



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y  
guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia  
de Huaraz

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Moreno Chinchay, Raul Graciano ([orcid.org/0000-0003-3963-9437](https://orcid.org/0000-0003-3963-9437))

Roman Garcia Annik, Jamira ([orcid.org/0000-0003-4270-5562](https://orcid.org/0000-0003-4270-5562))

**ASESOR:**

Mg. Meza Rivas, Jorge Luis ([orcid.org/0000-0002-4258-4097](https://orcid.org/0000-0002-4258-4097))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

HUARAZ – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

A Dios Padre creador del universo y dueño de la vida, a su hijo Jesucristo por haberme dado la sabiduría, el conocimiento, el ímpetu y la voluntad de seguir adelante, a mi padre y madre por haberme dado la vida, cariño y haberme brindado los valores para servir a la sociedad, a mi esposa por haberme brindado su amor, paciencia y colaboración para poder culminar mi carrera profesional, a mis hijos por ser mi fortaleza, sacrificio y dedicación.

### **Raúl Moreno Chinchay**

Dedico con todo mi corazón a mis padres que gracias a sus esfuerzos y apoyo he logrado culminar mis estudios. Me formaron con reglas, me motivaron constantemente para poder alcanzar mis metas y propósitos.

A mis hermanos, familiares y amigos que estuvieron a mi lado dándome la confianza y optimismo, para superar situaciones adversas.

**Annik Román García**

## **Agradecimiento**

A la universidad Cesar Vallejo, a Dios padre por haberme brindado su soporte y conocimiento a lo largo de mi investigación, a mis familiares por la paciencia y fortaleza que ha servido para culminar esta investigación.

**Raúl Moreno Chinchay**

Al forjador de mi camino, a mi padre celestial, por darme la vida, siempre acompañándome en mis logros y derrotas. A la universidad quien abrió sus puertas para darme la oportunidad de ser mejor persona y poder concluir como profesional.

**Annik Román García**

## Índice de contenidos

Caratula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Bases teóricas .....	13
2.1.1. Componentes de pavimentos.....	13
2.1.2. Clasificación de pavimentos .....	15
2.1.3. Fundamento teórico del pavimento rígido. ....	19
2.1.4. Etapas de diseño .....	20
2.1.5. Problemas de diseño .....	53
III. METODOLOGÍA.....	59
3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación .....	59
3.1.1. Enfoque de la investigación: .....	59
3.1.2. Tipo de investigación .....	59
3.1.3. Diseño de investigación .....	60
3.2. Operacionalización de variables.....	60
3.2.1. Variables .....	60
3.2.2. Matriz de clasificación de variables .....	61
3.2.3. Matriz de operacionalización de variables .....	61

3.3.	Población, muestra y muestreo .....	64
3.3.1.	Población .....	64
3.3.2.	Muestra .....	64
3.3.3.	Muestreo .....	65
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ...	65
3.4.1.	Técnica de la observación.....	65
3.4.2.	Instrumento de recolección de datos .....	66
3.4.3.	Validación del instrumento de recolección de datos .....	66
3.4.4.	Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos .....	67
3.5.	Procedimiento .....	67
3.6.	Método de análisis de datos.....	69
3.6.1.	Técnica de análisis de datos .....	69
3.7.	Aspectos éticos .....	69
3.8.	Desarrollo y/o resultados.....	70
3.8.1.	Estudio topográfico .....	72
3.8.2.	Estudio de trafico .....	122
3.8.3.	Estudio suelos.....	145
3.8.4.	Diseño vial mediante la metodología AASHTO 93 .....	153
3.8.5.	Diseño Vial mediante la Guía Portland Cement Association (PCA) .	171
3.8.6.	Análisis comparativo mediante el método AASHTO 93 y la guía Portland Cement Association (PCA) .....	200
V.	DISCUSIÓN .....	202
VI.	CONCLUSIONES.....	206
VII.	RECOMENDACIONES.....	209
VIII.	REFERENCIAS .....	210
IX.	ANEXOS .....	218

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Índice de serviciabilidad por clasificación final .....	23
<b>Tabla 2:</b> Índice de serviciabilidad final .....	23
<b>Tabla 3:</b> Cantidad de reiteraciones Acumuladas de EE de 8.2Tn .....	25
<b>Tabla 4:</b> Cantidad de reiteraciones Acumuladas de EE de 8.2Tn en el carril de diseño ...	25
<b>Tabla 5:</b> Coeficiente de transferencia de carga (J) .....	26
<b>Tabla 6:</b> Valores de Resistencia del Concreto según su Rango de Tránsito Vehicular .....	27
<b>Tabla 7:</b> Capacidad de drenaje .....	30
<b>Tabla 8:</b> Coeficiente de Drenaje .....	30
<b>Tabla 9:</b> Valores sugeridos para Confiabilidad, Error estándar y Desviación estándar normal .....	31
<b>Tabla 10:</b> Valores de Confiabilidad.....	31
<b>Tabla 11:</b> Efectos de la sub – base no tratada .....	38
<b>Tabla 12:</b> Valor K para sub-base tratada con cemento .....	38
<b>Tabla 13:</b> Relación de cargas por eje para determinación Ejes Equivalentes (EE) en pavimento rígido .....	39
<b>Tabla 14:</b> Esfuerzo equivalente – sin berma de concreto (eje simple) .....	41
<b>Tabla 15:</b> Esfuerzo equivalente- sin berma de concreto (eje tándem) .....	41
<b>Tabla 16:</b> Esfuerzo equivalente- con berma de concreto (eje simple).....	42
<b>Tabla 17:</b> Esfuerzo equivalente – con berma de concreto (eje tándem).....	44
<b>Tabla 18:</b> Factor de erosión - juntas con dowels, sin berma de concreto (Eje Simple) .....	47
<b>Tabla 19:</b> Factor de erosión- juntas con dowels, sin berma de concreto (eje tándem).....	48
<b>Tabla 20:</b> Factor de erosión- juntas con dowels, con berma de concreto (eje simple) .....	50
<b>Tabla 21:</b> Factor de erosión- juntas con dowels, con berma de concreto (eje tamdem) ...	51
<b>Tabla 22:</b> Matriz de clasificación de variables.....	61
<b>Tabla 23:</b> Matriz de operacionalización de variables .....	62
<b>Tabla 24:</b> Tolerancias para Trabajos de Levantamientos Topográficos, Replanteos y Estacado en Construcción de Carreteras .....	72
<b>Tabla 25:</b> Parámetros para la poligonal .....	73
<b>Tabla 26:</b> Resumen de la Poligonal abierta (BM's) y Poligonal de Apoyo Nivelados .....	75
<b>Tabla 27:</b> Puntos para la planimetría del levantamiento topográfico .....	76
<b>Tabla 28:</b> Estación I.E. La Libertad, Jueves: 14-07-2022.....	124
<b>Tabla 29:</b> Estación Fac. Ciencias Médicas, Jueves 14-07-2022.....	125

