2	61 1	68 9	85 8	427 7		520		50 7		102 7			
Ir				14	15		29		6.3 33	16. 33		7	24. 67	15. 67	17. 67	22		109 .7		13. 33		13		26. 33		

<b>HUMANOS</b>	Salud	11	-14			15 4	3.5	25 %		-22	-22	-20	-21	-21		139 7	31. 75	33 %		19	-19	-19	209	4.7 5	15 %	
	Segurida d	11		-14		15 4	3.5	25 %		-23		-18	-18		-18	-18	104 5	23. 75	25 %			-19	-19	418	9.5	29 %
	Calidad de vida																									
	Bienestar	11																			27		27	594	13. 5	42 %
	Molestias	11		-14	-14	30 8	7	50 %	-23	-23	-23	-23	-23	-23		-23	177 1	40. 25	42 %	-19				209	4.7 5	15 %
<b>Σ UIP</b>		<b>44</b>						100 %										100 %								100 %
<b>Σ(UIP*I)</b>			15 4	30 8	15 4	61 6			25 3	74 8	49 5	67 1	68 2	48 4	42 9	45 1	421 3			209	50 6	41 8	12 1	143 0		
<b>Ir</b>			3.5	7	3.5		14		5.7 5	17	11. 25	15. 25	15. 5	11	9.7 5	10. 25		95. 75		4.7 5	11. 5	9.5	2.7 5		32. 5	
<b>ECONOMIA Y POBLACION</b>	Cambio del valor del suelo	11											26	26			572	23. 83	15 %	25	25	25	25	110 0	45. 83	44 %
	Empleo estaciona l	13	19	19	21	76 7	31.9 58	100 %	32	32	26	26	32	32	32	32	317 2	132 .2	85 %	30	26	26	26	140 4	58. 5	56 %
	Ingresos Económi cos																									
<b>Σ UIP</b>		<b>24</b>						100 %										100 %								100 %
<b>Σ(UIP*I)</b>			24 7	24 7	27 3	76 7			41 6	41 6	33 8	33 8	70 2	70 2	41 6	41 6	374 4			665	61 3	61 3	61 3	250 4		

<b>Ir</b>	10. 3	10. 3	11. 4	31.9 58	17. 33	17. 33	14. 08	14. 08	29. 25	29. 25	17. 33	17. 33	156	27. 71	25. 54	25. 54	25. 54	104 .3
-----------	----------	----------	----------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

## ANEXO CAPITULO XIII – ESPECIFICACIONES TECNICAS

### GENERALIDADES:

Contiene especificaciones generales para la ejecución de partidas de trabajo que son aplicables a proyectos viales promovidos por organismos gubernamentales o privados. Cuando sea incluido en un Contrato, formará parte del Expediente Técnico y compromete a las partes que lo suscriben.

Los materiales para emplearse en obra serán de buena calidad y antes de registrar su ingreso a obra deberá ser aprobado por el Supervisor. El equipo mecánico para emplearse será el adecuado y en buen estado de operatividad, estando a facultad del supervisor su aprobación.

### 1. OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES

Son las construcciones necesarias para instalar infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinaria, equipos, etc.

#### 1.1. ALMACÉN Y CASETA DE GUARDIANÍA

##### a. Descripción

Comprende la habilitación provisional de un lugar que servirá como campo de almacenamiento el cual estará ubicado en un lugar estratégico que permita la fácil comunicación con la obra.

Este local deberá contar con las condiciones de seguridad mínimas y las comodidades necesarias para el uso del personal de la obra y de la supervisión antes de su uso deberán ser aprobadas por la supervisión.

##### b. Materiales

Los materiales para la construcción de todas las obras provisionales serán de preferencia desarmable y transportable, salvo que el Proyecto indique lo contrario

##### c. Medición

No se medirá en forma directa.

##### d. Bases de pago

El pago no será de pago directo sino en los gastos generales, el contratista deberá considerar los costos necesarios de todos los

materiales, equipos, herramientas e instalaciones, así como las cantidades indicadas en el proyecto, así como la limpieza final de obra, mantenimiento y desmontaje hasta concluir con la ejecución de obra.

## **1.2. TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DE VIAS**

### **a. Descripción**

Comprende el replanteo de los planos en el terreno y nivelado fijando los ejes de referencia y las estacas de nivelación.

Se marcarán los ejes centrales, de las calles, a continuación, se colocarán los niveles de corte y relleno, así como las líneas del ancho de la pavimentación en armonía con los planos, estos ejes deberán ser aprobados por el Ingeniero Supervisor antes que se inicien los movimientos de tierras.

### **b. Medición**

La medición de la presente partida se hará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

### **c. Bases de pago**

Se pagará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

## **1.3. DEMOLICIÓN DE VEREDAS**

### **a. Descripción**

Comprende la demolición de las veredas existentes que se encuentren en mal estado o sea necesario modificar su geometría para poder cumplir con las metas y objetivos para las cuales se ha dispuesto la intervención de este o parte de ellas indicadas en los planos de obras civiles. Sin embargo, igualmente debe tenerse especial cuidado en no dañar las instalaciones que pudieran existir aledañas a la zona de trabajo.

Para la ejecución de los trabajos, se tomarán las medidas de seguridad necesarias para proteger al personal que efectuó la demolición, así como a terceros. Antes de iniciar la demolición se trazará en el terreno el área afectada. Luego del trazo se realizará el corte correspondiente utilizando una cortadora de pavimentos, y solo cumplida estas dos labores se dará pase a la demolición con equipo mecánico adecuado. En lo posible se

evitará la polvareda excesiva, aplicando un conveniente sistema de regadío o cobertura.

**b. Medición**

El trabajo ejecutado se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de vereda existente.

**c. Bases de pago**

La forma de pago será la cantidad de metros cuadrados (m<sup>2</sup>), por toda mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesario compensándose el pago por todo concepto.

#### **1.4. ELIMINACION DE MATERIAL DE DEMOLICION**

**a. Descripción**

Se refiere a la eliminación con volquete del material excedente producto de las labores de demolición, en el botadero está ubicado a una distancia menor de 15km. El carguío será con cargador frontal.

**b. Método de ejecución**

Todo el material a eliminar se juntará en rumas alejadas del área de la construcción en sitios accesibles para su eliminación con vehículos adecuados, previniendo en el carguío la formación de polvo excesivo, para lo cual se dispondrá de un sistema de regado conveniente. No se permitirá la acumulación del material en el terreno por más de 48 horas.

**Equipos:**

- Herramientas manuales
- Cargador sobre llantas de 125-135HP 3 yd<sup>3</sup>
- Camión volquete de 15m<sup>3</sup>

**c. Medición**

La unidad de medida es por metros cúbicos (m<sup>3</sup>), se determinará el volumen estimado de material excedente proveniente de la ejecución de las partidas de los trabajos a realizar. El análisis comprenderá la cantidad

de personal y herramientas necesarias para la limpieza, acopio y eliminación de todo el material considerado, tomando en cuenta la cantidad de vehículos a utilizar, el volumen a eliminar y la distancia recorrida para su eliminación fuera de la zona de trabajos, incluyendo la carga y descarga

**d. Bases de pago**

El pago de estos trabajos se hará por m<sup>3</sup>, cuyos precios unitarios se encuentran definidos en el presupuesto.

## **1.5. MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL**

**a. Descripción**

Contempla la totalidad de las acciones que sean necesarias adoptar, para que asegure el mantenimiento de tránsito durante la ejecución de los trabajos a cargo del Contratista.

Previamente a la iniciación de los trabajos, el Contratista deberá coordinar con el Supervisor las acciones y presentar el Plan de Mantenimiento del Tránsito y Señalización Temporal y el programa previsto para disminuir al mínimo posible las molestias a los usuarios de las vías e incomodidad al vecindario, considerando que la totalidad de las obras contratadas deberán efectuarse en el plazo establecido.

El Contratista coordinará con las autoridades policiales y municipales respectivas, cualquier modificación del tránsito vehicular o peatonal, haciendo uso en estos casos de las respectivas señales, avisos, tranqueras, señales luminosas y demás dispositivos de control necesarios, tanto diurnos como nocturnos, en concordancia con el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras.

**b. Medición**

La unidad de medida es global (glb), y la cantidad a valorizar se calculará en forma proporcional al avance de obra en general.

**c. Bases de pago**

La Cantidad determinada según el método de medición, será pagada al precio unitario de la partida respectiva. Este precio constituirá

compensación total por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar la partida.

## **1.6. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS EN PAVIMENTO RIGIDO PREMEZCLADO**

### **a. Descripción**

Esta partida se refiere al trabajo necesario para suministrar, reunir y transportar los equipos mecánicos pesados y livianos, y todo lo necesario para instalar y empezar la ejecución de las partidas de la obra.

Igualmente incluye, además del trabajo al final de la obra, la remoción de instalaciones y limpieza del sitio y retirar los equipos y personal de la obra, previa autorización de la supervisión.

### **b. Consideraciones para el transporte**

El Contratista antes de movilizar el equipo a obra, deberá presentar a la Entidad para su aprobación, la lista de equipo de construcción usado y/o nuevo que se propone emplear en la ejecución de la obra, debiendo contener la información siguiente:

- Descripción del Equipo.
- Potencia de Fábrica, Potencia Actual.
- Antigüedad, Peso, Tiempo de Servicio.
- Otras características propias del equipo.

La aprobación del Equipo por parte de la Entidad no relevará al Contratista de su responsabilidad para suministrar todo el equipo suficiente y necesario para que el trabajo se ejecute en el tiempo previsto y con la calidad requerida.

La inspección del equipo por parte de la Entidad, el Contratista deberá tenerlo listo dentro del plazo estipulado antes de proceder a su movilización al lugar de la Obra.

El Contratista para la inspección deberá concentrar su equipo en la ciudad de su domicilio legal; para cualquier otro lugar deberá reconocer

los gastos que demanden a la Entidad practicar la Inspección, además cooperará y ayudará a la Entidad en toda forma posible.

Ningún equipo que no llene los requisitos de la inspección será transportado al lugar de trabajo. El hecho de que haya inspeccionado y aprobado el equipo no exonera al Contratista de su responsabilidad en seleccionar el equipo que le permita completar el trabajo dentro del límite de tiempo estipulado y con la calidad exigida

El equipo que no cumpla con los requisitos de la Inspección deberá ser sustituido o reparado inmediatamente por el Contratista, sin modificar el Calendario de Movilización y menos el Programa de Obra.

El Contratista antes de iniciar el transporte del Equipo, bajo su responsabilidad deberá obtener las pólizas de seguro necesarias, además de tener conocimiento expreso de las condiciones físicas, las vías y caminos de acceso al lugar de la Obra.

Deberá disponer todo lo necesario para el embarque, traslado y desembarque de su equipo, material y provisiones para que éstos lleguen al lugar de la obra con suficiente anticipación a la fecha estipulada para iniciar los trabajos.

El sistema de movilización debe ser tal que no cause daño a los pavimentos ni a las propiedades de terceros.

**c. Medición**

La partida Movilización y desmovilización de equipo se medirá por Global (glb), aprobado por el Supervisor con respecto al total consignado en la lista de equipo mínimo; se podrá considerar equivalencia de equipo, siempre que se demuestre que se va a ejecutar las mismas labores con un rendimiento igual o mayor.

**d. Bases de pago**

La partida Movilización y desmovilización de equipo se pagará conforme al monto asignado y por la proporción medida de acuerdo con el párrafo anterior. En el cual también se incluirá el flete por viaje de carga de la cama baja.

El trabajo será pagado en función del equipo movilizado a obra, como un porcentaje del precio unitario global para la partida **MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA**, hasta un 50%, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, equipos y herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la partida. El 50% restante será pagado cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con autorización del supervisor.

## **2. MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Consiste en el conjunto de actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en las áreas donde se utilizará como relleno, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Supervisor.

### **2.1. CORTE EN TERRENO NATURAL**

#### **a. Descripción**

Se refiere al corte y extracción de material existente a lo ancho de la vía que comprende la calzada (pavimento y sardineles) y de acuerdo a lo establecido en los alineamientos, rasante y Subrasante, así como a las secciones indicadas en los planos, previamente se trazará con yeso el área donde se va a realizar el corte, de acuerdo a los planos replanteados en la obra conforme a lo especificado en el expediente técnico.

#### **b. Método de Ejecución**

El corte se efectuará con equipo mecánico según lo estipulado en los planos de Obras Civiles y Diseño Geométrico, hasta una cota ligeramente superior que el nivel inferior de la subrasante o mejoramiento indicado, de tal manera que, al preparar y compactar estas capas, se alcance el nivel requerido.

Cabe resaltar que habrá zonas a excavar, cargar y transportar hasta el límite de acarreo libre, pero en forma manual, el material común proveniente de los cortes requeridos para alcanzar el nivel de subrasante

del proyecto, en los lugares en donde éste no pueda realizarse utilizando equipo mecánico pesado.

De otro lado, al igual que en otras partidas anteriores, se hace hincapié en la necesidad que este trabajo sea realizado con el mayor cuidado a fin de no afectar posibles redes de agua, alcantarillado, energía eléctrica y telefonía.

**c. Medición**

La unidad de medida será por metro cubico (m3).

**d. Bases de pago**

El pago se efectuará por metro cubico (m3). El precio unitario esta compensado con la mano de obra, materiales y equipo necesario para cumplir esta partida.

## **2.2. ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE**

**a. Descripción**

Esta partida consiste en el carguío, transporte y eliminación de los materiales excedentes y desmonte proveniente de las excavaciones. También se incluye a los materiales procedentes de la actividad de limpieza durante la ejecución de las obras.

El material acumulado deberá ser humedecido convenientemente a fin de evitar la proliferación de polvo durante la fase de carguío. Una vez colocado en el volquete, se procederá a humedecer nuevamente y a colocar una malla a fin de reducir la presencia de partículas de polvo, así como el derrame del excedente hacia el pavimento. El material para eliminar será llevado a botaderos debidamente autorizados por el Supervisor de obra.

Dentro del área de acopio de todo el material a desechar, se procederá por medio del minicargador al recojo del material para almacenarlo dentro de los volquetes que finalmente los derivaran a un botadero autorizado.

**b. Medición**

El trabajo ejecutado se medirá y cuantificará por metro cúbico (m3) de material eliminado hacia los botaderos autorizados.

**c. Bases de pago**

El pago se efectuará al precio unitario del presupuesto por metro cúbico (m<sup>3</sup>), entendiéndose que dicho precio constituye la compensación total por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo.

**2.3. PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE****a. Descripción**

Consiste en la conformación de la superficie a nivel de la subrasante del terreno de fundación, con el objeto de obtener una superficie uniforme y estable que sirva de soporte a la estructura del pavimento rígido y/o emboquillado a colocar.

Se refiere a la conformación del terreno natural o semi compacto, mediante los cortes, escarificados o rellenos considerados en los planos.

**b. Método de ejecución**

Concluidas los trabajos de explanaciones, se procederá a la nivelación respectiva mediante el empleo de la cuchilla de la motoniveladora y el riego repetido y alternativo de camiones cisterna que garanticen un riego uniforme antes y después del mismo. Finalmente, la sub- rasante de espesor de 0.15 m conformada y perfilada, será completamente compactada, esta operación se efectuará con rodillo liso vibratorio de 10-12 TN, alcanzando el 95% de la M.D.S. de su máxima densidad según Proctor modificado, logrando la superficie uniforme y lista para la capa de pavimento.

**c. Medición**

La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al entero, en las áreas y espesores señalados en los planos o indicados por el Supervisor, a plena satisfacción de éste.

No habrá medida ni pago para la compactación de la subrasante por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Supervisor, que haya efectuado el Contratista por error, o por conveniencia para la operación de sus equipos.