<b>Tabla 30:</b> Estación La Libertad, Día Viernes: 15-07-2022 .....	126
<b>Tabla 31:</b> Estación Fac. Ciencias Médicas, Viernes 15-07-2022.....	127
<b>Tabla 32:</b> Estación La Libertad, Día Sábado: 16-07-2022 .....	128
<b>Tabla 33:</b> Estación Fac. Ciencias Médicas, Sábado 16-07-2022 .....	129
<b>Tabla 34:</b> Estación La Libertad, Día Domingo: 17-07-2022.....	130
<b>Tabla 35:</b> Estación Fac. Ciencias Médicas, Domingo 17-07-2022 .....	131
<b>Tabla 36:</b> Estación La Libertad, Día Lunes: 18-07-2022 .....	132
<b>Tabla 37:</b> Estación Fac. Ciencias Médicas, Lunes 18-07-2022 .....	133
<b>Tabla 38:</b> Estación La Libertad, Día Martes: 19-07-2022.....	134
<b>Tabla 39:</b> Estación Fac. Ciencias Médicas, Martes 19-07-2022.....	135
<b>Tabla 40:</b> Estación La Libertad, Día Miércoles: 20-07-2022.....	136
<b>Tabla 41:</b> Estación Fac. Ciencias Médicas, Miércoles 20-07-2022 .....	137
<b>Tabla 42:</b> Resumen del volumen vehicular del conteo de vehículos por tipo en la semana .....	139
<b>Tabla 43:</b> Calculo del Índice Medio Semanal (IMD's) .....	142
<b>Tabla 44:</b> Cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMD <sub>a</sub> ) .....	143
<b>Tabla 45:</b> Calculo de la proyección del tránsito al año .....	145
<b>Tabla 46:</b> Limite de consistencia y/o Limite de Atterberg.....	149
<b>Tabla 47:</b> Periodo de Diseño y/o Periodo de Análisis.....	154
<b>Tabla 48:</b> Tabla de Índice de Servicio por Calificación.....	155
<b>Tabla 49:</b> Índice de serviciabilidad inicial (Po).....	155
<b>Tabla 50:</b> Índice de serviciabilidad final (Pt).....	156
<b>Tabla 51:</b> Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño.....	157
<b>Tabla 52:</b> Factor de Distribución por Carril.....	157
<b>Tabla 53:</b> Código de eje cargado.....	158
<b>Tabla 54:</b> Parámetros requeridos para el calculo de los Ejes Equivalentes.....	158
<b>Tabla 55:</b> Calculo del ESAL para Pavimento Rígido (Método AASHTO 93).....	159
<b>Tabla 56:</b> Valores del Nivel de Confiabilidad (%R) .....	160
<b>Tabla 57:</b> Cuadro de Desviación Estándar Normal.....	161
<b>Tabla 58:</b> Valor de desviación estándar total (S <sub>o</sub> ) .....	162
<b>Tabla 59:</b> Coeficiente de drenaje (Cd).....	166
<b>Tabla 60:</b> Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación .....	166

<b>Tabla 61:</b> Cálculo del Coeficiente de Transmisión de Carga (J).....	167
<b>Tabla 62:</b> Parámetros para el cálculo del diseño. ....	168
<b>Tabla 63:</b> Composición de la proyección del tránsito para el método PCA.....	172
<b>Tabla 64:</b> CBR de las calicatas obtenidas en campo .....	174
<b>Tabla 65:</b> Incremento en el valor de k del suelo, según el espesor de una base granular .....	175
<b>Tabla 66:</b> Valor de (Kc) de la subbase.....	176
<b>Tabla 67:</b> Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos .....	177
<b>Tabla 68:</b> Cálculo del factor de índice medio diario anual del total de vehículos .....	178
<b>Tabla 69:</b> Factor de crecimiento acumulado (Fca) para el cálculo de numero de repeticiones de EE .....	181
<b>Tabla 70:</b> Calculo de ejes equivalente (ESALs) de Ejes Simples .....	183
<b>Tabla 71:</b> Calculo de ejes equivalente (ESALs) de Ejes Tándem.....	183
<b>Tabla 72:</b> Calculo de ejes equivalente (ESALs) de Ejes Trídem.....	183
<b>Tabla 73:</b> Factores de seguridad del diseño PCA.....	184
<b>Tabla 74:</b> Parámetros de diseño para el cálculo del espesor del pavimento por el método PCA.....	185
<b>Tabla 75:</b> Interpolación para el cálculo del esfuerzo equivalente .....	186
<b>Tabla 76:</b> Esfuerzo Equivalente para Pavimentos Sin Apoyo Lateral para Eje Sencillo / Eje Tándem / Eje Trídem.....	187
<b>Tabla 77:</b> Interpolación para el cálculo del factor de erosión .....	188
<b>Tabla 78:</b> Factores de Erosión, para Pavimentos con pasa juntas y Sin Apoyo Lateral - Eje Sencillo / Eje Tándem / Eje Trídem.....	190
<b>Tabla 79:</b> Calculo de análisis por fatiga y análisis por erosión.....	191



## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura N° 1:</b> Sección típica de pavimento rígido .....	14
<b>Figura N° 2:</b> Estructura de pavimento flexible .....	16
<b>Figura N° 3:</b> Estructura de pavimento Semirrígido .....	16
<b>Figura N° 4:</b> Estructura de pavimento rígido.....	18
<b>Figura N° 5:</b> Elementos estructurales de un pavimento de adoquines .....	18
<b>Figura N° 6:</b> Índice de serviciabilidad versus ESALS .....	24
<b>Figura N° 7:</b> Monograma para determinar el módulo de reacción compuesto.....	29
<b>Figura N° 8:</b> Nomograma de diseño AASHTO 93, para pavimento. ....	34
<b>Figura N° 9:</b> Analisis por fatiga numero de repeticiones de carga basado en el factor de relacion de esfuerzo ( con y sin berma) .....	45
<b>Figura N° 10:</b> Análisis por erosión, numero tolerable de repeticiones de carga (sin berma de hormigón).....	49
<b>Figura N° 11:</b> Análisis por erosión, numero tolerable de repeticiones de carga (con berma de hormigón).....	52
<b>Figura N° 12:</b> Correlacional CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante.....	54
<b>Figura N° 13:</b> Procedimiento de la Investigación .....	68
<b>Figura N° 14:</b> Mapa Provincial .....	71
<b>Figura N° 15:</b> Ubicación Mapa Distrital .....	71
<b>Figura N° 16:</b> Topografía en planta de la Av. Gamarra (Primer tramo) .....	73
<b>Figura N° 17:</b> Topografía en planta de la Av. Gamarra (Segundo tramo).....	74
<b>Figura N° 18:</b> Estación La Libertad, Día Jueves: 14-07-2022 .....	125
<b>Figura N° 19:</b> Estación Facultad Ciencias Médicas, Jueves 14-07-2022.....	126
<b>Figura N° 20:</b> Estación La Libertad, Día Viernes: 15-07-2022 .....	127
<b>Figura N° 21:</b> Estación Facultad Ciencias Médicas, Viernes 15-07-2022 .....	128
<b>Figura N° 22:</b> Estación La Libertad, Día Sábado: 16-07-2022.....	129
<b>Figura N° 23:</b> Estación Facultad Ciencias Médicas, Sábado 16-07-2022.....	130
<b>Figura N° 24:</b> Estación La Libertad, Día Domingo: 17-07-2022.....	131
<b>Figura N° 25:</b> Estación Facultad Ciencias Médicas, Domingo 17-07-2022.....	132
<b>Figura N° 26:</b> Estación La Libertad, Día Lunes: 18-07-2022.....	133
<b>Figura N° 27:</b> Estación Facultad Ciencias Médicas, Lunes 18-07-2022.....	134
<b>Figura N° 28:</b> Estación La Libertad, Día Martes: 19-07-2022 .....	135
<b>Figura N° 29:</b> Estación Facultad Ciencias Médicas, Martes 19-07-2022 .....	136

<b>Figura N° 30:</b> Estación La Libertad, Día Miércoles: 20-07-2022.....	137
<b>Figura N° 31:</b> Estación Facultad Ciencias Médicas, Miercoles 20-07-2022.....	138
<b>Figura N° 32:</b> Resumen de Conteo de Vehículos por Tipo .....	140
<b>Figura N° 33:</b> Distribución porcentual de vehículos por tipo en la semana .....	140
<b>Figura N° 34:</b> Volumen vehicular aplicado al Índice Medio Semanal (IMD's).....	142
<b>Figura N° 35:</b> Resumen de clasificación porcentual de material de cada calicata.....	147
<b>Figura N° 36:</b> Comparación de la Humedad Natural del suelo y la Humedad Óptima ....	148
<b>Figura N° 37:</b> Calculo de la variación de los límites de consistencia en la plasticidad....	150
<b>Figura N° 38:</b> Peso específico relativo de solidos.....	151
<b>Figura N° 39:</b> Comparativo del Proctor Modificado (Humedad Optima).....	152
<b>Figura N° 40:</b> Variación de la capacidad de soporte al 95% y 100% de la máxima densidad seca (MDS) .....	153
<b>Figura N° 41:</b> Monograma para la determinación del módulo de reacción de la subrasante.....	164
<b>Figura N° 42:</b> Espesor del pavimento calculado por el monograma de AASHTO .....	170
<b>Figura N° 43:</b> Estructura del pavimento rígido calculado por la metodología AASHTO ..	171
<b>Figura N° 44:</b> Factor de distribución de carril por número de direcciones.....	173
<b>Figura N° 45:</b> Relaciones aproximadas entre las clasificaciones de suelos y los valores del CBR.....	175
<b>Figura N° 46:</b> Análisis de fatiga (Repeticiones permisibles basadas en el factor de relación de esfuerzo, con o sin apoyo lateral para eje simple.....	193
<b>Figura N° 47:</b> Análisis de fatiga (Repeticiones permisibles basadas en el factor de relación de esfuerzo, con o sin apoyo lateral para eje tándem.....	194
<b>Figura N° 48:</b> Análisis de fatiga (Repeticiones permisibles basadas en el factor de relación de esfuerzo, con o sin apoyo lateral para eje trídem.....	195
<b>Figura N° 49:</b> Análisis de Erosión. (Repeticiones permisibles basadas en el factor de erosión, sin apoyo lateral) eje simple .....	196
<b>Figura N° 50.</b> Análisis de Erosión. (Repeticiones permisibles basadas en el factor de erosión, sin apoyo lateral) eje tándem.....	197
<b>Figura N° 51:</b> Análisis de Erosión. (Repeticiones permisibles basadas en el factor de erosión, sin apoyo lateral) eje trídem.....	198
<b>Figura N° 52:</b> Estructura del pavimento rígido calculado por la metodología PCA .....	199
<b>Figura N° 53:</b> Comparación del espesor de pavimento .....	205

## Resumen

El proyecto de investigación titulado “Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz”, de desarrolla con el fin de plasmar un diseño de pavimento con un espesor óptimo y así contribuir con la población ya que existe mala calidad en la construcción de sus calles, y esto afecta directamente a la transitabilidad vehicular.

Para la investigación se visualizó que cumplan con las características de periodo de vida útil y pueda responder a las exigencias como a los datos climáticos, características del material de base, el tráfico, las cargas por eje, los factores por erosión, cargas equivalentes, haciendo un comparativo por dos métodos que es el AASHTO 93 y el PCA 84 y con ello hallar el espesor óptimo, aplicando las normas de pavimentos urbanos CE.10 y manual de Carreteras del MTC y demás normas.