Se realizará ensayos de compactación, efectuando controles de laboratorio y permaneciendo dentro de la tolerancia:

- Se tolerará como máximo +/- 2cm por encima o debajo de la subrasante.
- Se realizará la comprobación de compactación cada 250 m<sup>2</sup>, a cada 50ml de vía, usando el método según indique la Supervisión.
- Si la sub-rasante es arcillosa el grado tolerable de compactación será del 95% de la máxima densidad seca de laboratorio en puntos aislados.

**d. Bases de pago**

El trabajo de perfilado y compactado de la subrasante se pagará al precio unitario pactado en el contrato y por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Supervisor.

**2.4. TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO**

**a. Descripción**

Este comprende la colocación de material propio de la zona, en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales típicas indicadas en los planos.

El material será colocado y esparcido en una capa uniforme y sin segregación de tamaño hasta tal espesor suelto, de modo que la capa tenga, después de ser compactada, el espesor requerido

Este material deberá estar libre de material orgánico u otro material extraño y será colocado por capas sucesivas. Debe contar un CBR>10%, por lo que será extraído de las zonas señaladas en el plano de sectorización.

**b. Medición**

La unidad de medida será por metro cubico (m<sup>3</sup>).

**c. Bases de pago**

El pago se efectúa por metro cubico (m<sup>3</sup>) de terraplén realizado. El precio unitario incluye la mano de obra, materiales y equipo necesario para cumplir esta partida.

### **3. PAVIMENTO**

#### **3.1.BASE**

##### **3.1.1. CAPA DE ARENA GRUESA (e=0.10m)**

###### **a. Descripción**

Es la colocación de una capa de arena gruesa, con la finalidad de evitar efectos de capilaridad o contaminación e impedir la intrusión de materiales inadecuados que puedan contaminar las capas superiores de la estructura del pavimento.

###### **b. Materiales**

La arena gruesa deberá contar con alguna presencia de finos, con diámetro de  $D_{10} \geq 0.20$  mm, garantizando la ascensión capilar menor de 10 mm.

###### **c. Método de construcción**

El proceso constructivo para la capa de arena gruesa de 0.10 m será mediante el empleo de cuchilla de motoniveladora, rodillo liso vibratorio logrando con ello la superficie uniforme y resistente.

###### **d. Forma de pago**

Será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de material de arena gruesa.

##### **3.1.2. SUB-BASE GRANULAR (CBR $\geq 30\%$ , e=0.15m)**

###### **a. Descripción**

Consiste en una capa compuesta de afirmado, preparada de acuerdo con las especificaciones siguientes, y en conformidad con los alineamientos y secciones típicas estipuladas en los planos.

###### **b. Materiales**

El material será afirmado, que contendrá partículas duras y durables o fragmentos de piedra y un relleno de arena. El material retenido en el tamiz N° 4 será fino, el material

grueso excesivo será retirado hasta obtener el tamaño requerido.

El material será libre de material vegetal o bolas de tierra.

### c. Método de construcción y controles

#### o Compactación

La compactación deberá ser todas las partes con el mismo rodillo u cualquier tipo que permita tener la compactación deseada, además se deberá tomar en cuenta el contenido de humedad del material base.

La compactación se deberá continuar hasta obtener una densidad determinada por pruebas en cada capa no menos del 10% de la máxima densidad determinado por el método de PROCTOR MODIFICADO de compactación.

#### o Gradación

Deberán cumplir con los requisitos mínimos como se muestra en las tablas:

**Tabla 151:** *Requerimiento de calidad para subbase granular*

ENSAYO	NORMA	REQUERIMIENTO	
		< 3000 msnm	≥3000 msnm
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	50% máximo	
CBR de laboratorio	NTP 339.145:1999	30 - 40% mínimo*	
Limite Liquido	NTP 339.129:1999	25 máximo	
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1999	6 % máximo	4% máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	25% mínimo	35% mínimo
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002	1% máximo	

\*30% para pavimentos rígidos y de adoquines, 40% para pavimentos flexibles.

Fuente: CE.010 Pavimentos Urbanos.

**Tabla 152:** *Requerimientos granulométricos para subbase granular*

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO			
	GRADACION	GRADACION	GRADACION	GRADACION
	A*	B	C	D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 85	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N°4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85

2.0 mm (N°10)	15 – 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
425 $\mu$ m (N°40)	8 – 20	15 - 30	15 - 20	25 - 45
75 $\mu$ m (N°200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

\*Se recomienda utilizar la curva de gradación “A” para prevenir el daño por acción de las heladas.

Fuente: CE.010 Pavimentos Urbanos

○ **Ensayo de densidad de campo**

Se realizará pruebas de densidad de campo cada 200 m<sup>2</sup> y por cada capa distribuidas adecuadamente según indique el supervisor.

**d. Forma de pago**

El pago será por metro cubico (m<sup>3</sup>) de material de subbase.

**3.2.LOSA DE CONCRETO (e=0.20M, f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>)**

**3.2.1. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA**

**a. Descripción**

Su función principal es el confinamiento del concreto no endurecido con el fin de lograr una estructura de acuerdo con el perfil, niveles, dimensiones y alineamientos.

**b. Procedimiento**

El diseño, proceso constructivo de los encofrados deberá ser aprobado por el supervisor y obtener dimensiones finales con diferencias menores a las tolerancias máximas establecidas.

La madera para utilizar deberá estar en óptimas condiciones, libre de agujeros rajaduras, alabeos u cualquier defecto que puedan perjudicar la apariencia final de la estructura.

**c. Forma de pago**

El pago será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de Encofrado y Desencofrado.

**3.2.2. ACERO CORRUGADO Fy=4200 kg/cm<sup>2</sup> EN LOSA**

**a. Descripción**

Comprende el almacenamiento, corte, doblado y colocación de acero de refuerzo en la estructura de concreto hidráulico.

**b. Materiales**

Las varillas de acero grado 60, deberán estar de acuerdo con los requisitos de M-31 AASTHO, y probadas de acuerdo con M-137 AASTHO para varillas N° 3 a N° 11.

**c. Método de construcción y controles**

Se realizarán los siguientes controles que el Supervisor adelantara durante la ejecución de trabajos:

- Verificar el funcionamiento y estado en la que se encuentra el equipo a utilizar por el contratista.
- Requerir al Contratista copia certificada de análisis físicos y químicos realizadas por el fabricante de cada barra de acero.
- Revisar la colocación y corte del acero de acuerdo como se indica en planos y especificaciones técnicas.

**d. Forma de pago**

El acero de refuerzo  $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$  se pagará por kilogramo (kg), cuyo precio sustituye abastecimiento, corte, dobladura, colocación, desperdicios, empalmes, traslapes, alambres y soportes utilizados en la ejecución.

**3.2.3. CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSA (Tipo V,  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $e=0.20\text{m}$ ).**

**a. Descripción**

Esta partida consiste la fabricación, transporte, colocación y vibración de concreto Portland Tipo V, que se utilizara para la losa de pavimento de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas. El concreto premezclado será vaciado directamente sobre la superficie preparada y con el encofrado ya verificado.

**b. Materiales**

• **CEMENTO**

El cemento es un producto comercial de fácil adquisición el cual al ser mezclado con agua u otros materiales como arena, piedra, reacciona lentamente hasta conseguir una masa endurecida. Se

utilizará cemento tipo V, el cual cumplirá con las especificaciones de la norma ASTM C-150.

El cemento se vende en bolsas que tienen peso neto de 42.5 kg y un pie cubico de capacidad.

El cemento no debe estar guardado, sin usarse mucho tiempo, pues conforme avanza el tiempo va perdiendo resistencia, no deberá tener grumos, si existen muchos grumos que no se puedan deshacer con la presión de dedos, significa que el cemento perderá apreciable resistencia.

El cemento tendrá que ser almacenado en ambientes techados y evitar el contacto con superficies húmedas, mediante tabladillos o bases de madera y serán colocados unas encima de otras hasta un máximo de 10.

- **AGUA**

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, ya que está relacionada con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido; por tal el agua debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos y otras sustancias nocivas al concreto o acero. Además, no podrá contener partículas de carbón, humus o fibras vegetales.

- **AGREGADOS**

Los agregados que se utilizarán serán agregados finos (arena) y agregado grueso (piedra chancada), los cuales son materiales independientes que se usan para el concreto.

Los agregados deberán cumplir con las Especificaciones para agregados de la norma ASTM C-33, se podrá utilizar agregados que no cumplan siempre y cuando el supervisor lo autorice su uso, previo estudio de diseños de mezcla, siendo demostrados por certificados dados por laboratorio especializado.

**Tabla 153:** *Sustancias dañinas a los agregados*

CARACTERISTICAS	NORMA	AGREGADO
-----------------	-------	----------

		FINO	GRUESO
Partículas deleznales, máximo	MTC E-212	3%	3%
Material más fino que el tamiz normalizado 75m (N°200)	NTP 339.132:1998	3%	1%
Carbón y lignito, máximo	MTC E -215	0.5%	0.5%
Impurezas orgánicas, máximo	NTP 400.024:1999	Placa orgánica N°1 o 2	N.A.**

\*En el caso de arena obtenida mediante trituradora de rodillos si el material está libre de limos y arcillas, este límite podrá ser aumentado a 5%.

\*\*No Aplicable.

Fuente: CE.010 Pavimentos Urbanos

### ✓ AGREGADO FINO

El agregado fino se considera a la arena o piedra natural triturada finamente que pasen por el tamiz 9.5 mm (3/8”), la arena gruesa deberá cumplir con los requisitos:

- Sus partículas serán limpias, de perfil angular, duras, compactas y resistentes.
- Las sustancias dañinas presentes no deberán exceder lo siguiente:

1ero. Partículas deleznales: 3%

2do. Material fino que la malla N°200: 5%

- El porcentaje de arena puede variar entre 30 a 45% de tal manera que de la consistencia que se desea del concreto.
- Deberá cumplir las normas sobre su granulometría, no debe haber menos del 15% de agregado fino que pase por la malla N°50, se adjunta la siguiente tabla, indicando los requerimientos para mallas de la serie Tyler.

**Tabla 154:** *granulometría para agregado fino*

TAMAÑO DE LA MALLA	%EN PESO QUE PASA
3/8”	100
N°4	95 – 100

N° 8	80 - 100
N°16	45 - 80
N°30	25 - 60
N°50	10 - 30
N°100	2 - 10

Fuente: Norma ASTM

Los porcentajes de partículas no deberán exceder los siguientes límites:

- Módulo de fineza :  $2.3 < MF < 3.1$
- Contenido de finos : Max. 3%
- % retenido entre dos mallas sucesivas : Max. 45%
- Total, de materiales deletéreos : 5.0%

#### ✓ AGREGADO GRUESO

El agregado grueso es obtenido por trituración artificial de rocas o gravas, u cualquier clase de piedra partida siempre y cuando ésta se encuentre limpia, dura y resistente.

El tamaño máximo de agregado grueso es de 1 ½" para concreto armado; en ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso deberá ser mayor que: 1/5, de la menor dimensión, entre caras de encofrado; 1/3 de la altura de las losas; ¾ del espacio libre entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, cables o ductos de presfuerzo.

La resistencia a la compresión del agregado grueso no será menor de 600 kg/cm<sup>2</sup>.

El agregado grueso tendrá que cumplir con los siguientes límites granulométricos:

**Tabla 155:** *granulometría para agregado grueso*

TAMAÑO DE LA MALLA	% EN PESO QUE PASA
2"	100
1 ½"	95 - 100
¾"	35 - 70
3/8"	10 - 30

N° 4	2 - 5
------	-------

Fuente: Oficina de Control de Calidad del MTC

El almacenamiento de los agregados deberá ser por separado para que estas no se mezclen, y ser colocados en un espacio lo suficientemente extenso y sobre una losa de concreto, de esta manera evitar la mezcla con elementos nocivos.

**c. Método de construcción y controles**

La supervisión deberá verificar antes del vaciado de concreto lo siguiente:

- Cotas y dimensiones de los elementos corresponda con los planos.
- Encofrados terminados correctamente arriostrados, humedecidos y aceitados.
- Tener en obra equipos, materiales necesarios para la protección y curado.

La temperatura del concreto al momento de ser colocado no debe ser mayor de 32°C ni menor de 13°C. se deberá evitar variaciones en la consistencia del concreto, segregación y evaporación del agua de mezclado.

**Transporte**

El concreto será transportado en camiones concreteros (Mixers), sal punto donde será colocado de tal manera que no sea sometido a ningún procedimiento que pueda generar segregación, pérdida de materiales y garantice la calidad del concreto.

**Colocación**

Antes de ser colocado el concreto este deberá estar limpio de todo material extraño, de tal manera el concreto será vaciado de manera continua, evitando ser colocado en grandes cantidades en un solo punto y fluir innecesariamente.

**Compactación por vibración**

Inmediatamente después de haber iniciado el fraguado del concreto (colocados por franjas intercaladas), se recomienda la vibración.

No se debe concentrar la vibración en un solo sitio por más tiempo del necesario (no sobrepasar 10 segundos cada 0.30m).

### **Protección y desencofrado**

Los agentes perjudiciales son el sol, el viento, secado prematuro, sobrecargas por tal se debe evitar que lleguen al concreto fresco.

Dependerá de la supervisión la autorización del desencofrado únicamente cuando el concreto alcance su resistencia y poder soportar las tensiones que ocurren al momento de desencofrar. Evitar actuar totalmente las cargas de diseño si aún no cumple por lo menos los 28 días después de vaciado de concreto.

Para poner en funcionamiento las juntas de contracción, dilatación o expansión debe estar libre de cualquier elemento que eviten su ejecución.

#### **d. Forma de pago**

El pago será por metro cubico (m<sup>2</sup>)

### **3.2.4. CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO**

#### **a. Descripción**

El curado de concreto es para garantizar el mantenimiento de un contenido satisfactorio de humedad y temperatura para que se desarrolle las propiedades deseadas. El inicio del curado debe seguir inmediatamente después del vaciado.

#### **b. Método de Construcción**

El proceso se hará con curador químico tipo “Membranil C-9” de especificaciones ASTM C-309, TIPO 2, CLASE B. se aplicará

con mochila rociadores y/o broches con rendimiento de 15 m<sup>2</sup>/gal.

**c. Forma de Pago**

El pago será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**3.3. JUNTAS**

**3.3.1. JUNTAS DE CONTRACCION**

**3.3.1.1. CORTE DE JUNTAS (A=10 mm)**

**a. Descripción**

El corte de juntas es un corte mecanizado, optimo y adecuado en el pavimento, para ello el corte se debe realizar de forma oportuna y preciso después que el concreto haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar los daños por el procedimiento del equipo de corte a utilizar, ya que el principal problema es la determinación del momento adecuado para el corte de juntas.

El corte se deberá realizar con equipos que estén en optimo funcionamiento y los discos a utilizar sea el apropiado según el tipo de corte especificada en planos (disco de dureza de adhesión y disco concentrado de diamante).

**b. Forma de pago**

La forma de pago será por metro lineal (ml).

**3.3.1.2. SELLADO DE JUNTAS (A=10 mm, h=5mm)**

**a. Descripción**

Para el sellado de juntas se requiere la limpieza optima, después de haber realizado el corte en las losas que conforman el pavimento. Una vez limpias libre de materiales extraño u agua se podrá proceder al sellado. Con el objetivo de evitar la

introducción de cualquier elemento no comprensible y las juntas funcionen adecuadamente.

#### **b. Materiales**

El material para utilizar es el Sellado Silicon (aplicado en frío ASTM D5893) Sika Flex 1<sup>a</sup>, que cumple las especificaciones siguientes:

- Deformación máxima admisible: 35% del ancho de la junta.
- Tensión elongación máxima: 14 kg/cm<sup>2</sup> aproximadamente.
- Elongación a la ruptura (ASTM-D412): 550% aproximadamente.
- Dureza (ASTM-D2240): 40+/-5 después de 21 días a 23°C
- Capacidad de movimiento en la junta: +/-35%
- Factor forma de la junta:
 

Ancho	Ancho: profundidad
Hasta 10 mm	1:1
10 a 25 mm	2:1
- Profundidad mínima (juntas con movimiento): 8mm
- Ancho máximo: 25 mm
- Temperatura de aplicación: +5 a +35°C
- Temperatura de servicio: -40 a + 75°C

#### **c. Equipos y Herramientas**

Equipo de aplicación de sello, inyector de aire comprimido, ranurador de cuchilla vertical o rotatorio autopropulsado y herramientas manuales.