Así mismo se evalúa utilizando para la investigación métodos cuantitativos no experimentales, aplicando el método teórico – descriptivo; con escala comparativa, teniendo como muestra la vía de la Av. Gamarra en longitud de 1679.17 ml estructurado en 16 cuadras, que comprende desde la Av. Antonio Raymondi hasta el Jr. Sucre y desde el Jr. 28 de Julio hasta la Av. Villón, del distrito y provincia de Huaraz, utilizando como instrumento los métodos AASHTO 93 y el PCA (Portland, Cement Association - PCA, 1984), teniendo como resultado por el método AASHTO 93 obteniendo un espesor de  $D = 25.00$  cm y por la metodología PCA 84 se obtiene un espesor de  $D = 26.67$  cm, finalmente al realizar la evaluación el espesor más óptimo es por el método PCA 84, ya que contempla varios análisis para su cálculo.

**Palabras clave:** Pavimento rígido, transitabilidad vehicular, estudio de tráfico.

## Abstract

The research project entitled "Comparative analysis of rigid pavement using AASHTO 93 and the Portland Cement Association guide on Av. Gamarra, District and Province of Huaraz", is developed in order to capture a pavement design with an optimal thickness and thus contribute to the population since there is poor quality in the construction of its streets, and this directly affects vehicular trafficability.

For the investigation, it was visualized that they comply with the characteristics of the useful life period and can respond to the requirements such as climatic data, characteristics of the base material, traffic, loads per axle, erosion factors, equivalent loads, making a comparison by two methods that is the AASHTO 93 and the PCA 84 and with it to find the optimum thickness, applying the norms of urban pavements CE.10 and manual of Roads of the MTC and other norms.

Likewise, it is evaluated using non-experimental quantitative methods for research, applying the theoretical - descriptive method; with a comparative scale, having as a sample the road of Av. Gamarra in length of 1679.17 ml structured in 16 blocks, which includes from Av. Antonio Raymondi to Jr. Sucre and from Jr. 28 de Julio to Av. Villón , from the district and province of Huaraz, using the AASHTO 93 and PCA methods (Portland, Cement Association - PCA, 1984) as an instrument, resulting in a thickness of  $D = 25.00$  cm by the AASHTO 93 method and by the PCA methodology 84, a thickness of  $D = 26.67$  cm is obtained, finally, when carrying out the evaluation, the most optimal thickness is by the PCA 84 method, since it contemplates several analyzes for its calculation.

**Keywords:** Rigid pavement, vehicler trafficability, traffic study.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional las vías de tránsito vehicular son considerados como construcciones públicas que expresan el desarrollo económico de los países, constituyéndose como vías y/o arterias embelleciendo a las ciudades de un determinado país (Rajib, Mallick y Tahar, 2019, p. 121). En los países del mundo las vías de comunicación son importantes ya que transitan unidades vehiculares de gran y menor escala, la cual generan desarrollo económico, son construidos con tecnologías y metodologías de ingeniería y construcción que garanticen condiciones óptimas de tránsito y durabilidad, así como costos socialmente aceptables (Reyes y Rondón, 2015, p. 54; Huang, 2014, p. 86).

En Latinoamérica existe un problema en cuanto a infraestructuras viales de comunicación y conlleva una serie de desventajas, un país menos desarrollado y mayor costo en desplazarse de una zona a otra. Cuando una vía de comunicación no es la correcta para la población y pueda transitar con o sin unidades vehiculares, esta realidad no va a permitir que la población pueda satisfacer sus insuficiencias de transporte, probablemente los ciudadanos enfrenten un entorno de mejor economía y así reducir las estadísticas de pobreza (Milind & Kadam, 2016, p. 145).

En esta investigación se usó dos métodos para la construcción de pavimentos a nivel mundial, las cuales son el ASHHTO y PCA, estos han demostrado eficiencia y eficacia al momento de establecer la optimización de recursos en el diseño de una mezcla de pavimento, no obstante, estos pueden variar debido a diversos factores, tales como tipo de suelo, clima, etc. (Pacasmayo, 2020; Shaban et al, 2019). La calidad en la optimización para el diseño de pavimento es el cálculo del espesor de pavimento, es en este procesamiento de datos es donde se aplican las dos metodologías con la finalidad de garantizar la durabilidad del proyecto, así como sus costos (Yang, 2002).

A nivel nacional, la institución gubernamental encargada de la construcción, mantenimiento y administración de la red vial nacional es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (M.T.C.), dicha entidad es la encargada de financiar los proyectos en construcción y mantenimiento de vías, utiliza diversos recursos y tecnologías que contribuyen en una mejor calidad estructural de las vías, condición que es considerada para garantizar la calidad y transitabilidad (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018).

La construcción de una vía con pavimento rígido beneficia a toda una comunidad, facilitando la transitabilidad de las personas y vehículos quienes pueden desplazarse más cómodamente, mejorando la capa de rodadura y evitando lodo y barro a causa de las lluvias. Además, mejora la calidad y contribuye a que el desplazamiento sea más rápido hacia los puntos de destino que los usuarios tienen planificado llegar, la importancia de la una vía pavimentada contribuye a la salud de los beneficiarios, permite hacer más ejercicio y evitar todo tipo de contaminación (Reglamento Nacional de edificaciones, 2015, p. 285; Londoño, 2005).

Los beneficios de una vía construida con pavimento benefician a la población, así como también a los visitantes que recorren una ciudad con calles pavimentadas. Es muy importante apreciar que la pavimentación de una calle o avenida implica altos presupuestos que generalmente muchas instituciones gubernamentales no pueden cubrir, por esta razón es muy importante garantizar los recursos a través de un buen diseño, así como también la optimización de los costos (Montejo, 2010). A nivel internacional existen varias metodologías y diseños que contribuyen al diseño de pavimentos, existen softwares de cálculo y simulación que puedan adaptarse a un determinado clima con propiedades y características propias de diseño, razón a ello se requiere determinar la dificultad de las propiedades de los materiales a utilizar (Domelly, 2015).