#### **d. Método de Construcción**

- Eliminar todo residuo de polvo, con un inyector de aire caliente comprimido, lo ideal es que se encuentre limpio, seco y libre de grasa u otro material contaminante que altere la adherencia del concreto con el sellado.

- Con ayuda del aplicador de sello a presión no menos de 90 lb/pulg.2 aplicar el sellante dentro de las juntas siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- La superficie del pavimento deberá quedar limpio, para ello se tendrá que retirar cualquier material sobrante que se encuentre en el pavimento.

#### **e. Forma de Pago**

El pago se efectuará por ml del sello de juntas.

### **3.3.2. JUNTAS DE DILATACION**

#### **3.3.2.1. SELLADO DE JUNTAS (A=20 mm, h=10 mm)**

IDEM 3.3.1.2.

## **4. OBRAS COMPLEMENTARIAS**

### **4.1. VEREDAS**

#### **4.1.1. TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DE VEREDAS**

##### **a. Descripción**

Comprende el replanteo de los planos en el terreno y nivelado fijando los ejes de referencia y las estacas de nivelación.

##### **Ejecución**

Se marcarán los ejes centrales, de las calles, a continuación, se colocarán los niveles de corte y relleno, así como las líneas del ancho de la pavimentación en armonía con los planos, estos ejes deberán ser aprobados por el Ingeniero Supervisor antes que se inicien los movimientos de tierras.

##### **Medición**

La medición de la presente partida se hará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

##### **Forma de Pago**

Se pagará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

#### **4.1.2. EXCAVACION MANUAL PARA VEREDAS**

##### **a. Descripción**

Consiste en la excavación de terreno para recibir las veredas según indica los planos, de acuerdo con niveles y dimensiones.

Se cortará el espesor necesario ya que consiste: 0.10m de concreto, 0.10 m de base granular, 0.10 m de arena gruesa.

#### **b. Método de Construcción**

El Corte se efectuará hasta la cota indicada del nivel de subrasante, teniendo especial cuidado en no dañar ni destruir u obstruir el funcionamiento de las instalaciones de agua y desagüe; de suceder o producir algún daño por este concepto, el contratista deberá hacer las reparaciones por su cuenta y en el menor tiempo posible.

El material proveniente del corte deberá ser retirado de obra conforme a las indicaciones del ingeniero residente, se desechará todo material suelto o inestable que no se compacte fácilmente, además se eliminarán raíces, hierbas, material orgánico y elementos extraños que conformen huecos o desniveles considerables, estas serán reemplazadas por material proveniente de esta operación.

Se realizada con personal requerido y se emplearan picos, palanas y/o barretas con el fin de llegar a la profundidad de excavación como indica los planos o como ordene el Ingeniero Supervisor.

#### **c. Forma de pago**

El pago se efectuará por metro cubico (m3).

### **4.1.3. CAPA DE ARENA GRUESA EN VEREDAS**

#### **a. Descripción**

La capa de Arena Gruesa constituye una barrera contra el ascenso capilar.

#### **b. Materiales**

La arena gruesa podrá contener poco o nada de finos con diámetro efectivo  $D_{10} \geq 0.20$  mm, con lo que será el ascenso capilar menor a 10 mm.

**c. Método de Construcción**

El método constructivo consiste en esparcir y nivelar la capa de arena gruesa en un espesor de 0.10m y compactado con plancha vibratoria y conseguir una superficie uniforme y resistente.

**d. Forma de Pago**

El pago será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**4.1.4. BASE GRANULAR (CBR >30%, e= 0.10 m)****a. Descripción**

La base granular es la capa intermedia que se encuentra ubicado entre la capa de arena gruesa y la losa de la vereda, cuyo espesor es de 0.10m y con un CBR >30% y cumple lo siguiente:

- Sirve de dren para eliminar el agua proveniente de la rasante e impedir la ascensión de este.
- Ser existente distribuido adecuadamente las presiones.
- Absorber las deformaciones de la subrasante debido a los cambios volumétricos.

**b. Forma de Pago**

El pago se efectuará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

**4.1.5. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VEREDAS**

IDEM 3.2.1.

**4.1.6. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA RAMPAS**

IDEM 3.2.1.

**4.1.7. CONCRETO  $f^c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, VEREDAS****a. Descripción**

El concreto se ejecutará como indica en los planos, consiste en trabajos de fabricación, transporte y vaciado de concreto simple de  $f^c=175$  kg/cm<sup>2</sup>.

Las veredas tendrán una ligera pendiente de 1%, con el fin de evacuaciones pluviales y otros imprevistos.

#### **b. Materiales**

La granulometría y otros requisitos están señalados en el ítem 3.2. LOSA DE CONCRETO.

#### **c. Método de Construcción**

El espesor será de 4", con concreto simple de  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, con agregado grueso de tamaño máximo de 2".

Se tendrá que verificar la nivelación, el buen compactado y asegurar una superficie plana utilizando regla adecuada para un buen acabado. El vaciado será alterno tipo damero.

El Slump no será mayor de 3" es decir la mezcla debe ser plástica trabajable con vibración ligera chuseado. Cada paño debe ser como máximo hasta 3.00 m su vaciado.

#### **d. Forma de Pago**

El pago se efectuará por metro cubico (m<sup>3</sup>)

### **4.1.8. ACABADO, FROTACHADO Y BRUÑADO**

#### **a. Descripción**

El acabado de las veredas será semipulido, bruñado o frotachado, el cual funcionará como vía para el tránsito peatonal.

El bruñado de rampas serán de acuerdo con los planos de diseño, las pendientes de las mismas deberán adecuarse hacia los pavimentos, además tendrán un acabado final libre de huella y otras marcas.

#### **b. Materiales**

##### **. Cemento:**

Deberá satisfacer las Normas ITINTEC para cemento Portland del Perú y/o la Norma ASTM C-150 tipo V.

##### **. Arena:**

La arena que se empleará no deberá ser arcillosa, será lavada, limpia, bien gradada, clasificada desde fina a gruesa. Es preferible que la arena sea procedente de río. No se aprobará a arena de duna ni la de mar.

**. Agua:**

El agua deberá ser limpia y potable, evitando tener sustancias químicas u otros que puedan ser perjudiciales al fraguado, resistencia y durabilidad de la mezcla.

**c. Método de Construcción**

Para el acabado se utilizará arena cernida, una regla de aluminio para emparejar la mezcla y obtener una superficie plana y compacta con acabado semipulido, pulido o frotachado y luego bruñado.

**d. Forma de Pago**

El pago será por metro cubico (m3).

**4.1.9. CURADO DEL CONCRETO CON ADITIVO**

IDEM 3.2.4.

**4.1.10. JUNTAS ASFÁLTICAS**

**a. Descripción**

Las juntas de dilatación en vereda serán ubicadas cada 3m, cuyo espesor máximo será de 1" que serán rellenadas con bitumen o mezcla asfáltica hasta una altura igual al de la losa de concreto de 5 cm y la altura restante será completada con Tecnopor de ¾".

El compuesto bituminoso debe ser vaciado en caliente a una temperatura que oscile entre 325° F y 400° F, sobre las juntas limpias sin nada de polvo o alguna partícula incomprensible.

**b. Método de Medición**

Será medido en Metro Lineal (m)

**c. Forma de Pago**

El pago será por metro cubico (m3).

## **4.2. SARDINELES**

### **4.2.1. EXCAVACIÓN MANUAL PARA SARDINELES**

IDEM 4.1.2.

### **4.2.2. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SARDINELES**

IDEM 3.2.1.

### **4.2.3. ACERO CORRUGADO F'y=4200 KG/CM2, SARDINELES**

IDEM 3.2.2.

### **4.2.4. CONCRETO f'c=175kg/cm2, SARDINELES**

IDEM 4.1.7.

### **4.2.5. JUNTAS ASFALTICAAS, SARDINELES**

IDEM 4.1.10

## **5. ÁREAS VERDES**

### **5.1. EXCAVACION MANUAL PARA AREAS VERDES**

IDEM 4.1.2.

### **5.2. RELLENO CON TIERRA FÉRTIL**

#### **a. Descripción**

Consiste en el acarreo y colocación de tierra agrícola para los jardines proyectados.

#### **b. Medición**

Será medido por metros cúbicos (m3).

#### **c. Base de Pago**

El pago será por metro cubico (m3).

### **5.3. SEMBRADO DE GRASS**

**a. Descripción**

Consiste en el sembrío de Grass americano en los jardines proyectados.

**b. Medición**

La medida será por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**c. Base de Pago**

El pago se efectuará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

**5.4. PLANTACION DE ÁRBOLES****a. Descripción**

Será el sembrado de plántones de árboles ornamentales de 1m de altura en los jardines según como se indica en los planos.

**b. Medición**

La unidad de medida será unidad (und).

**c. Base de Pago**

El pago se realizará por unidad.

**6. SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL****6.1. SEÑALES PREVENTIVAS 0.75m x 0.75m****a. Descripción**

Las señales informativas, preventivas y reglamentarias constituyen parte de la señalización permanente. La relación de señales y su ubicación se encuentra indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico.

**b. Materiales**

La fabricación de las señales de tránsito se debe considerar el tipo, calidad, postes de soporte, estructura de soporte y material retro reflectivo. La ubicación de estas deberá ser de acuerdo a los planos u de acuerdo al Manual de Dispositivos de Control de Transito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y su fabricación adecuada.

El material retro reflexivo deberá ser láminas de una sola pieza, tanto símbolos y letras; no se permite la unión, despiece y traslape de material.

### **c. Instalación**

El plano de la señal formará ángulo entre 75° y 90° con el eje de la vía. Las señales se instalarán al lado derecho de la vía, considerando el sentido de tránsito. Excepcionalmente, podrán tener otra ubicación justificada por la imposibilidad material de instalarla a la derecha de la vía. Adicionalmente a las distancias de borde y altura con respecto a la calzada indicado en el numeral 2.1.11 del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, los postes y estructuras de soporte de las señales serán diseñadas de tal forma que la altura de las señales medidas desde la cota del borde de la calzada hasta el borde inferior de la señal no sea menor de 1,20 m. ni mayor de 1,80 m. para el caso de señales colocadas lateralmente. Al instalar las señales, las estructuras de soporte presentarán absoluta verticalidad. La instalación de las señales será evaluada y aceptada según la inspección visual del Supervisor, en conformidad con las mediciones y ensayos de control ejecutados.

### **d. Métodos de Medición**

Se medirá por unidad (Und).

### **e. Base de Pago**

El pago se hará por unidad (Und).

## **6.2. SEÑALES REGLAMENTARIAS 0.60m x 0.90 m**

IDEM 6.1.

## **6.3. MARCAS EN EL PAVIMENTO**

### **a. Descripción**

Los detalles que estuvieran especificados en los planos deberán estar conformes con el Manual de Señalización del MTC. Las marcas para aplicar en el pavimento sirven para delimitar los bordes de pista, separar los carriles de circulación y el eje de la vía en carreteras bidireccionales de una sola pista. También tiene por finalidad resaltar y delimitar las zonas con restricción de adelantamiento. También las marcas en el pavimento pueden estar conformadas por símbolos y palabras con la finalidad de ordenar

encausar y regular el tránsito vehicular y complementar y alertar al conductor de la presencia en la vía de colegios, intersecciones, zonas urbanas y otros elementos que pudieran constituir zonas de peligro para el usuario. El diseño de las marcas en el pavimento, dimensiones, tipo de pintura y colores a utilizar deberán estar de acuerdo con los planos y documentos del proyecto, el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y a las disposiciones del Supervisor.

## **b. Materiales**

### **. PINTURA**

La pintura de tráfico convencional Tipo TT-P-115F: Esta debe ser una pintura premezclada y lista para su uso en pavimentos asfálticos o de cemento portland. Sus cualidades deben estar acordes con las exigidas para pintura de tránsito tipo TT-P-115F de secado rápido cuya formulación debe obedecer los requerimientos que se hallan contenidos en las "Especificaciones Técnicas de pinturas para obras viales" aprobadas por la Dirección General de Caminos con R.D. N° 851-98-MTC/15.17.

- Color: De tránsito, color blanca y amarilla.
- Tipo de Pigmento Principal: Dióxido de Titanio
- Pigmento en peso: Mínimo 57%
- Vehículo: Caucho clorado alquídico, polímero acrílico
- % Vehículo no volátil: Mínimo 41%
- Solventes: Aromáticos - Densidad(lb/gal), a 25°C.: 12.2
- Viscosidad a 25°C.: 70 a 80 (unidad Krebbs)
- Molinada o Fineza: Al tacto mínimo 4"
- Tiempo de secado: Al tacto 5 minutos
- Resistencia a la Abrasión: 300 ciclos/minuto
- Resistencia al agua: No presenta señales de cuarteado.
- Apariencia de película seca: No presenta arrugas, ampollas, pegosidad.
- Reflectancia Direccional: Buena
- Poder Cubriente: Bueno
- Flexibilidad: Bueno
- Contenido de Microesferas: De vidrio, 3.5 kg/gal.
- Propiedades de Pulverizado: Espesor aproximado húmedo de 381 micrones

### . MICROESFERAS

Las microesferas de vidrio que de adicionaran a la pintura deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- Naturaleza : De vidrio transparente y de rápida adherencia pintura
- Microesfera defectuosas : Máximo 20%
- Índice de refracción : Mínimo 1.5
- Resistencia a la abrasión : Mínimo 30%
- Redondez : Mínimo 70%
- Flotación : Mínimo 90%
- Resistencia agentes químicos : No presentan alteración al agua, acido, cloruro cálcico
- Granulometría:

TAMIZ	%PASA EN PESO
N°30	100
N°40	90-100
N°50	50-75
N°80	0-5

### c). Aplicación

Se aplicará la microesfera de vidrio sobre pintura para convertirla en reflectiva en una dosificación por m<sup>2</sup> de 0.48 kg/m<sup>2</sup> microesfera y 0.72 kg/m<sup>2</sup> de pintura.

#### **Requisito de aplicación:**

El área de aplicación deberá estar totalmente limpia, las marcas a pintar bien definidas, la maquina deberá ser de tipo rociador con alimentación uniforme y capaz de aplicar dos rayas separadas, el tanque deberá tener agitador mecánico, las válvulas deberán tener cierre adecuado para la paliación de raya continua y discontinua a la vez, cada boquilla deberá estar equipada con guía y con dispensador automático de micro esferas; En todo caso las

dimensiones de las rayas será de ancho 10 cm., largo 3.00 m. con intervalos de 5.00 m. los símbolos, letras, flechas y otros se registrarán a los planos.

**d). Métodos de Medición**

La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**e). Base de Pago**

Se medirá en metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

**6.5. PINTURA EN SARDINELES**

**a. Descripción**

Consiste en el pintado de sardinel de concreto.

**b. Materiales**

La pintura deberá cumplir con los requisitos planteados para Marcas en el Pavimento.

**Requisito de aplicación:** El área de aplicación deberá estar totalmente limpia, a máquina deberá ser de tipo rociador con alimentación uniforme y capaz de aplicar uniforme la pintura, el tanque deberá tener agitador mecánico, las válvulas deberán tener cierre adecuado.

**c. Método de Medición**

La medida será por metro lineal (m).

**d. Base de Pago**

El pago será por metro lineal (m).