La ciudad de Huaraz, ha crecido en su extensión urbana y rural, razón a ello se requiere de su mejoramiento de sus vías y así embellecer tanto arquitectónica como urbanística en sus calles, y mejorar el ordenamiento de

sus vías principales, secundarias, troncales para el desarrollo económico y social de la población, además de ello facilite a la sociedad en el transporte público y privado, el transporte de carga pesada, transporte de carga liviana, etc., mediante un diagnóstico de campo de la Av. Gamarra como una de las vías principales desde la Av. Raymondi hasta el Jr. Sucre y desde el Jr. 28 de Julio hasta la Av. Villón, en ambos carriles, verificando el estado actual de su periodo de vida útil con fallas en la capa de rodadura, fisuras y desgaste a causa las sobrecargas por incremento de transitabilidad y factores climatológicos como precipitaciones con fuertes lluvias. La investigación está basada en la realización de análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y PCA en la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz.

Desde la antigüedad la humanidad ha buscado la forma de construir vías de comunicación, más factibles y duraderas que puedan satisfacer las necesidades como la interconexión ya sea internacional, nacional y local teniendo así un mejor nivel de servicio de comunicación, acceso a empleos, mercados más económicos y un índice positivo en la salud de la población; por tal motivo es importante el poder construir vías con eficacia con la finalidad de alargar su vida útil.

Por lo indicado, es de vital importancia la construcción de la vía, el cual su objetivo es determinar el diseño y análisis de la estructura del pavimento rígido donde la norma CE 0.10 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018) menciona que para el diseño de pavimentos se puede utilizar cualquier método de diseño estructural, tales como la metodología del Instituto del Asfalto, de la AASHTO 93 y de la Portland Cement Association (PCA), realizando un análisis comparativo de resultados para poder llegar al adecuado tránsito a nivel vehicular y peatonal en las escenarios de transitabilidad peatonal y vehicular de la Av. Agustín Gamarra entre la Av. Antonio Raimondi y la Av. Pedro Villón.

En este trabajo de investigación estamos planteando ¿Cuál es el análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland

Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz, que proporcione el espesor óptimo?

Esta investigación se justifica porque los estudios y resultados realizados servirán como una fuente de información para futuros estudios de investigación y así hacer un comparativos en la cual genere un menor costo para diseños y análisis de pavimentos rígidos.

Con la investigación teórica se desea saber cuál será el impacto económico que genera el menor costo al calcular el espesor del pavimento en Diseño y Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz.

La metodología de investigación con el que se desarrolla, se plasma al método descriptivo, análisis comparativo y revisiones de diseños a través de bibliográficas para la recopilación de información y obtención de resultados.

En el sentido para la investigación desde el punto de vista económico contempla el análisis comparativo de pavimento rígido mediante ASHHTO 93 y guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz van contribuir en que lo futuros proyectos en donde se utilice los pavimentos rígidos las empresas puedan optimizar las dosificaciones de concreto y de esta manera reducir los costos en materiales debido a que van a utilizar un menor espesor.

Se plantea como justificación desde la perspectiva ambiental que, al reducir el espesor de la capa de concreto, se van a utilizar menores recursos de agregados finos y gruesos, menor cantidad de cemento, lo cual influye en menor uso de transporte de carga de estos tipos de materiales, además contribuye con una durabilidad de 20 años como mínimo.

Como hipótesis se plantea el análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz nos indicará el espesor óptimo.



Como objetivo general para esta investigación hemos plasmado “realizar el Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland Cement Association (PCA) en la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz, que nos indique el espesor óptimo”; como objetivos específicos se plasmaron: Efectuar el estudio topográfico en la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz, elaborar el estudio de suelos en la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz, realizar el diseño vial de la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz, mediante las metodologías AASHTO 93, realizar el diseño vial de la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz, mediante la guía Portland Cement Association (PCA), realizar el análisis comparativo de pavimento rígido mediante el método AASHTO 93 y la guía Portland Cement Association (PCA) en la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz que nos indique el espesor óptimo.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales tenemos ***“Diseño de la Estructura de Pavimento Rígido por Medio del Método PCA y el Método AASHTO de la Vía Ubicada en la Calle 5 entre la Carrera 11 y la Carrera 5, del Barrio Pescaíto de la Ciudad de Santa Marta – Magdalena para Análisis y Selección del Diseño Adecuado”***, Saltaren (2020, p. 64), en su investigación, desarrolla como objetivo comparar los resultados del diseño de pavimento rígido para la calle 5 entre la Carrera 11 y la Carrera 5 de la ciudad de Santa Marta, Magdalena (Colombia) por los Métodos AASHTO y PCA, además de ello determinar los espesores mínimos resultantes para cada uno de los métodos a comparar de acuerdo al comportamiento esperado y seleccionar el diseño adecuado, En la presente investigación tuvo como resultado la comparación del diseño de pavimento rígido por dos métodos que es el AASHTO y PCA y determinar los espesores mínimo y seleccionar el diseño adecuado, donde la metodología del AASHTO proporciona mejores resultados volúmenes altos, llegando a concluir que mediante la metodología AASHTO se obtuvo un espesor de losa menor que con la metodología PCA, además con bajos volúmenes de tránsito o períodos de diseño cortos con la metodología AASHTO se corta siempre el rango de valores límite de cada nomograma, afectando la precisión del valor calculado, y para pavimentos con bajos volúmenes es preferible la metodología PCA.. **Con este aporte de investigación se ha podido conocer que comparativamente la metodología ASHHTO fue mejor que PCA para altos flujos de tránsito y lo contrario sucedió para bajos flujos de tránsito.**

***“Evaluación de la Variabilidad de los Costos de un Pavimento Rígido Mediante el Análisis de Presupuestos de Obra - Caso de Estudio: Proyecto “Vías Por La Paz”, Barriga y Navarro (2018)***, en su investigación, ha realizado la comparación de la Metodología AASHTO y PCA.”, se trazó como objetivo realizar el diseño el Pavimento Rígido VÍAS POR LA PAZ por medio de tramos homogéneos con los Métodos PCA y ASSHTO, evaluó la variabilidad de costos mediante el análisis de presupuesto de obra, además plantea realizar los ensayos de laboratorio de suelos, evaluar los diseños de resistencia de la subrasante, evaluar los tipos de vehículos, frecuencias, espectros de cargas, llegando a concluir los factores que

influyen mayormente en un diseño de la estructura o espesor de mayor cantidad y la variabilidad de la parte económica, también indica que el método PCA fue muy conservador, tiene limitación con respecto a variables debido que no las tiene en cuenta, las cuales son importantes, como drenaje y serviciabilidad, además se tuvo en cuenta el tránsito de volumen alto predominando el criterio de fatiga en esta metodología del PCA, a diferencia del método AASHTO que es más conservador, reduciendo los errores dentro de sus diseños, variables tales como serviciabilidad, drenaje, tránsito entre otros. **En la investigación de Barriga y Navarro nos dan como aporte dos tipos de metodologías AASHTO y PCA planteando diseñar el pavimento rígido de dicha vía, para evaluar el análisis de presupuesto de obra con la fase de la variabilidad económica, donde el método del PCA fue más favorable en cuanto volumen alto de tránsito mientras que el AASHTO es más conservador respecto a la serviciabilidad, drenaje y tránsito respectivamente.**

***“Comparación de las metodologías AASHTO y PCA para el diseño de pavimento rígido”, Gonzales y Venegas (2016 – Cartagena)***, con su estudio de investigación, se planteó como objetivo buscar las variables que garanticen la estabilidad de los pavimentos mediante el análisis matemático como la metodología PCA y la otra desarrolla de manera experimental como la metodología AASHTO, llegando a concretizar las variables de diseño mediante estos dos métodos para materializar las variables de diseño, el diseño utilizado tiene mayor o menor impacto en el desarrollo de un buen diseño de pavimento hidráulico, y el diseño propuesto por la metodología AASHTO sugiere una estructura más gruesa que la del PCA. AASHTO en cambio tiene variables más sensibles relacionadas con el diseño de estructuras de pavimento. Por otro lado, para AASHTO, la metodología PCA no se basa en la pérdida de capacidad portante de la losa, sino en criterios de erosión por problemas de bombeo, debido a las diferencias de diseño, el ensamblaje de la subrasante; el módulo de reacción de la subbase tiene una penalización aún mayor para AASHTO. **En esta investigación nos aporta que se comparó a la metodología PCA como metodología matemática y AASHTO como metodología experimental, donde concluyeron que la metodología AASHTO planteó espesores mayores debido a que utilizó variables sensibles, en**

cuanto al PCA no contempló pérdida de soporte de losa. Estos resultados servirán para el planteamiento metodológico de la presente investigación.

***“Diseño Estructural de Pavimento Rígido de las Vías Urbanas en el Municipio del Espinal – Departamento del Tolima”, Ospina (2018 – Ibagué)***, en su investigación, planteó como objetivo elaborar el diseño de algunas vías urbanas del barrio Santa Margarita María del Municipio Espinal, realizando los estudios geotécnicos y de tránsito, estudios de vía, diseños de estructura de pavimento y las obras de drenaje y determinar las dimensiones específicas y parámetros técnicos de la estructura del pavimento, llegando a concluir que se elaboró dos diseños de pavimento para el concreto hidráulico, para ello aplicó el método PCA y otro con el método del Instituto Nacional de Vías INVIAS, obteniendo como resultado que el método PCA fue ideal para la realización del diseño teniendo en cuenta los tipos de vehículo. **En esta investigación antecedente se comparó a la metodología PCA con la de INVIAS, donde el autor concluyó que la metodología PCA presentó mejores dimensiones específicas y parámetros técnicos de la estructura del pavimento. Para la presente investigación se va a tomar en cuenta a PCA con fines de planeamiento metodológico.**

***“Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido para uso en ruta cantonal de El Guarco”, Hurtado (2016)***, en la tesis realizada en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, se planteó como objetivo general realizar la comparación del pavimento flexible con el pavimento rígido con relación a su funcionalidad, economía, y la durabilidad; a través del diseño de la estructura de pavimento y con la aplicación de un modelo de costos y desempeño. Concluyó que en el primer elemento de pavimento flexible se logró un espesor de carpeta asfáltica de 10cm, 30 cm de base granular, en el segundo 5cm, y 25cm, y en el tercero 40cm, y 30cm. Con relación a análisis mecánico y encontró que en todos los casos falla por fatiga de la carpeta asfáltica; siendo en el elemento tercero donde se presentó mayor susceptibilidad a la falla. Los diseños en los tres elementos de pavimento rígido mostraron un ancho de losa de 3,00m; un ancho de losa de 3,80m. En concordancia con las curvas de deterioro el pavimento flexible del elemento tercero presentó menor deterioro respecto a sus homólogos flexibles. Se concluye por lo tanto que el tercer elemento fue la que presentó menor Índice de Regularidad. **En**

**esta investigación antecedente nos aporta que se va a tomar como referencia el método comparativo utilizado, así como también la metodología aplicada en los cálculos del espesor de la carpeta asfáltica del pavimento rígido.**

Como antecedente nacional tenemos ***“Análisis comparativo técnico – económico entre pavimento flexible y rígido por los métodos instituto de asfalto y AASHTO-93, en Jr. Abraham Valdelomar, urbanización Tambopata, distrito Juliaca, provincia San Román – Puno”, Canahuiri (2021)***, en la tesis de grado, realizada en la Universidad Peruana Unión. Juliaca, Puno, Perú; se planteó como objetivo general realizar el análisis comparativo técnico y económico factible entre los métodos AASHTO 93 e Instituto de Asfalto de asfalto rígido. Concluyó que la metodología del instituto de asfalto obtuvo espesores menores para el mismo caso de tráfico que el método AASHTO-93, que el mantenimiento fue de vital importancia, así como el diseño de estructuras de drenaje la cual va a ayudar en el cumplimiento del periodo de vida útil. Que la mejor opción lo presentó el método instituto de asfalto con mejor rentabilidad y costo de S/. 831,885.74. Que el Pavimento rígido es mayor a flexible, a precio privado C/E S/. 845,792.22. a precio social el pavimento flexible S/. 705,517.89 y en rígido S/. 717,296.44. Que la alternativa más rentable lo presentó la metodología del Instituto de Asfalto. **En esta investigación antecedente se comparó a la metodología ASHHTO 93 con el método el Instituto del Asfalto; se encontró que esta última metodología presentó menores espesores de asfalto propiciando el uso de menores cantidades de materiales mejorando los costos. Para la presente investigación se va a tomar en cuenta a ambas metodologías en los aspectos teóricos metodológicos.**