**7. TRANSPORTE**

**7.1. TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR <=1km**

**7.2. TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR >1km**

**7.3. TRANSPORTE DE PIEDRA CHANCADA <=1km**

**7.4. TRANSPORTE DE PIEDRA CHANCADA >1km**

**7.5. TRANSPORTE DE ARENA GRUESA <=1km**

**7.6. TRANSPORTE DE ARENA GRUESA >1km**

**7.7. TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE Y ESCOMBROS****A DME ≤ 1km****7.8. TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE Y ESCOMBROS****A DME > 1km****7.9. TRANSPORTE DE AGUA ≤ 1km****7.10. TRANSPORTE DE AGUA > 1km****a. Descripción**

Consiste en el transporte de material seleccionado desde la cantera hasta los lugares indicados en los planos, siendo el material granular para base del pavimento y base de veredas; material para concreto piedra chancada y arena gruesa; material excedente proveniente de cortes y escombros; y agua.

**b. Materiales****▪ Materiales provenientes de canteras**

Forma parte de este grupo todos los materiales granulares destinados a capas granulares de estructuras de pavimentos y agregados para la preparación de concreto.

**▪ Excedentes y escombros**

Los escombros corresponden a materiales de demolición de veredas, y los excedentes que provienen del corte. Estos materiales deben ser trasladados y dispuestos en los DME's indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor.

**▪ Agua**

El agua utilizada en la conformación de las capas de la estructura del pavimento y en la mitigación ambiental durante la ejecución de la obra, se obtendrá de la fuente de agua señalada en el expediente. Será transportada en cisternas de 3000 gln de capacidad.

Los materiales transportados, de ser necesarios, deberán ser humedecidos adecuadamente (sea piedras o tierra, arena, etc.) y cubiertos para evitar la dispersión de esta. La cobertura deberá ser de un material resistente para

evitar que se rompa o se rasgue y estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o tolva.

### **c. Equipo**

Ningún vehículo de los utilizados por el Contratista podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas en el Reglamento de Pesos y Dimensión Vehicular para Circulación en la Red Vial Nacional (D.S. 058-2003-MTC). Cada vehículo deberá, mediante un letrero visible, indicar su capacidad máxima, la cual no deberá sobrepasarse. Los vehículos encargados del transporte deberán en lo posible evitar circular por zonas urbanas. Además, debe reglamentarse su velocidad, a fin de disminuir las emisiones de polvo al transitar por vías no pavimentadas y disminuir igualmente los riesgos de accidentalidad y de atropellamiento. El equipo de construcción y maquinaria pesada deberá operarse de tal manera que cause el mínimo deterioro a los suelos, vegetación y cursos de agua. De otro lado, cada vehículo deberá, mediante un letrero visible, indicar su capacidad máxima, la cual no deberá sobrepasarse. El mantenimiento de los vehículos debe considerar la perfecta combustión de los motores, el ajuste de los componentes mecánicos, balanceo, y calibración de llantas. Los equipos pesados para la carga y descarga deberán tener alarmas acústicas y ópticas, para operaciones en reverso en las cabinas de operación, no deberán viajar ni permanecer personas diferentes al operador.

### **d. Requerimientos de Trabajo**

La especificación presente implica solo el transporte de materiales de utilización o desecho, de acuerdo con el proyecto o Supervisor, determinando el recorrido más corto y seguro.

### **e. Aceptación de los trabajos**

Serán aceptados por el supervisor si se considera:

- **Controles**

1. Verificar el funcionamiento y estado de los vehículos.

2. Determinar la ruta para el transporte siendo el recorrido más corto y seguro.
3. Exigir al contratista la limpieza de la superficie en caso de contaminación o en todo caso la remoción de la capa y reconstruirla de acuerdo con las especificaciones, todo a su costo.

#### **f. Medición**

La medida será metro cubico – kilometro ( $m^3 - km$ ) de material transportado. El contratista tendrá que considerar los precios de su carguío, los esponjamientos y las contracciones de los materiales, diferenciando los volúmenes correspondientes a distancias menores o mayores a 1 km.

Si la distancia es menor de 1 km se tendrá en cuenta:

$$T=V \times D$$

Donde:

T: Transporte a pagar ( $m^3-km$ )

V: Volumen de material a transportar ( $m^3$ )

D: Distancia de Transporte (km)

- **Volúmenes de Material Para Transportar (V)**

Los materiales de corte y excavación a ser utilizados en obra serán medidos en su posición final.

Los materiales de corte y excavación a ser eliminados, incluido escombros serán medidos en su posición original.

Los materiales provenientes de canteras serán medidos en su posición final.

- **Distancia de Transporte (D)**

La distancia de Transporte (D) será detenida a partir de la distancia total de transporte (DT), menos la distancia libre de transporte (DL).

A continuación, se precisa los métodos de cómputo de la distancia de transporte (D) según el origen del material a transportar:

- **Distancia de Transporte de materiales provenientes de corte y excavación a ser eliminados a DME's, incluye Escombros.**

La distancia total de transporte (DT) para material proveniente de corte y excavación a DME's, incluye escombros, será obtenida a partir de la siguiente fórmula:

$$DT = c+d$$

Donde:

DT: Distancia Total de Transporte (km)

c: Longitud de acceso al DME desde la carretera (km)

d: Distancia entre el ingreso al DME y el C.G del origen del material a eliminar (km).

La distancia de transporte (D) se obtendrá de la siguiente manera:

Para  $DT < 1 \text{ km}$

$$\text{Para } D < 1 \text{ Km; } D = DT - DL$$

$$\text{Para } D > 1 \text{ Km; } D = 0$$

Para  $DT > 1 \text{ km}$

$$\text{Para } D < 1 \text{ Km; } D = 0.88 \text{ Km}$$

$$\text{Para } D > 1 \text{ Km; } D = DT - 1$$

Donde DL es la distancia libre de transporte igual a 0.12km

### **Distancia de Transporte de Materiales provenientes de cantera**

La distancia total de transporte (DT) para material proveniente de cantera será obtenida a partir de la siguiente fórmula:

$$DT = c + d$$

Donde:

DT: Distancia Total de Transporte (km).

c: Longitud de acceso a la pila de aprovisionamiento de material granular desde la carretera (km).

d: Distancia entre la salida de la cantera y el C.G. del material granular colocado (km).

La distancia de transporte (D) se obtendrá de la siguiente manera:

Para  $DT < 1 \text{ km}$

Para  $D < 1 \text{ Km}$ ;  $D = DT - DL$

Para  $D > 1 \text{ Km}$ ;  $D = 0$

Para  $DT > 1 \text{ km}$

Para  $D < 1 \text{ Km}$ ;  $D = 0.88 \text{ Km}$

Para  $D > 1 \text{ Km}$ ;  $D = DT - DL - 1$

Donde DL es la distancia libre de transporte igual a 0.12km

**Longitud de Acceso (c):** La longitud del acceso será computada desde la intersección del eje del acceso con el eje de la carretera en construcción hasta la zona de apilamiento de materiales o la ubicación de las plantas de proceso, según corresponda.

**Distancia Libre de Transporte (DL):** Se entiende como distancia libre de transporte, a aquella distancia de acarreo libre y de compensación de explanaciones, que no recibe pago directo, cuyo costo se considera incluido dentro de los trabajos de excavaciones para explanaciones y producción de agregados. Para efectos de medición de transportes se asume una distancia de ciento veinte metros (120 m).

**Transporte Interno (TI):** Se denomina transporte interno, al transporte de material que se realiza en la producción de agregados y rellenos, desde la zona de extracción a la zona de procesamiento (zarandeo y/o chancado). En caso de que el área de procesamiento se encuentre dentro del área de explotación de la cantera, NO se reconocerá pago directo al transporte interno.

## 8. PROTECCION AMBIENTAL

### 8.1. LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA

#### a. Descripción

Comprende la limpieza permanente en toda la obra con el fin de mantener limpia el área para bien de los trabajadores y pobladores de la zona.

**b. Procedimiento**

Consiste en la limpieza total manual con agua, escobas y herramientas necesarias.

**c. Forma de Pago**

El pago será por precio unitario de contrato que será medido en forma global.

**8.2. RIEGO PARA MITIGAR PARTICULAS DE POLVO****a. Descripción**

Consiste en el riego de agua con cisterna, en las rutas de volquete que realiza el transporte en obra, para reducir las partículas de polvo.

**b. Procedimiento**

Consiste en riego de agua con cisterna y herramientas necesarias con personal obrero, será medido por metro lineal (m). }

**c. Forma de Pago**

El pago será por metro lineal.

**ANEXO CAPITULO XIV 01. BASES DE CALCULO**

**1. COSTO DE MANO DE OBRA**

**Tabla 156:** Remuneración básica del 01/06/2021 al 31/05/2022

DESCRIPCION	CATEGORIAS						
	OPERARIO	OFICIAL	PEON	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	OPERARIO ELECTRO MECANICO	OPERARIO TOPOGRÁFICO
<b>REMUNERACIÓN BÁSICA VIGENTE (POR 8 HORAS)</b> Resolución Ministerial N°183-2021 TR del 01/06/2021 al 31/05/2022	74.30	58.45	52.5	74.30	74.30	74.30	74.30
<b>BONIFICACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN (BUC)</b> Operario 32% Oficial 30% Peón 30%	23.78	17.54	15.75	23.78	23.78	23.78	23.78
<b>BONIFICACIÓN POR ALTA ESPECIALIZACIÓN (BAE)</b> Operario de Equipo Liviano 8% Operador de Equipo Pesado 10% Operario Electromecánico 15% Operario Topográfico 9%				5.94	7.43	11.15	6.69
<b>LEYES Y BENEFICIOS</b> 112.96%	83.93	66.03	59.30	83.93	83.93	83.93	83.93

<b>SOCIALES SOBRE RB</b>								
<b>LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE BUC Y BAE</b>	<b>12%</b>	2.85	2.10	1.89	3.57	3.74	4.19	3.66
<b>PASAJES POR MOVILIDAD ACUMULADA</b>	<b>S/8.00</b>	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
<b>POLIZA DE SEGURO ESSALUD + VIDA</b>	<b>S/5.00 / mes</b>	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
<b>TOTAL, JORNAL</b>		<b>193.05</b>	<b>152.30</b>	<b>#####</b>	<b>199.71</b>	<b>201.37</b>	<b>205.53</b>	<b>200.54</b>
<b>COSTO HORA HOMBRE (HH) S/.</b>		<b>24.13</b>	<b>19.04</b>	<b>17.20</b>	<b>24.96</b>	<b>25.17</b>	<b>25.69</b>	<b>25.07</b>

## 2. COSTO DE MATERIALES DE OBRA

**Tabla 157:** Costo de los materiales en obra

DESCRIPCIÓN	UND	PESO KG/ U	PROCEDENCIA	PRECIO BASE SIN I.G.V (S/.)	COSTO TOTAL FLETE S/. x Kg	FLETE	ALM. 2%	MERMAS 5%	PRECIO EN OBRA (S/.)
<b>ACERO DE CONSTRUCCION LISO Y CORRUGADO, MALLA DE ACERO</b>									
ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1.00	CHICLAYO	4.31	0.009	0.009	0.086		4.405
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg	1.00	CHICLAYO	5.00	0.009	0.009	0.100		5.109
CLAVOS DE MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	1.00	CHICLAYO	6.00	0.009	0.009	0.120	0.300	6.429
<b>ASFALTO</b>									
ASFALTO RC - 250	gal	5.07	TALARA	15.00	0.100	0.507	0.300	0.750	16.557
<b>CEMENTOS PORTLAND, CONCRETO PREMEZCLADO Y ELEMENTOS DE CONCRETO</b>									
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls	42.50	CHICLAYO	24.00	0.009	0.383	0.480	1.200	26.063
CEMENTO PORTLAND TIPO V	bls	42.50	CHICLAYO	31.00	0.009	0.383	0.620	1.550	33.553
CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bls	42.50	CHICLAYO	26.30	0.009	0.383	0.526	1.315	28.524
ADOQUIN DE CONCRETO 10.5 x 21 x 6 cm	m2	125.00	CHICLAYO	57.00	0.009	1.125	1.140	2.850	62.115
<b>MADERA NACIONAL E IMPORTADA</b>									
MADERA TORNILLO Inc. Corte p/encofrado	p2	2.12	CHICLAYO	9.50	0.009	0.019	0.190	0.475	10.184

TRIPLAY LUPUNA 4x8x9 mm (ENCOF)	pl	12.18	LIMA	50.60	0.171	2.083	1.012	2.530	56.225
TRIPLAY LUPUNA 4x8x12 mm (ENCOF)	pl	16.24	LIMA	60.55	0.171	2.777	1.211	3.028	67.566
<b>PINTURAS, SOLVENTES Y PEGAMENTOS</b>									
PINTURA DE TRÁFICO	gal	5.07	CHICLAYO	60.00	0.009	0.046	1.200	3.000	64.246
PINTURA ESMALTE	gal	5.07	CHICLAYO	58.6	0.009	0.046	1.172	2.930	62.748
DISOLVENTE	gal	5.07	LIMA	30.00	0.171	0.867	0.600	1.500	32.967
<b>ADITIVOS</b>									
ADITIVO DESMOLDANTE	gal	3.57	LIMA	30.00	0.171	0.610	0.600	1.500	32.710
ADITIVO SUPERCURADOR	gal	3.57	LIMA	161.30	0.171	0.610	3.226	8.065	173.201
ADITIVO SIKADUR 32 (5KG)	kg	5.00	LIMA	240.35	0.171	0.855	4.807	12.018	258.030
<b>ELEMENTOS DE SEÑALIZACION</b>									
MICROESFERAS DE VIDRIO	kg	1.00	LIMA	5.00	0.171	0.171	0.100	0.250	5.521
SUMINISTRO DE POSTES DE SOPORTE PARA SEÑALES	Und	3.00	LIMA	100.00	0.171	0.513	2.000		102.513
SUMINISTRO DE SEÑAL PREVENTIVA 0.75 M X0.75 M	Und	4.00	LIMA	145.00	0.171	0.684	2.900		148.584
SUMINISTRO DE SEÑAL REGLAMENTARIA 0.60M X 0.90M	Und	4.00	LIMA	135.00	0.171	0.684	2.700		138.384
<b>SOLDADURA</b>									
SOLDADURA	kg	1.00	CHICLAYO	21.00	0.009	0.009	0.420	1.050	22.479
<b>ELEMENTOS VARIOS</b>									

YESO	kg	1.00	CHICLAYO	0.65	0.009	0.009	0.013	0.033	0.705
TEKNOPOR 3/4" 1.20mx2.40m	m2	0.19	CHICLAYO	5.86	0.009	0.002	0.117	0.293	6.272
CORDON DE RESPALDO SIKAROD 1/2" (ROLLO 762 m)	roll	3.00	LIMA	380.00	0.171	0.513	7.600	19.000	407.113
CORDON DE RESPALDO SIKAROD 7/8" (ROLLO 259 m)	roll	3.00	LIMA	380.00	0.171	0.513	7.600	19.000	407.113
SELLADOR DE POLIURETANO SIKAFLEX (300 m)	m	0.40	LIMA	31.50	0.171	0.068	0.630	1.575	33.773
ARBOL ORNAMENTAL PONCIANA 1m	Und	3.00	CHICLAYO	22.00	0.009	0.027	0.440	1.100	23.567
GRASS TIPO AMERICANO	m2	11.00	CHICLAYO	8.00	0.009	0.099	0.160	0.400	8.659
<b>EXPLOSIVOS Y AFINES</b>									
BARRENO 2" x 42 mm	Und	4.32	LIMA	349.79	0.171	0.739	6.996		357.525

### 3. COSTO MAQUINARIA Y EQUIPO

**Tabla 158:** *Costo de maquinaria y equipo*

DESCRIPCION	UND	COSTO UNITARIO (S/.)
RODILLO LISO VIBR AUTOP 101 - 135 HP 10 - 12 T	HM	160.00
CARGADOR S/LLANTAS 125 - 155 HP 3 YD3	HM	160.00
MINICARGADOR 70 HP 0.5 YD3	HM	78.30