***“Análisis comparativo del diseño de espesor de la capa de rodadura de pavimentos rígidos según las metodologías AASHTO 93 y PCA 84”, Solano, Espinoza y Mogollón (2021)***, en la tesis de grado denominada realizada en la Pontificia Universidad Católica del Perú; se trazó como objetivo general analizar comparativamente el diseño teórico de pavimentos rígidos en función a las metodologías AASHTO 93 y PCA 84. Concluyó que los espesores obtenidos según la metodología PCA 84 fueron menores que logrado en el método AASHTO 93, por lo tanto, se concluyó que el método AASHTO 93 fue mucho más conservador que

PCA 84. Que con el uso del método PCA 84 se obtuvieron espesores de carpeta de rodadura más baratos que AASHTO 93, esto se explica por la reducción en el material. Debido a que no se realizaron estudios de tráfico, se trabajó con  $S_o=0.35$ . Que ambos métodos de diseño cumplieron con el espesor de la capa de rodadura para pavimento rígido requerido de más de 150 mm de acuerdo a la Norma E.050 de Suelos y cimentaciones. **La comparación realizada entre la metodología AASHTO 93 con el método PCA 84; se encontró que PCA 84 presentó menores espesores de asfalto, por lo tanto, logró reducir los costos manteniendo la calidad del asfalto. Para la presente investigación se va a tomar en cuenta a ambas metodologías en los aspectos teóricos metodológicos, así como en el método comparativo.**

***“Evaluación, comparación y diseño de pavimento rígido convencional y con la adición de fibra de acero mediante la guía de la AASHTO 93 y la guía de la Portland Cement Association (PCA) aplicado a la av. La florida y pasajes aledaños, en el distrito de San Jerónimo – Cusco”, Acuña y Acuña (2019)***, en la tesis de grado, se planteó como objetivo general realizar la comparación entre el diseño de pavimento rígido convencional y el pavimento rígido con fibras de acero añadidas. Los espesores obtenidos con varios métodos AASHTO 93 y PCA muestran que los espesores de pavimento con fibras de acero son menores que sin fibras, con un valor mínimo de 15 cm con fibras de acero y menor que los pavimentos convencionales, concluyéndose que es de 20 cm para pavimento convencional con espesor óptimo llegando a un costo de S/.670,894.26, el costo fue de S/. 770.178.04 para pavimento con fibra de acero analizado por la AASHTO y fue un presupuesto de S/ 898,478,26, para pavimento de 17.5cm de espesor según la guía PCA. Que se encontró una diferencia con el Pavimento Rígido Convencional, éste último no cumplió con los requerimientos de un pavimento rígido utilizando el criterio del módulo de rotura; asimismo se apreció una mínima diferencia respecto a costos: S/. 711,440.94 (pavimento rígido para la adición 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero) y de S/. 670,894.26 (pavimento rígido convencional), se encontró que fue más conveniente el pavimento rígido convencional. Que el comparativo en la relación ambas metodologías, PCA presentó mejores resultados para ambos estudios. **En esta investigación antecedente se comparó a la**

metodología ASHHTO 93 con el método PCA; se encontró que la última metodología PCA presentó mejores resultados en el estudio de los dos modelos de asfalto. Para la presente investigación se va a tomar en cuenta a ambas metodologías en los procedimientos de comparación y cálculo de los indicadores del asfalto rígido.

***“Análisis comparativo de estructuras de pavimento rígido mediante métodos de diseño AASHTO y PCA aplicado en una vía pública, Cajamarca – 2019”***, Minchán (2019), en la tesis de grado realizada en la Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú; se planteó como objetivo general realizar un análisis comparativo de estructuras de pavimento rígido mediante las metodologías AASHTO Y PCA en el espacio de estudio indicado. Concluyó que el método AASHTO presentó menor espesor de pavimento y costo de construcción, mientras que el diseño PCA presentó mejores condiciones por lo que no es conveniente escoger la metodología AASHTO. Que en el diseño por PCA se encontró un espesor de losa de 23 cm y en AASHTO un espesor de 19 cm. Que mediante el análisis de costos de los pavimentos se encontró que la metodología PCA un costo de S/ 164,174.17 y S/ 137,680.90 para AASHTO, la diferencia fue de S/ 26,493.27 soles, por lo tanto, se concluyó la mejor alternativa fue la metodología AASHTO. **La comparación realizada ente la metodología ASHHTO con el método PCA; se encontró que ASHHTO presentó menores espesores y menores costos de asfalto. Dado que ambas metodologías difieren en sus resultados en diversos casos de estudio, estas condiciones se van a tomar en cuenta para los aspectos teóricos metodológicos y comparativo en la presente investigación.**

***“Análisis del Diseño Estructural del Pavimento Rígido Comparado los Métodos de AASHTO 93 y del PCA, para el Confort del Jirón Malecón Alomia Robles desde la Cuadra 1 al 10 – Huánuco – 2017”***, Suarez (2018 – Huánuco), en su investigación titulado, desarrolla como objetivo determinar el diseño apropiado de la estructura del pavimento rígido, para mejorar el confort del jirón Malecón Alomia Robles desde la cuadra 1 al 10, además determinar la estructura de pavimento rígido aplicado el método PCI y con los métodos AASHTO 93 y PCA, obteniendo como resultado de las 10 cuadras la sección de 7.00m, y por el método AASHTO 93 el espesor de la subrasante base granular es 20cm y el espesor de la

losa es de 23cm, mientras que con el método PCA del K combinado de la subrasante con la Sub Base es de 375 pci por carga por eje, llegando a concluir que por ambas metodologías el método PCA tiene menores espesores en comparación con el método AASHTO, el cual indica que es el más económico y la más viable, la cual influye en menor costos por el método PCA. **La comparación realizada entre la metodología AASHTO con el método PCA; se encontró que la metodología PCA logró mejores resultados en cuanto a espesor del diseño de asfalto y los costos. Esta investigación antecedente servirá como referencia de estudio, ya que sus resultados y métodos van a ser discutidos en la presente investigación.**