TRACTOR DE ORUGAS DE 140 - 160 HP	HM	250.00
COMPRESORA NEUMATICA 250 -330 PCM - 87 HP	HM	40.00
MOTONIVELADORA DE 125 HP	HM	180.00
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 178 - 210 HP 3000G	HM	140.00
CAMION BARANDA	HM	120.00
CAMION VOLQUETE 15 M3	HM	150.00
ESTACION TOTAL	HE	19.74
NIVEL TOPOGRAFICO	HE	10.00
MEZCLADORA DE CONCRETO 9 - 11 P3	HM	15.00
MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN EL PAVIMENTO	HM	50.00
MARTILLO NEUMATICO DE 29 KG	HM	25.00
COMPACTADOR VIBRT. TIPO PLANCHA 4 HP	HM	18.75
CORTADORA DE CONCRETO 14"	HM	8.70
SOLDADURA ELECT. MONOFASICA ALTERNA 225 AMP.	HM	10.50
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.4"	HM	8.00
COMPRESORA DE AIRE	HM	35.00

#### 4. CÁLCULO DE FLETE

El cálculo del flete se basa en lo establecido en el D.S. N° 033-2006-MTC del 30.09.06 y el D.S. N° 010-2006-MTC del 25/03/06 que establecen costos del servicio de transporte de bienes en el ámbito local y por carretera para diversas rutas y distancias virtuales establecidas previamente:

**Tabla 159:** *Calculo de flete*

<b>TIPO TRANSPORTE:</b>		NORMAL					
<b>RUTA:</b>		LIMA - CHICLAYO					
<b>ORIGEN</b>	<b>DESTINO</b>	<b>D.V. (kmv)</b>	<b>S/. X TM</b>	<b>FRV (*)</b>	<b>S/. X TM</b>	<b>REAJUSTE K1</b>	<b>SUBTOTAL</b>
Lima	Chiclayo	771.10	171.36	1.00	171.36		
		<b>771.10</b>	<b>171.36</b>		<b>171.36</b>	<b>1.000</b>	<b>171.36</b>

<b>TIPO TRANSPORTE:</b>		NORMAL					
<b>RUTA:</b>		CHICLAYO - POSITOS					
<b>ORIGEN</b>	<b>DESTINO</b>	<b>D.V. (kmv)</b>	<b>S/. X TM</b>	<b>FRV (*)</b>	<b>S/. X TM</b>	<b>REAJUSTE K1</b>	<b>SUBTOTAL</b>
Chiclayo	Positos	39.30	8.73	1.00	8.73		
		<b>39.30</b>	<b>8.73</b>		<b>8.73</b>	<b>1.000</b>	<b>8.73</b>

<b>FACTOR DE REAJUSTE (K1)</b>							
K actual =	(32) JULIO 2021	=	502.72	=	1.000		
	(32) JULIO 2021		502.72				

### **CALCULO DE FLETE A OBRA**

El flete a obra se compone del flete a Chiclayo más el flete de Chiclayo a Obra, para los distintos orígenes de insumos y tipo de transporte:

TIPO DE TRANSPORTE: NORMAL

**Tabla 160:** cálculo de flete a obra

FLETES			TOTAL	
ORIGEN	DESTINO	S/. X TM	S/. X TM	S/. X KG
CHICLAYO	POSITOS	8.73	8.73	0.009
LIMA	CHICLAYO	171.36	171.36	0.171

**ANEXO CAPITULO XIV-02. ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS****Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	<b>1101001</b>	<b>ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO POSITOS, DISTRITO DE MORROPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE.</b>				
Partida	<b>01.01</b>	<b>ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANIA</b>				
			Costo unitario directo por:	mes		<b>1,000.00</b>
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Subcontratos</b>				
0402030002		ALQUILER DE LOCAL	mes	1.0000	1,000.00	1,000.00
						<b>1,000.00</b>
Partida	<b>01.02</b>	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION EN PAV. RIG. PREMEZCLADO</b>				
			Costo unitario directo por:	glb		<b>19,260.94</b>
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Materiales</b>				
0201010022		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO (PAV. RIGIDO PREMEZ)	glb	1.0000	19,260.94	19,260.94
						<b>19,260.94</b>
Partida	<b>01.03</b>	<b>TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DE VIAS</b>				
			Costo unitario directo por:	m2		<b>1.14</b>
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>				
0101010004		OFICIAL	hh	0.0053	19.04	0.10
0101010005		PEON	hh	0.0213	17.20	0.37
0101010007		NIVELADOR	hh	0.0053	24.96	0.13
01010300000008		TOPOGRAFO	hh	0.0053	25.07	0.13

<b>0.73</b>					
<b>Materiales</b>					
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	0.0100	6.00	0.06
0213030001	YESO	kg	0.1200	0.65	0.08
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	0.0100	7.50	0.08
<b>0.22</b>					

<b>Equipos</b>					
0301000020	NIVEL TOPOGRAFICO	he	0.0053	10.00	0.05
0301000021	ESTACION TOTAL	he	0.0053	19.74	0.10
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.04	0.04
<b>0.19</b>					

Partida	<b>01.04</b>	<b>DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10 m</b>				
				Costo unitario directo por: m2	<b>11.69</b>	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.0040	24.13	0.10	
0101010004	OFICIAL	hh	0.0800	19.04	1.52	
0101010005	PEON	hh	0.1600	17.20	2.75	
<b>4.37</b>						
<b>Materiales</b>						
0290230060	BARRENO	und	0.0100	349.79	3.50	
<b>3.50</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.22	0.22	
03011400020002	MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg	hm	0.0800	25.00	2.00	
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	0.0400	40.00	1.60	
<b>3.82</b>						

Partida	<b>01.05</b>	<b>MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL</b>				
				Costo unitario directo por: glb	<b>38,748.16</b>	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Subcontratos</b>						
0400010002	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.0000	38,748.16	38,748.16	
<b>38,748.16</b>						

Partida	<b>02.01</b>	<b>CORTE DE TERRENO NATURAL</b>				
				Costo unitario directo por: m3	<b>4.90</b>	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.0017	24.13	0.04	
0101010005	PEON	hh	0.0340	17.20	0.58	
<b>0.62</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.03	0.03	
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	0.0170	250.00	4.25	
<b>4.28</b>						

Partida	<b>02.02</b>	<b>PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE</b>	Costo unitario directo por: m2			<b>1.14</b>
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.0025	24.13	0.06
0101010004	OFICIAL		hh	0.0025	19.04	0.05
0101010005	PEON		hh	0.0100	17.20	0.17
<b>0.28</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.01	0.01
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTO 101-135 HP 10-12T		hm	0.0025	160.00	0.40
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP		hm	0.0025	180.00	0.45
<b>0.86</b>						
Partida	<b>02.03</b>	<b>TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO</b>	Costo unitario directo por: m2			<b>3.19</b>
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.0076	24.13	0.18
0101010005	PEON		hh	0.0229	17.20	0.39
<b>0.57</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	0.03
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTO 101-135 HP 10-12T		hm	0.0076	160.00	1.22
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP		hm	0.0076	180.00	1.37
<b>2.62</b>						
Partida	<b>03.01.01</b>	<b>CAPA DE ARENA GRUESA (e=0.10 m)</b>	Costo unitario directo por: m2			<b>6.33</b>
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.0027	24.13	0.07
0101010004	OFICIAL		hh	0.0027	19.04	0.05
0101010005	PEON		hh	0.0107	17.20	0.18
<b>0.30</b>						
<b>Materiales</b>						
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.1000	50.85	5.09
<b>5.09</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.02	0.02
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTO 101-135 HP 10-12T		hm	0.0027	160.00	0.43
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP		hm	0.0027	180.00	0.49
<b>0.94</b>						
Partida	<b>03.01.02</b>	<b>SUB-BASE GRANULAR (CBR&gt;= 30%, e=0.15 m)</b>	Costo unitario directo por: m3			<b>60.73</b>
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.0154	24.13	0.37
0101010005	PEON	hh	0.0615	17.20	1.06
					<b>1.43</b>

<b>Materiales</b>					
02070200010003	AFIRMADO CBR >=30%	m3	1.2000	45.00	54.00
					<b>54.00</b>

<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.07	0.07
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTO 101-135 HP 10-12T	hm	0.0154	160.00	2.46
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP	hm	0.0154	180.00	2.77
					<b>5.30</b>

Partida	<b>03.02.01</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA</b>				
				Costo unitario directo por:	m2	<b>39.21</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------

<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.5333	24.13	12.87
0101010004	OFICIAL	hh	0.5333	19.04	10.15
					<b>23.02</b>

<b>Materiales</b>					
0204010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg	0.1000	5.00	0.50
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	0.0500	6.00	0.30
0222140008	ADITIVO DESMOLDANTE	gal	0.0150	30.00	0.45
0231010003	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2	1.5000	9.50	14.25
					<b>15.50</b>

<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.69	0.69
					<b>0.69</b>

Partida	<b>03.02.02</b>	<b>ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 EN LOSA</b>				
				Costo unitario directo por:	kg	<b>6.81</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------

<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.0320	24.13	0.77
0101010004	OFICIAL	hh	0.0320	19.04	0.61
0101010005	PEON	hh	0.0320	17.20	0.55
					<b>1.93</b>

<b>Materiales</b>					
0204010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg	0.0500	5.00	0.25
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1.0500	4.31	4.53
					<b>4.78</b>

<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.10	0.10
					<b>0.10</b>

Partida	<b>03.02.03</b>	<b>CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSA (TIPO V, f'c=210 kg/cm2, e=0.20 m)</b>				
				Costo unitario directo por:	m2	<b>75.31</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.0800	24.13	1.93	
0101010004	OFICIAL	hh	0.0400	19.04	0.76	
0101010005	PEON	hh	0.1200	17.20	2.06	
<b>4.75</b>						
<b>Materiales</b>						
0219010012	CONCRETO PREMEZCLADO C. TIPO V f'c=210 kg/cm2 SLUMP 3"	m3	0.2000	350.00	70.00	
<b>70.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.24	0.24	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0.0400	8.00	0.32	
<b>0.56</b>						
Partida	<b>03.02.04</b>	<b>CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR</b>				
				Costo unitario directo por:	m2	<b>10.81</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	0.0267	19.04	0.51	
<b>0.51</b>						
<b>Materiales</b>						
02221800010010	ADITIVO SUPER CURADOR CHEMA	gal	0.0600	161.30	9.68	
<b>9.68</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.02	0.02	
03013600010002	MOCHILA PULVERIZADORA	und	0.0017	350.00	0.60	
<b>0.62</b>						
Partida	<b>03.03.01.01</b>	<b>CORTE DE JUNTAS (A=10 mm)</b>				
				Costo unitario directo por:	m	<b>3.90</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.0320	24.13	0.77	
<b>0.77</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.04	0.04	
0301110002	CORTADORA DE CONCRETO 14"	hm	0.0320	8.70	0.28	
03013800010006	DISCO DE CORTE DE CONCRETO	m	1.0000	2.81	2.81	
<b>3.13</b>						
Partida	<b>03.03.01.02</b>	<b>SELLADO DE JUNTAS (A=10 mm, h=5 mm)</b>				
				Costo unitario directo por:	m	<b>7.96</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.0640	24.13	1.54	
0101010005	PEON	hh	0.0160	17.20	0.28	
<b>1.82</b>						
<b>Materiales</b>						
0222060006	CORDON DE RESPALDO SIKAROD 1/2"	m	1.0000	0.52	0.52	

0222160008	SELLADOR DE PULIURETANO SIKAFLEX GRIS (300 m)	tub	0.1667	31.50	5.25
					<b>5.77</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.09	0.09
03012600010002	COMPRESORA DE AIRE	hm	0.0080	35.00	0.28
					<b>0.37</b>

Partida	<b>03.03.02.01</b>	<b>SELLADO DE JUNTAS (A=20 mm, h=10 mm)</b>			
			Costo unitario directo por:	m	<b>25.71</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------

**Mano de Obra**

0101010003	OPERARIO	hh	0.0640	24.13	1.54
0101010005	PEON	hh	0.0160	17.20	0.28
					<b>1.82</b>

**Materiales**

02100400010009	TECNOFOR DE e = 3/4" 1.2 x 2.40 m	m2	0.2000	5.86	1.17
0222060007	CORDON DE RESPALDO SIKAROD 7/8"	m	1.0000	1.34	1.34
0222160008	SELLADOR DE PULIURETANO SIKAFLEX GRIS (300 m)	tub	0.6670	31.50	21.01
					<b>23.52</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.09	0.09
03012600010002	COMPRESORA DE AIRE	hm	0.0080	35.00	0.28
					<b>0.37</b>

Partida	<b>04.01.01</b>	<b>TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DE VEREDAS</b>			
			Costo unitario directo por:	m2	<b>1.54</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------

**Mano de Obra**

0101010005	PEON	hh	0.0320	17.20	0.55
0101030000	TOPOGRAFO	hh	0.0160	25.07	0.40
					<b>0.95</b>

**Materiales**

02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	0.0500	6.00	0.30
0231010003	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2	0.0200	9.50	0.19
					<b>0.49</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.05	0.05
03014900010003	CORDEL #36	ovl	0.1000	0.45	0.05
					<b>0.10</b>

Partida	<b>04.01.02</b>	<b>EXCAVACION MANUAL DE VEREDAS</b>			
			Costo unitario directo por:	m3	<b>46.25</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------

**Mano de Obra**

0101010003	OPERARIO	hh	0.4000	24.13	9.65
0101010005	PEON	hh	2.0000	17.20	34.40
					<b>44.05</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.20	2.20	<b>2.20</b>
------------	-----------------------	-----	--	------	------	-------------

Partida	<b>04.01.03</b>	<b>CAPA DE ARENA GRUESA EN VEREDAS (e=0.10 m)</b>		Costo unitario directo por:	m2	<b>15.24</b>
---------	-----------------	---	--	-----------------------------	----	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.1200	24.13	2.90
0101010005	PEON	hh	0.3200	17.20	5.50
					<b>8.40</b>

<b>Materiales</b>					
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	0.1000	50.85	5.09
					<b>5.09</b>

<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.25	0.25
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 4 HP	hm	0.0800	18.75	1.50
					<b>1.75</b>

Partida	<b>04.01.04</b>	<b>BASE GRANULAR (CBR&gt;=30%, e=0.10 m)</b>		Costo unitario directo por:	m3	<b>15.55</b>
---------	-----------------	--	--	-----------------------------	----	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.1200	24.13	2.90
0101010005	PEON	hh	0.3200	17.20	5.50
					<b>8.40</b>

<b>Materiales</b>					
02070200010003	AFIRMADO CBR >=30%	m3	0.1200	45.00	5.40
					<b>5.40</b>

<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.25	0.25
0301100007	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 4 HP	hm	0.0800	18.75	1.50
					<b>1.75</b>

Partida	<b>04.01.05</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VEREDAS</b>		Costo unitario directo por:	m2	<b>52.31</b>
---------	-----------------	--	--	-----------------------------	----	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.5333	24.13	12.87
0101010004	OFICIAL	hh	0.5333	19.04	10.15
0101010005	PEON	hh	0.2133	17.20	3.67
					<b>26.69</b>

<b>Materiales</b>					
0204010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg	0.1000	5.00	0.50
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	0.1300	6.00	0.78
0222140008	ADITIVO DESMOLDANTE	gal	0.0150	30.00	0.45
0231010003	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2	2.4300	9.50	23.09
					<b>24.82</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.80	0.80	<b>0.80</b>
------------	-----------------------	-----	--	------	------	-------------

Partida	<b>04.01.06</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA RAMPAS</b>		Costo unitario directo por: m2		<b>59.19</b>
---------	-----------------	---	--	--------------------------------	--	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------	--

**Mano de Obra**

0101010003	OPERARIO	hh	0.6667	24.13	16.09	
0101010004	OFICIAL	hh	0.6667	19.04	12.69	
0101010005	PEON	hh	0.2667	17.20	4.59	

**33.37****Materiales**

0204010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg	0.1000	5.00	0.50	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	0.1300	6.00	0.78	
0222140008	ADITIVO DESMOLDANTE	gal	0.0150	30.00	0.45	
0231010003	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2	2.4300	9.50	23.09	

**24.82****Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.00	1.00	<b>1.00</b>
------------	-----------------------	-----	--	------	------	-------------

Partida	<b>04.01.07</b>	<b>CONCRETO f'c=175 kg/cm2, VEREDAS</b>		Costo unitario directo por: m3		<b>406.68</b>
---------	-----------------	---	--	--------------------------------	--	---------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------	--

**Mano de Obra**

0101010003	OPERARIO	hh	1.3333	24.13	32.17	
0101010004	OFICIAL	hh	1.7778	19.04	33.85	
0101010005	PEON	hh	2.6667	17.20	45.87	

**111.89****Materiales**

0207010001	PIEDRA CHANCADA	m3	0.6920	72.03	49.84	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	0.5333	50.85	27.12	
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bol	7.6808	26.30	202.01	

**278.97****Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.59	5.59	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0.4444	8.00	3.56	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3	hm	0.4444	15.00	6.67	

**15.82**

Partida	<b>04.01.08</b>	<b>ACABADO FROTACHADO Y BRUÑADO</b>		Costo unitario directo por: m2		<b>6.47</b>
---------	-----------------	-------------------------------------	--	--------------------------------	--	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------	--

**Mano de Obra**

0101010003	OPERARIO	hh	0.1600	24.13	3.86	
0101010005	PEON	hh	0.0528	17.20	0.91	

**4.77****Materiales**

02070200010001	ARENA FINA	m3	0.0056	25.00	0.14	
----------------	------------	----	--------	-------	------	--

0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bol	0.0500	26.30	1.32
------------	--------------------------	-----	--------	-------	------

**1.46****Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.24	0.24
------------	-----------------------	-----	--	------	------

**0.24**

Partida	<b>04.01.09</b>	<b>CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO</b>
---------	-----------------	---------------------------------------

Costo unitario directo por: m2 **10.81**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------

**Mano de Obra**

0101010004	OFICIAL	hh	0.0267	19.04	0.51
------------	---------	----	--------	-------	------

**0.51****Materiales**

02221800010010	ADITIVO SUPER CURADOR CHEMA	gal	0.0600	161.30	9.68
----------------	-----------------------------	-----	--------	--------	------

**9.68****Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.02	0.02
------------	-----------------------	-----	--	------	------

0.02

03013600010002	MOCHILA PULVERIZADORA	und	0.0017	350.00	0.60
----------------	-----------------------	-----	--------	--------	------

**0.62**

Partida	<b>04.01.10</b>	<b>JUNTAS ASFALTICAS</b>
---------	-----------------	--------------------------

Costo unitario directo por: m **7.27**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------

**Mano de Obra**

0101010004	OFICIAL	hh	0.0800	19.04	1.52
------------	---------	----	--------	-------	------

1.52

0101010005	PEON	hh	0.1600	17.20	2.75
------------	------	----	--------	-------	------

2.75

**4.27****Materiales**

02010500010001	ASFALTO RC-250	gal	0.1330	15.00	2.00
----------------	----------------	-----	--------	-------	------

2.00

02070200010002	ARENA GRUESA	m3	0.0040	50.85	0.20
----------------	--------------	----	--------	-------	------

0.20

02100400010009	TECNOFOR DE e = 3/4" 1.2 x 2.40 m	m2	0.1000	5.86	0.59
----------------	-----------------------------------	----	--------	------	------

0.59

**2.79****Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.21	0.21
------------	-----------------------	-----	--	------	------

0.21

**0.21**

Partida	<b>04.02.01</b>	<b>EXCAVACION MANUAL PARA SARDINELES</b>
---------	-----------------	--

Costo unitario directo por: m3 **61.85**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------

**Mano de Obra**

0101010003	OPERARIO	hh	0.1600	24.13	3.86
------------	----------	----	--------	-------	------

3.86

0101010005	PEON	hh	3.2000	17.20	55.04
------------	------	----	--------	-------	-------

55.04

**58.90****Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.95	2.95
------------	-----------------------	-----	--	------	------

2.95

**2.95**

Partida	<b>04.02.02</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SARDINELES</b>
---------	-----------------	---

Costo unitario directo por: m2 **75.07**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.5714	24.13	13.79
0101010004	OFICIAL	hh	0.5714	19.04	10.88
					<b>24.67</b>
<b>Materiales</b>					
0204010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg	0.2600	5.00	1.30
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	0.1300	6.00	0.78
0231010003	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2	4.8300	9.50	45.89
02310500010007	TRIPLAY LUPUNA 4" x 8" x 12 mm (ENCOF)	pln	0.0600	20.00	1.20
					<b>49.17</b>
<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.23	1.23
					<b>1.23</b>
Partida	<b>04.02.03</b>	<b>ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60, SARDINELES</b>			
				Costo unitario directo por: kg	<b>7.74</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.0364	24.13	0.88
0101010004	OFICIAL	hh	0.0364	19.04	0.69
0101010005	PEON	hh	0.0727	17.20	1.25
					<b>2.82</b>
<b>Materiales</b>					
0204010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg	0.0500	5.00	0.25
02040300010022	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1.0500	4.31	4.53
					<b>4.78</b>
<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.14	0.14
					<b>0.14</b>
Partida	<b>04.02.04</b>	<b>CONCRETO f'c=175 kg/cm2, SARDINELES</b>			
				Costo unitario directo por: m3	<b>392.47</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.5333	24.13	12.87
0101010004	OFICIAL	hh	0.5333	19.04	10.15
0101010005	PEON	hh	4.2667	17.20	73.39
					<b>96.41</b>
<b>Materiales</b>					
0207010001	PIEDRA CHANCADA	m3	0.6920	72.03	49.84
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	0.5333	50.85	27.12
0213010007	CEMENTO PORTLAND TIPO MS	bol	7.6808	26.30	202.01
					<b>278.97</b>
<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		4.82	4.82
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0.5333	8.00	4.27
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3	hm	0.5333	15.00	8.00
					<b>17.09</b>

Partida	04.02.05	JUNTAS ASFALTICAS PARA SARDINELES		Costo unitario directo por:	m	7.54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	24.13	2.41	
0101010005	PEON	hh	0.1000	17.20	1.72	
<b>4.13</b>						
<b>Materiales</b>						
02010500010004	ASFALTO LIQUIDO RC-250	gal	0.2000	15.00	3.00	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	0.0040	50.85	0.20	
<b>3.20</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.21	0.21	
<b>0.21</b>						
Partida	05.01	EXCAVACION MANUAL PARA AREAS VERDES		Costo unitario directo por:	m3	35.43
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	17.20	34.40	
<b>34.40</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.03	1.03	
<b>1.03</b>						
Partida	05.02	RELLENO CON TIERRA FERTIL		Costo unitario directo por:	m2	4.03
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	0.1600	17.20	2.75	
<b>2.75</b>						
<b>Materiales</b>						
0207050003	TIERRA FERTIL	m3	0.1500	8.00	1.20	
<b>1.20</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.08	0.08	
<b>0.08</b>						
Partida	05.03	SEMBRADO DE GRASS		Costo unitario directo por:	m2	8.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	0.0320	17.20	0.55	
<b>0.55</b>						
<b>Materiales</b>						
0216020011	GRASS TIPO AMERICANO	m2	1.0000	8.00	8.00	
<b>8.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.02	0.02	

0.02

Partida	05.04	PLANTACION DE ARBOLES	Costo unitario directo por: und			25.54
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON		hh	0.2000	17.20	3.44
<b>Materiales</b>						
0271050139	ARBOL ORNAMENTAL PONCIANA 1m		und	1.0000	22.00	22.00
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.10	0.10
<b>0.10</b>						

Partida	06.01	SEÑALES PREVENTIVAS 0.75 m X 0.75 m	Costo unitario directo por: und			196.26
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.8000	24.13	19.30
0101010005	PEON		hh	1.6000	17.20	27.52
<b>46.82</b>						
<b>Materiales</b>						
02550800140002	SOLDADURA		kg	0.0200	21.00	0.42
0290220009	SUMINISTRO DE SEÑALES PREVENTIVAS 0.75 m x 0.75 m		und	1.0000	145.00	145.00
<b>145.42</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		2.34	2.34
0301400005	SOLDADURA ELECTRICA MONOFASICA ALTERNA 225 A		hm	0.1600	10.50	1.68
<b>4.02</b>						

Partida	06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS 0.60 m X 0.90 m	Costo unitario directo por: und			186.26
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.8000	24.13	19.30
0101010005	PEON		hh	1.6000	17.20	27.52
<b>46.82</b>						
<b>Materiales</b>						
02550800140002	SOLDADURA		kg	0.0200	21.00	0.42
0290220010	SUMINISTRO DE SEÑALES PREVENTIVAS 0.60 m x 0.90 m		und	1.0000	135.00	135.00
<b>135.42</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		2.34	2.34
0301400005	SOLDADURA ELECTRICA MONOFASICA ALTERNA 225 A		hm	0.1600	10.50	1.68
<b>4.02</b>						

Partida	<b>06.03</b>	<b>POSTE DE SOPORTE DE SEÑALES</b>	Costo unitario directo por: und			<b>242.77</b>
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.7004	24.13	16.90
0101010004	OFICIAL		hh	0.1440	19.04	2.74
0101010005	PEON		hh	1.5857	17.20	27.27
						<b>46.91</b>
<b>Materiales</b>						
0207010001	PIEDRA CHANCADA		m3	0.0756	72.03	5.45
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.0594	50.85	3.02
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	0.7560	28.00	21.17
0290220011	SUMINISTRO DE SOPORTE DE SEÑALES		und	1.0000	100.00	100.00
						<b>129.64</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1.50	1.50
0301220007	CAMION BARANDA		hm	0.5333	120.00	64.00
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 P3		hm	0.0480	15.00	0.72
						<b>66.22</b>

Partida	<b>06.04</b>	<b>MARCAS EN EL PAVIMENTO</b>	Costo unitario directo por: m2			<b>9.52</b>
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.0100	24.13	0.24
0101010005	PEON		hh	0.0400	17.20	0.69
						<b>0.93</b>
<b>Materiales</b>						
0240060001	PINTURA PARA TRAFICO		gal	0.1000	60.00	6.00
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO		kg	0.3500	5.00	1.75
0240080022	DISOLVENTE		gal	0.0096	30.00	0.29
						<b>8.04</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.05	0.05
0301120005	MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN EL PAVIMENTO		hm	0.0100	50.00	0.50
						<b>0.55</b>

Partida	<b>06.05</b>	<b>PINTURA EN SARDINELES</b>	Costo unitario directo por: m2			<b>17.24</b>
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.1000	24.13	2.41
0101010005	PEON		hh	0.6000	17.20	10.32
						<b>12.73</b>
<b>Materiales</b>						
0240060001	PINTURA PARA TRAFICO		gal	0.0480	60.00	2.88
0240080022	DISOLVENTE		gal	0.0120	30.00	0.36
						<b>3.24</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1.27	1.27
						<b>1.27</b>



Partida	<b>07.06</b>	<b>TRANSPORTE DE ARENA GRUESA D&gt;1 km</b>	Costo unitario directo por: m3k			<b>0.81</b>
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Equipos</b>				
03012200040001		CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	0.0054	150.00	0.81 <b>0.81</b>
Partida	<b>07.07</b>	<b>TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE Y ESCOMBROS A DME &lt;=1 km</b>	Costo unitario directo por: m3k			<b>5.05</b>
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>				
0101010004		OFICIAL	hh	0.0095	19.04	0.18 <b>0.18</b>
		<b>Equipos</b>				
03011600010005		CARGADOR S/ LLANTAS 125 HP - 3 yd3	hm	0.0095	160.00	1.52
03012200040001		CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	0.0223	150.00	3.35 <b>4.87</b>
Partida	<b>07.08</b>	<b>TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE Y ESCOMBROS A DME &gt;1 km</b>	Costo unitario directo por: m3k			<b>1.07</b>
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Equipos</b>				
03012200040001		CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	0.0071	150.00	1.07 <b>1.07</b>
Partida	<b>07.09</b>	<b>TRANSPORTE DE AGUA D&lt;=1 km</b>	Costo unitario directo por: m3k			<b>8.23</b>
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Equipos</b>				
0301220009		CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 178-210 HP 3,000	hm	0.0588	140.00	8.23 <b>8.23</b>
Partida	<b>07.10</b>	<b>TRANSPORTE DE AGUA D&gt;1 km</b>	Costo unitario directo por: m3k			<b>1.01</b>
Código		Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Equipos</b>				
0301220009		CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 178-210 HP 3,000	hm	0.0072	140.00	1.01 <b>1.01</b>
Partida	<b>08.01</b>	<b>LIMPIEZA PERMANENTE EN OBRA</b>	Costo unitario directo por: glb			<b>478.51</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Materiales</b>					
02902400030007	LIMPIEZA PERMANENTE EN OBRA	glb	1.0000	478.51	478.51
					<b>478.51</b>

Partida	<b>08.02</b>	<b>RIEGO PARA MITIGAR PARTICULAS DE POLVO</b>			
				Costo unitario directo por:	m
					<b>0.64</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	----------	------------	-------------

<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	0.0008	24.13	0.02
					<b>0.02</b>

<b>Equipos</b>					
0301220009	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 178-210 HP 3,000	hm	0.0044	140.00	0.62
					<b>0.62</b>

## ANEXO CAPITULO XIV-03. ANÁLISIS DE COSTOS INDIRECTOS

Tabla 161: componentes de los gastos generales – julio 2021

COMPONENTES DE LOS GASTOS GENERALES	MONEDA NACIONAL	
	S/.	%
<b>1.00 COSTOS DIRECTOS</b>	<b>2,238,078.99</b>	
<b>2.00 GASTOS GENERALES</b>	<b>288,488.38</b>	<b>12.89%</b>
A. GASTOS FIJOS (No directamente relacionados con el tiempo)	37,375.92	1.67%
B. GASTOS VARIABLES (Directamente relacionados con el tiempo)	251,112.46	11.22%
<b>3.00 UTILIDAD 10%</b>	<b>223,807.90</b>	<b>10%</b>
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL SIN IGV</b>	<b>2,750,375.27</b>	
<b>4.00 I.G.V. 18%</b>	<b>495,067.55</b>	<b>18%</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>3,245,442.82</b>	

## 1. COSTOS FIJOS

Tabla 162: Análisis de costos indirectos – costos fijos

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			DESCR	UNIDAD		
<b>1.00</b>	<b>ALQUILER DE OFICINAS Y ALMACEN</b>					
1.01	Oficinas	MES		8.00	1,000.00	8,000.00
<b>MONTO TOTAL DE ALQUILER</b>						<b>8,000.00</b>
<b>2.00</b>	<b>EQUIPAMIENTO</b>					
2.01	Oficinas	GLB		1.00	3,000.00	3,000.00
<b>MONTO TOTAL DE EQUIPAMIENTO</b>						<b>3,000.00</b>
<b>3.00</b>	<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>					
3.03	Cartel de Obra	Und		1.00	1,000.00	1,000.00
<b>MONTO TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>						<b>1,000.00</b>
<b>4.00</b>	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>					
4.01	Servicio de contenedores de basuras	Und		10.00	100.00	1,000.00
4.03	Servicio de baños portátiles (3 unidades)	Und		3.00	1,700.00	5,100.00
4.09	Equipo Contra incendios	Und		3.00	300.00	900.00

4.10	Equipo de Primeros auxilios	Equ		2.00	800.00	1,600.00
<b>MONTO TOTAL DE PROTECCION AMBIENTAL</b>						<b>8,600.00</b>

<b>5.00</b>	<b>LIQUIDACION DE OBRA</b>					
5.01	Ingeniero Residente	mes	1.00	1.00	8,000.00	8,000.00
5.02	Contador	mes	1.00	1.00	2,000.00	2,000.00
5.05	Leyes Sociales	glb	1.00	30.00%	10,000.00	3,000.00
5.06	Fotocopias Planos	est	1.00	1.00	1,500.00	1,500.00
5.07	Fotocopias Documentos	est	1.00	1.00	900.00	900.00
5.08	Empastados, Encuadernado, Anillado	est	1.00	1.00	700.00	700.00
5.11	Útiles de Oficina	est	1.00	1.00	600.00	600.00
<b>MONTO TOTAL DE LIQUIDACION DE OBRA</b>						<b>16,700.00</b>
<b>TOTAL, GASTOS FIJOS</b>						<b>37,300.00</b>
<b>PORCENTAJE DE GASTOS FIJOS</b>						<b>1.67%</b>

## 2. COSTOS VARIABLES

**Tabla 163:** Análisis de costos indirectos – costos variables

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			DESCR	UNIDAD		
<b>1.00</b>	<b>PERSONAL DE OBRA</b>					
<b>INGENIERIA</b>						
1.01	Ingeniero Residente	mes	1.00	8.00	8,000.00	64,000.00
1.02	Maestro Capataz General	mes	1.00	8.00	3,000.00	24,000.00
	Beneficios Sociales	%	1.00	30.00%	24,000.00	7,200.00
<b>SUBTOTAL</b>						<b>95,200.00</b>
<b>ADMINISTRACION</b>						
1.03	Administrador de Obra	mes	1.00	8.00	2,800.00	22,400.00
1.04	Encargado de Almacén	mes	1.00	8.00	1,200.00	9,600.00
1.05	Mantenimiento y Limpieza (zona)	mes	1.00	8.00	500.00	4,000.00
1.06	Guardianes 3 x3 Turnos (zona)	mes	1.00	8.00	700.00	5,600.00
	Beneficios Sociales	%	1.00	30.00%	41,600.00	12,480.00
<b>SUBTOTAL</b>						<b>54,080.00</b>
<b>EQUIPOS</b>						
1.07	Ing. responsable de Equipos	mes	1.00	1.00	3,000.00	3,000.00
1.08	Ayudantes (zona)	mes	1.00	1.00	1,200.00	1,200.00
	Beneficios Sociales	%	1.00	30.00%	4,200.00	1,260.00
<b>SUBTOTAL</b>						<b>5,460.00</b>
<b>TOTAL, REMUNERACIÓN PERSONAL DE OBRA</b>						<b>154,740.00</b>
<b>2.00</b>	<b>EQUIPOS NO INCLUIDOS EN LOS COSTOS DIRECTOS</b>					
2.01	PC (Incl. Software)	mes	1.00	8.00	150.00	1,200.00

2.02	Impresora - Plóter A1	mes	1.00	8.00	250.00	2,000.00
2.03	Estación Total (Incl. Prismas)	mes	1.00	8.00	1,200.00	9,600.00
2.04	Nivel Topográfico	mes	1.00	8.00	300.00	2,400.00
<b>TOTAL, COSTO DE EQUIPOS NO INCLUIDOS</b>						<b>15,200.00</b>

(\*) El costo incluye combustible

<b>3.00</b>	<b>VEHICULOS</b>					
3.01	Camioneta Pick Up Doble Cabina 4x4 c/radio transmisor (*)	mes	1.00	8.00	3,000.00	24,000.00
<b>TOTAL, COSTO DE VEHICULOS</b>						<b>24,000.00</b>

(\*) El costo incluye combustible

<b>4.00</b>	<b>CONTROL TECNICO Y OTROS</b>					
4.01	Ensayos Especiales de Control de Calidad	glb	1.00	1.00	2,000.00	2,000.00
4.02	Implementos de Seguridad Profesionales	Und.	3.00	8.00	150.00	3,600.00
4.03	Implementos de Seguridad Técnicos	Und.	3.00	10.00	150.00	4,500.00
4.04	Implementos de Seguridad Operadores	Und.	3.00	12.00	100.00	3,600.00
4.05	Implementos de Seguridad Obreros	Und.	3.00	30.00	100.00	9,000.00
4.06	Materiales de Seguridad en Instalaciones	glb	1.00	1.00	2,000.00	2,000.00
<b>TOTAL, COSTO CONTROL TECNICO Y OTROS</b>						<b>24,700.00</b>
<b>5.00</b>	<b>MATERIALES Y GASTOS VARIOS</b>					
5.01	Útiles de Oficina	mes	1.00	8.00	1,000.00	8,000.00
5.02	Varios	mes	1.00	8.00	300.00	2,400.00
<b>TOTAL, COSTO GASTOS DE OFICINA PRINCIPAL Y MATERIALES</b>						<b>10,400.00</b>
<b>6.00</b>	<b>GASTOS DE OFICINA PRINCIPAL Y MATERIALES</b>					
6.01	Gerente de Obra	mes	0.50	8.00	4,000.00	16,000.00
6.02	Beneficios Sociales	%	1.00	30.00%	16,000.00	4,800.00
6.03	Útiles y Materiales fungibles	mes	0.20	8.00	800.00	1,280.00
<b>TOTAL, GASTOS DE OFICINA PRINCIPAL Y MATERIALES</b>						<b>22,080.00</b>
<b>TOTAL, GASTOS GENERALES VARIABLES</b>						<b>251,120.00</b>
<b>PORCENTAJE DE GASTOS VARIABLES</b>						<b>11.22%</b>

## ANEXO CAPITULO XIV-04. PRESUPUESTO BASE

### Presupuesto

Presupuesto	<b>1101001</b>	<b>ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO POSITOS, DISTRITO DE MORROPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE.</b>
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO CON CONCRETO PREMEZCLADO</b>
Cliente		<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MORROPE</b>
Lugar		<b>LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MORROPE</b>

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>83,129.22</b>
01.01	ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANIA	mes	8.00	1,000.00	8,000.00
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION EN PAV. RIG. PREMEZCLADO	glb	1.00	19,260.94	19,260.94
01.03	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DE VIAS	m2	9,701.26	1.14	11,059.44
01.04	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10 m	m2	518.45	11.69	6,060.68
01.05	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	38,748.16	38,748.16
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>20,569.86</b>
02.01	CORTE DE TERRENO NATURAL	m3	1,940.25	4.90	9,507.23
02.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	9,701.26	1.14	11,059.44
02.03	TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO	m2	1.00	3.19	3.19
03	<b>PAVIMENTO</b>				<b>1,164,415.64</b>
03.01	<b>SUB-BASE</b>				<b>149,782.67</b>
03.01.01	CAPA DE ARENA GRUESA (e=0.10 m)	m2	9,701.26	6.33	61,408.98
03.01.02	SUB-BASE GRANULAR (CBR>= 30%, e=0.15 m)	m3	1,455.19	60.73	88,373.69
03.02	<b>LOSA DE CONCRETO (e=0.20, f'c=210 kg/cm2)</b>				<b>912,354.73</b>

03.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA	m2	1,638.83	39.21	64,258.52
03.02.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 EN LOSA	kg	1,853.70	6.81	12,623.70
03.02.03	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSA (TIPO V, f'c=210 kg/cm2, e=0.20 m)	m2	9,701.26	75.31	730,601.89
03.02.04	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	m2	9,701.26	10.81	104,870.62
03.03	<b>JUNTAS</b>				<b>102,278.24</b>
03.03.01	<b>JUNTAS DE CONTRACCION</b>				<b>36,443.41</b>
03.03.01.01	CORTE DE JUNTAS (A=10 mm)	m	3,072.80	3.90	11,983.92
03.03.01.02	SELLADO DE JUNTAS (A=10 mm, h=5 mm)	m	3,072.80	7.96	24,459.49
03.03.02	<b>JUNTAS DE DILATACION</b>				<b>65,834.83</b>
03.03.02.01	SELLADO DE JUNTAS (A=20 mm, h=10 mm)	m	2,560.67	25.71	65,834.83
04	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>				<b>500,351.86</b>
04.01	<b>VEREDAS</b>				<b>306,321.33</b>
04.01.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DE VEREDAS	m2	3,021.38	1.54	4,652.93
04.01.02	EXCAVACION MANUAL DE VEREDAS	m3	906.41	46.25	41,921.46
04.01.03	CAPA DE ARENA GRUESA EN VEREDAS (e=0.10 m)	m2	3,021.38	15.24	46,045.83
04.01.04	BASE GRANULAR (CBR>=30%, e=0.10 m)	m3	302.14	15.55	4,698.28
04.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VEREDAS	m2	459.68	52.31	24,045.86
04.01.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA RAMPAS	m2	46.55	59.19	2,755.29
04.01.07	CONCRETO f'c=175 kg/cm2, VEREDAS	m3	302.14	406.68	122,874.30
04.01.08	ACABADO FROTACHADO Y BRUÑADO	m2	3,940.74	6.47	25,496.59
04.01.09	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	m2	3,021.38	10.81	32,661.12

04.01.10	JUNTAS ASFALTICAS	m	160.89	7.27	1,169.67
04.02	<b>SARDINELES</b>				<b>194,030.53</b>
04.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA SARDINELES	m3	115.25	61.85	7,128.21
04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA SARDINELES	m2	1,536.70	75.07	115,360.07
04.02.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60, SARDINELES	kg	3,324.39	7.74	25,730.78
04.02.04	CONCRETO f <sub>c</sub> =175 kg/cm2, SARDINELES	m3	115.25	392.47	45,232.17
04.02.05	JUNTAS ASFALTICAS PARA SARDINELES	m	76.83	7.54	579.30
05	<b>AREAS VERDES</b>				<b>14,127.12</b>
05.01	EXCAVACION MANUAL PARA AREAS VERDES	m3	69.25	35.43	2,453.53
05.02	RELLENO CON TIERRA FERTIL	m2	692.52	4.03	2,790.86
05.03	SEMBRADO DE GRASS	m2	692.52	8.57	5,934.90
05.04	PLANTACION DE ARBOLES	und	115.42	25.54	2,947.83
06	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>				<b>98,065.98</b>
06.01	SEÑALES PREVENTIVAS 0.75 m X 0.75 m	und	2.00	196.26	392.52
06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS 0.60 m X 0.90 m	und	2.00	186.26	372.52
06.03	POSTE DE SOPORTE DE SEÑALES	und	4.00	242.78	971.12
06.04	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	9,701.26	9.52	92,356.00
06.05	PINTURA EN SARDINELES	m2	230.50	17.24	3,973.82
07	<b>TRANSPORTE</b>				<b>347,382.42</b>
07.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D<=1 km	m3k	12,722.64	4.67	59,414.73
07.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D>1 km	m3k	101,781.12	0.98	99,745.50
07.03	TRANSPORTE DE PIEDRA CHANCADA D<=1 km	m3k	288.83	3.89	1,123.55
07.04	TRANSPORTE DE PIEDRA CHANCADA D>1 km	m3k	56.73	0.81	45.95

07.05	TRANSPORTE DE ARENA GRUESA D<=1 km	m3k	12,722.64	3.89	49,491.07
07.06	TRANSPORTE DE ARENA GRUESA D>1 km	m3k	110,112.63	0.81	89,191.23
07.07	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE Y ESCOMBROS A DME <=1 km	m3k	3,083.01	5.05	15,569.20
07.08	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE Y ESCOMBROS A DME >1 km	m3k	6,465.93	1.07	6,918.55
07.09	TRANSPORTE DE AGUA D<=1 km	m3k	1,632.00	8.23	13,431.36
07.10	TRANSPORTE DE AGUA D>1 km	m3k	12,328.00	1.01	12,451.28
08	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>				<b>10,036.89</b>
08.01	LIMPIEZA PERMANENTE EN OBRA	glb	8.00	478.51	3,828.08
08.02	RIEGO PARA MITIGAR PARTICULAS DE POLVO	m	9,701.26	0.64	6,208.81
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>2,238,078.99</b>
	<b>GASTOS GENERALES 12.89%</b>				<b>288,488.38</b>
	<b>UTILIDAD 10%</b>				<b>223,807.90</b>
					-----
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>2,750,375.27</b>
	<b>IMPUESTO (IGV 18%)</b>				<b>495,067.55</b>
					=====
	<b>TOTAL, PRESUPUESTO</b>				<b>3,245,442.82</b>

**SON: TRES MILLONES DOSCIENTOS CUARENTICINCO MIL  
CUATROCIENTOS CUARENTIDOS Y 82/100 NUEVOS SOLES**

## ANEXO CAPITULO XIV-05. FÓRMULA POLINÓMICA

**Tabla 164:** *Formula polinómica agrupamiento preliminar*

### FORMULA POLINOMICA - AGRUPAMIENTO PRELIMINAR

IU	Descripción	% Inicial	% Saldo	Agrupamiento
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.289	0.000	
03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	0.853	1.142	+02
04	AGREGADO FINO	5.763	0.000	
05	AGREGADO GRUESO	0.757	7.220	+04+32
13	ASFALTO	0.020	0.000	
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	3.258	27.953	+23
23	CEMENTO PORTLAND TIPO V	24.695	0.000	
30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	0.066	0.703	+13+54
32	FLETE TERRESTRE	0.700	0.000	
37	HERRAMIENTA MANUAL	2.115	14.867	+47
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	28.848	28.848	
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	3.954	3.954	
47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	12.752	0.000	
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	15.313	15.313	
54	PINTURA LATEX	0.617	0.000	

## Formula Polinómica

Presupuesto **1101001** ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO POSITOS, DISTRITO DE MORROPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE.

Subpresupuesto **001** PAVIMENTO RIGIDO CON CONCRETO PREMEZCLADO

Moneda **NUEVOS SOLES**

Ubicación Geográfica **140306** LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MORROPE

$$K = 0.363*(CAAr / CAAo) + 0.153*(Mr / Mo) + 0.288*(Ir / Io) + 0.149*(Mr / Mo) + 0.040*(Mr / Mo) + 0.007*(Dr / Do)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.363	3.03		03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
		19.835		05	AGREGADO GRUESO
		77.135	CAA	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
2	0.153	100.000	M	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
3	0.288	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
4	0.149	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
5	0.04	100.000	M	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.
6	0.007	100.000	D	30	DÓLAR (GENERAL PONDERADO)



02.03	TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO	m2	1.00	3.19	3.19	-	3.19	-	-	-	-	-	-	3.19
<b>03</b>	<b><u>PAVIMENTO</u></b>													
03.01	<b>SUB-BASE</b>													
03.01.01	CAPA DE ARENA GRUESA (e=0.10 m)	m2	9,701.26	6.33	61,408.98	-	31,634.93	29,774.05	-	-	-	-	-	61,408.98
03.01.02	SUB-BASE GRANULAR (CBR>= 30%, e=0.15 m)	m3	1,455.19	60.73	88,373.69	-	10,711.96	69,627.76	8,033.97	-	-	-	-	88,373.69
03.02	<b>LOSA DE CONCRETO (e=0.20, f'c=210 kg/cm2)</b>													
03.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA ACERO CORRUGADO FY=	m2	1,638.83	39.21	64,258.52	-	-	14,105.53	19,591.01	20,374.65	10,187.33	-	-	64,258.52
03.02.02	4200 kg/cm2 GRADO 60 EN LOSA	kg	1,853.70	6.81	12,623.70	-	-	1,262.37	2,869.02	2,983.78	2,983.78	2,524.75	-	12,623.70
03.02.03	CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSA (TIPO V, f'c=210 kg/cm2, e=0.20 m)	m2	9,701.26	75.31	730,601.89	-	-	66,971.84	152,208.73	158,297.08	158,297.08	152,208.73	42,618.43	730,601.89
03.02.04	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	m2	9,701.26	10.81	104,870.62	-	-	9,613.14	21,848.05	22,721.97	22,721.97	21,848.05	6,117.44	104,870.62
03.03	<b>JUNTAS</b>													
03.03.01	<b>JUNTAS DE CONTRACCION</b>													
03.03.01.01	CORTE DE JUNTAS (A=10 mm)	m	3,072.80	3.90	11,983.92	-	-	1,892.20	2,522.93	1,892.20	630.73	2,522.93	2,522.93	11,983.92
03.03.01.02	SELLADO DE JUNTAS (A=10 mm, h=5 mm)	m	3,072.80	7.96	24,459.49	-	-	-	-	6,114.87	2,038.29	10,191.45	6,114.88	24,459.49
03.03.02	<b>JUNTAS DE DILATACION</b>													
03.03.02.01	SELLADO DE JUNTAS (A=20 mm, h=10 mm)	m	2,560.67	25.71	65,834.83	-	-	-	-	-	-	27,719.93	38,114.90	65,834.83
<b>04</b>	<b><u>OBRAS COMPLEMENTARIAS</u></b>													
04.01	<b>VEREDAS</b>													
04.01.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DE VEREDAS	m2	3,021.38	1.54	4,652.93	-	-	-	-	2,924.70	1,728.23	-	-	4,652.93
04.01.02	EXCAVACION MANUAL DE VEREDAS	m3	906.41	46.25	41,921.46	-	-	-	-	23,648.00	18,273.46	-	-	41,921.46
04.01.03	CAPA DE ARENA GRUESA EN VEREDAS (e=0.10 m)	m2	3,021.38	15.24	46,045.83	-	-	-	-	13,302.13	26,604.26	6,139.44	-	46,045.83
04.01.04	BASE GRANULAR (CBR>=30%, e=0.10 m)	m3	302.14	15.55	4,698.28	-	-	-	-	835.25	2,714.56	1,148.47	-	4,698.28
04.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VEREDAS	m2	459.68	52.31	24,045.86	-	-	-	-	1,442.75	12,503.85	10,099.26	-	24,045.86

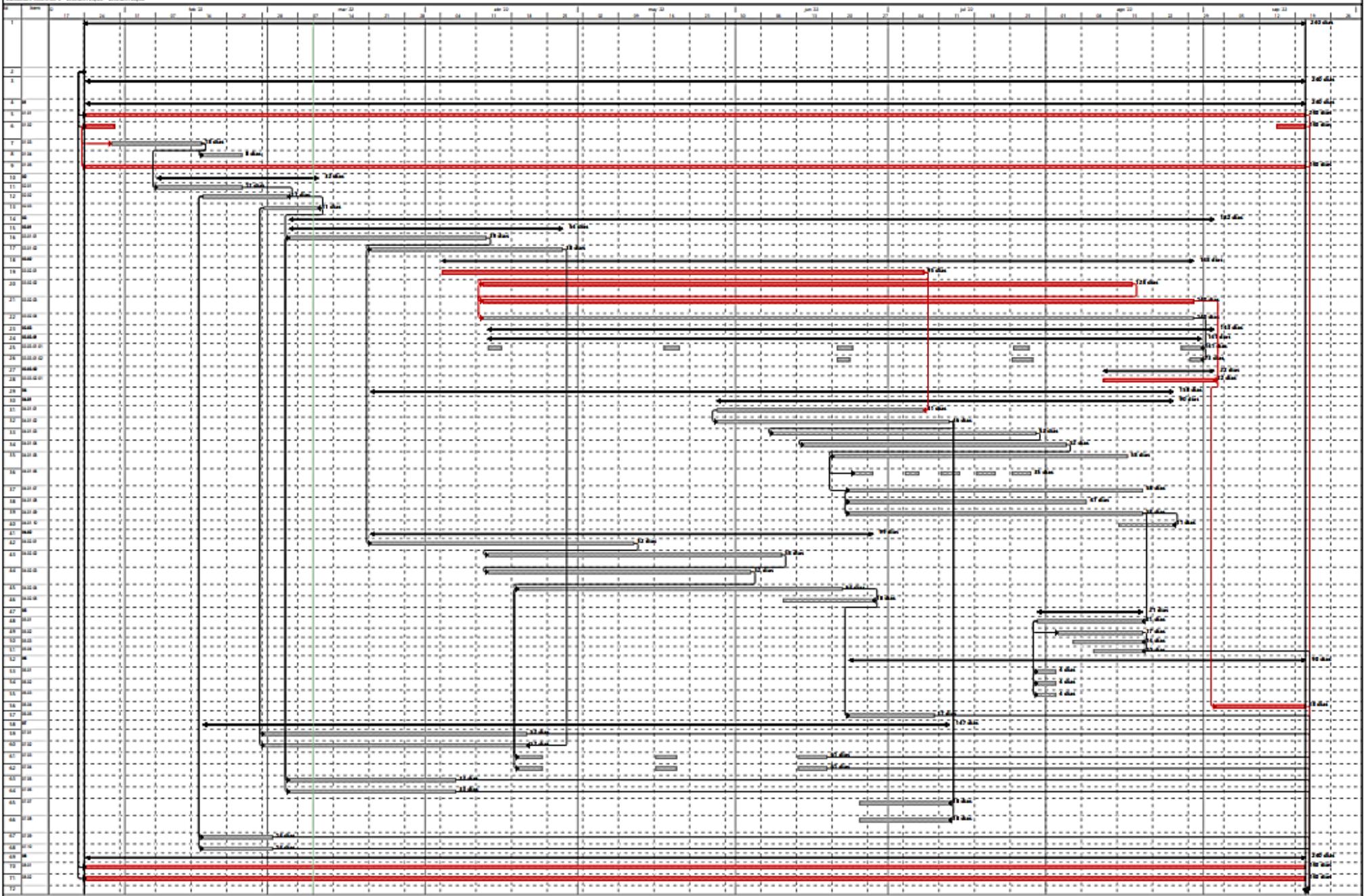


07.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D<=1 km	m3k	12,722.64	4.67	59,414.73	-	29,047.20	30,367.53	-	-	-	-	-	59,414.73
07.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D>1 km	m3k	101,781.12	0.98	99,745.50	-	48,764.47	50,981.03	-	-	-	-	-	99,745.50
07.03	TRANSPORTE DE PIEDRA CHANCADA D<=1 km	m3k	288.83	3.89	1,123.55	-	-	351.11	351.11	421.33	-	-	-	1,123.55
07.04	TRANSPORTE DE PIEDRA CHANCADA D>1 km	m3k	56.73	0.81	45.95	-	-	14.36	14.36	17.23	-	-	-	45.95
07.05	TRANSPORTE DE ARENA GRUESA D<=1 km	m3k	12,722.64	3.89	49,491.07	-	30,048.15	19,442.92	-	-	-	-	-	49,491.07
07.06	TRANSPORTE DE ARENA GRUESA D>1 km	m3k	110,112.63	0.81	89,191.23	-	54,151.82	35,039.41	-	-	-	-	-	89,191.23
07.07	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE Y ESCOMBROS A DME <=1 km	m3k	3,083.01	5.05	15,569.20	-	-	-	-	-	15,569.20	-	-	15,569.20
07.08	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE Y ESCOMBROS A DME >1 km	m3k	6,465.93	1.07	6,918.55	-	-	-	-	-	6,918.55	-	-	6,918.55
07.09	TRANSPORTE DE AGUA D<=1 km	m3k	1,632.00	8.23	13,431.36	6,715.68	6,715.68	-	-	-	-	-	-	13,431.36
07.10	TRANSPORTE DE AGUA D>1 km	m3k	12,328.00	1.01	12,451.28	6,225.64	6,225.64	-	-	-	-	-	-	12,451.28
<b>08</b>	<b><u>PROTECCION AMBIENTAL</u></b>													
08.01	LIMPIEZA PERMANENTE EN OBRA	glb	8.00	478.51	3,828.08	483.16	483.16	483.16	464.57	483.16	483.16	464.57	483.14	3,828.08
08.02	RIEGO PARA MITIGAR PARTICULAS DE POLVO	m	9,701.26	0.64	6,208.81	783.64	783.64	783.64	753.50	783.64	783.64	753.50	783.61	6,208.81
	COSTO DIRECTO				2,238,078.99	60,165.84	233,239.00	373,630.80	309,241.64	323,453.85	392,060.84	342,052.58	204,234.44	2,238,078.99
	GASTOS GENERALES		12.89 %		288,488.38	7,755.38	30,064.51	48,161.01	39,861.25	41,693.20	50,536.64	44,090.58	26,325.81	288,488.38
	UTILIDAD		10 %		223,807.90	6,016.58	23,323.90	37,363.08	30,924.16	32,345.39	39,206.08	34,205.26	20,423.45	223,807.90
	SUB TOTAL				2,750,375.27	73,937.80	286,627.41	459,154.89	380,027.05	397,492.44	481,803.57	420,348.42	250,983.69	2,750,375.27
	IGV.		18 %		495,067.55	13,308.80	51,592.93	82,647.88	68,404.87	71,548.64	86,724.64	75,662.71	45,177.08	495,067.55
	<b>PRESUPUESTO TOTAL TOTAL, ACUMULADO</b>				<b>3,245,442.82</b>	<b>87,246.60</b>	<b>338,220.34</b>	<b>541,802.77</b>	<b>448,431.92</b>	<b>469,041.07</b>	<b>568,528.21</b>	<b>496,011.13</b>	<b>296,160.78</b>	<b>3,245,442.82</b>
						87,246.60	425,466.94	967,269.71	1,415,701.63	1,884,742.70	2,453,270.91	2,949,282.04	3,245,442.82	
	PORCENTAJE DE AVANCE					2.69%	10.42%	16.69%	13.82%	14.45%	17.52%	15.28%	9.13%	
	PORCENTAJE ACUMULADO					2.69%	13.11%	29.80%	43.62%	58.07%	75.59%	90.87%	100.00%	

**ANEXO CAPITULO XIV-06. CRONOGRAMA DE OBRA**

PROGRAMACION DE OBRAS - DIAGRAMA GANTT

Obra: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO PONTOL, DISTRITO DE MORROPIL, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO LAM"  
Ubicación: MORROPIL - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE



Tarea Tarea Crítica Programa Hitos Recurso

## ANEXO CAPITULO XIV-07. COSTO DE MANTENIMIENTO

**Tabla 165:** *costo de mantenimiento a precio de mercado*

Costos de mantenimiento		Costo total (S/)
<b>Sin proyecto</b>	Preventivo	0.0
	Correctivo	0.0
<b>Con proyecto</b>	Preventivo	7,000.0
	Correctivo	4,950.0
<b>Costos incrementales</b>	Preventivo	7,000.0
	Correctivo	4,950.0
<b>Total</b>		<b>11,950.0</b>

Fuente: elaboración propia

## ANEXO CAPITULO XIV-08. FLUJO DE COSTOS SOCIALES

**Tabla 166:** *Flujo de costos sociales de alternativa seleccionada.*

Año	Situación con proyecto				Situación sin proyecto	Costos de mantenimiento incrementales (A+D-E-F)	Flujo neto
	Costo de inversión (A)	Costo de mantenimiento preventivo (B)	Costo de mantenimiento correctivo (C)	Total (D)=(B+C)	Costo de mantenimiento preventivo (E)		

0	2,238,079.0		0.0	0.0	<b>2,238,079.0</b>
1	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
2	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
3	700.0	1,650.0	2,350.0	2,350.0	<b>2,350.0</b>
4	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
5	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
6	700.0	1,650.0	2,350.0	2,350.0	<b>2,350.0</b>
7	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
8	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
9	700.0	1,650.0	2,350.0	2,350.0	<b>2,350.0</b>
10	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
11	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
12	700.0	1,650.0	2,350.0	2,350.0	<b>2,350.0</b>
13	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
14	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
15	700.0	1,650.0	2,350.0	2,350.0	<b>2,350.0</b>
16	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
17	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
18	700.0	1,650.0	2,350.0	2,350.0	<b>2,350.0</b>
19	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
20	700.0		700.0	700.0	<b>700.0</b>
<b>TSD =</b>		<b>10%</b>		<b>VAC</b>	<b>2,248,126.8</b>

Fuente: elaboración propia

**Tabla 167:** *costo eficacia de alternativa seleccionada*

<b>Tipo</b>	<b>Indicador</b>	<b>Alternativa seleccionada</b>
<b>Costo / Eficacia (Vías Locales)</b>	Valor actual de los costos sociales (VACS)	S/ 2,248,126.80
	Índice de eficacia (personas)	1,700
	Ratio Costo - Eficacia (CE)	1,322.43

Fuente: elaboración propia



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**CONSTANCIA DE SIMILITUD VIRTUAL  
N° CSV\_ 2022\_038**

**EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE SISTEMA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, MANIFIESTA:**

Que, la Bachiller: **KETTY CHAVEZ VALDEZ** de la Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL, ha cumplido con presentar la SIMILITUD DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS (TURNITIN); emitido por el patrocinador: **MG. ING. ROGER ANTONIO ANAYA MORALES**, como requisito indispensable para la veracidad de la misma; según detalle:

**TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO POSITOS, DISTRITO DE MORROPE, PROVINCIA DE MORROPE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE."**  
**CON CODIGO DE PROYECTO IC-2016-102**

INDICE DE SIMILITUD: 19 % (Verificable.)

Se expide la presente y, se adjunta el formato Turnitin emitido por el Asesor para la tramitación del Título Profesional; dispuesto en la Directiva para la evaluación de originalidad de los documentos académicos, de investigación formativa y para la obtención de Grados y Títulos de la UNPRG.

Lambayeque, 04 de mayo del 2022.

Atentamente,

**DR. ING. LUIS ALBERTO DAVILA HURTADO**  
**DIRECTOR - UIFICSA**



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”.

## **CONSTANCIA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

Yo, Roger Antonio Anaya Morales, **Asesor de Tesis** de la Bach. Ketty Chavez Valdez

**DE LA TESIS TITULADA:**

ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO POSITOS,  
DISTRITO DE MORROPE, PROVINCIA DE MORROPE, DEPARTAMENTO DE  
LAMBAYEQUE.”

Luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de similitud del programa TURNITIN.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas NO CONSTITUYEN PLAGIO. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

**Se expide la presente según lo dispuesto en la Resolución N° 659-2020-R, de fecha 8 de setiembre de 2020 formativa para la obtención de Grados y Títulos de la UNPRG:**

Lambayeque, 03 de abril del 2022

ATENTAMENTE,

.....  
Mg. Ing. Roger A. Anaya Morales  
DNI. 16710275

Se Adjunta Recibo digita Turnitin y Reporte de Similitudes



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: **Ketty Chavez Valdez**  
Título del ejercicio: **TESIS K Chavez**  
Título de la entrega: **ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL CENTRO P...**  
Nombre del archivo: **TESIS-APA7\_actualizado.pdf**  
Tamaño del archivo: **2.21M**  
Total páginas: **136**  
Total de palabras: **27,789**  
Total de caracteres: **144,544**  
Fecha de entrega: **03-abr.-2022 08:28a. m. (UTC-0500)**  
Identificador de la entre... **1800156274**



---

# ESTUDIO DEFINITIVO DE LA PAVIMENTACION DEL CENTRO POBLADO POSITOS, DISTRITO DE MORROPE, PROVINCIA DE MORROPE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---



## FUENTES PRIMARIAS

---

1	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="https://repositorio.unprg.edu.pe:8080">repositorio.unprg.edu.pe:8080</a> Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
4	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

---

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'r 24', located at the bottom right of the page.

---

9	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
11	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://repositorio.ucp.edu.pe">repositorio.ucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://distancia.udh.edu.pe">distancia.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://repositorio.uprit.edu.pe">repositorio.uprit.edu.pe</a>	