Como antecedente local se tiene ***“Análisis Comparativo entre Pavimento Rígido y Flexible en la Vía Urbanización el Pinar - Centro Poblado de Mariam, Independencia, Huaraz – 2018”***, Azaña (2018), en la tesis de grado, realizada en la Universidad César Vallejo, Huaraz Perú; se planteó como objetivo general analizar la alternativa de pavimentación con pavimento flexible o pavimento rígido, en el espacio en estudio. Concluyó que los estudios de suelos en concordancia a los procesos indicados en el Manual de ensayo de materiales, y con el cumplimiento de las especificaciones establecidos en las normativas del MTC se encontraron que la zona de estudio presentó suelo categoría A-4 de acuerdo con AASHTO. Que el suelo fue calificado como de regular a malo de acuerdo a SUCS, esto lo describe como un suelo de clase CL, esto significa suelo arcilloso de material inorgánico. Que de acuerdo con el Proctor modificado se encontró humedad óptima de 9.7, estuvo por encima de la humedad natural. Que con el ensayo del CBR se obtuvo 9 lo cual indicó que se encontró dentro de los límites accesibles para ser usado como subbase, es decir, suelo regular. Que de acuerdo con el MTC y AASHTO 93, se calculó que la carpeta asfáltica necesaria es de 6 cm con base de 10 cm y sub base 20 cm. Que teniendo en cuenta criterios del MTC y AASHTO 93, se calculó que la carpeta de rodadura necesaria fue de 15 cm y la sub base de 15 cm. **Esta investigación antecedente comparó a las metodologías AASHTO y MTC; realizó los cálculos para ambas metodologías presentando valores comparativos para ambos métodos sin indicar cuál de los dos fue el mejor, no obstante, los procesos y métodos aplicados en ambos casos de estudio**



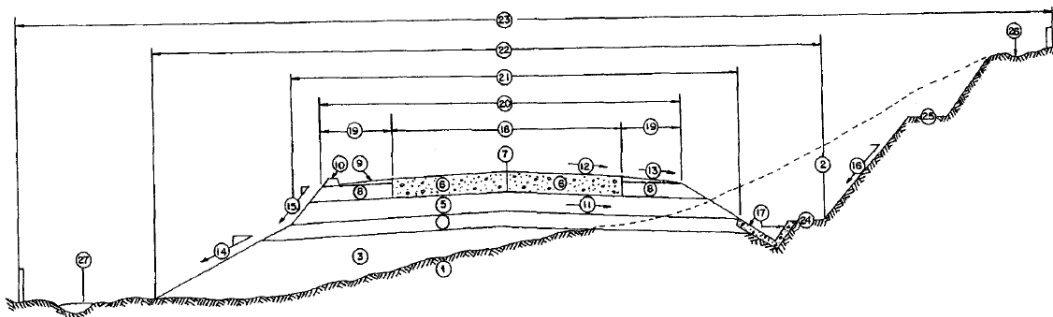
van a ser considerados para los aspectos teóricos metodológicos y comparativos en el presente estudio.

## 2.1. Bases teóricas

### 2.1.1. Componentes de pavimentos.

El diseño de un pavimento rígido contempla que esta estructura disponga de una o más capas los cuales se van a apoyar sobre el suelo, comúnmente los pavimentos rígidos se componen de una capa súbbase y otra de concreto, con esto esta estructura gana rigidez y considerable soporte a las cargas de tránsito. teniendo en cuenta el tipo de diseño que se quiera realizar, la literatura científica de la ingeniería de transportes indica que existen cuatro tipos de pavimentos rígidos, estos son: sin refuerzo, con refuerzo en las juntas, continuamente reforzado y continuamente reforzado con capa de asfalto en la superficie (Nikolaides, 2015; Instituto de la Construcción y Gerencia, 2012). No obstante, en todos los casos indicados, el diseño contempla y que las cargas se deben distribuir uniformemente (Juárez, 2005).

Según el Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos – 2014 – MTC, nos indica que los pavimentos están constituidos por las siguientes capas:



- |                                |   |                                  |
|--------------------------------|---|----------------------------------|
| ① TERRENO NATURAL              | ⑩ BORDILLO                                | ⑲ ANCHO DE LA BERMA              |
| ② EXCAVACIÓN O CORTE           | ⑪ PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA SUB-RASANTE | ⑳ ANCHO DE LA CORONA             |
| ③ TERRAPLEN                    | ⑫ PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA CALZADA     | ㉑ ANCHO DE LA SUB-RASANTE        |
| ④ SUB-RASANTE MEJORADA         | ⑬ PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA BERMA       | ㉒ ANCHO ÚTIL DE EXPLANACIÓN      |
| ⑤ SUB-BASE                     | ⑭ TALUD DEL TERRAPLEN                     | ㉓ DERECHO DE ZONA                |
| ⑥ LOSAS DE CONCRETO HIDRÁULICO | ⑮ TALUD DEL PAVIMENTO                     | ㉔ SOBREPAVIMENTO                 |
| ⑦ JUNTA LONGITUDINAL           | ⑯ TALUD DEL CORTE                         | ㉕ TERRAZA                        |
| ⑧ BERMA                        | ⑰ TALUDES DE LA CUNETETA                  | ㉖ CANAL O ZANJA DE CORONACIÓN    |
| ⑨ CAPA PROTECCIÓN DE LA BERMA  | ⑱ ANCHO DE LA CALZADA                     | ㉗ ZANJA DE DRENAJE (AVENAMIENTO) |

### **Figura N° 1:** Sección típica de pavimento rígido

Fuente: Ingeniería de Pavimentos para Carreteras, Pág. 6 – Ing. Alfonso Montero Fonseca

- a) Capa de rodadura:** La capa de rodadura es aquel elemento que está en contacto con las llantas de las unidades vehiculares, por lo tanto, es la que soporta inicialmente las fuerzas ejercidas por dichas unidades, la cual es su función principal (Kolesnikov & Tolmacheva, 2019). La capa de rodadura está destinada a dar soporte a las cargas generadas por el tránsito, pero también debe soportar los cambios climáticos tales como la humedad, la fricción con la capa siguiente, de acuerdo con el diseño de cualquier pavimento rígido a la capa de rodadura se le denomina losa de concreto, y puede tener refuerzo de Fierro o acero o no tenerlo, ello varía en función al diseño y al uso que se le desea asignar (Milind & Kadam, 2016).
- b) Base:** Se le reconoce como que es una capa inferior subsiguiente a la capa de rodadura, tiene como función la distribución y transmisión de las fuerzas o cargas hacia la sub base, está construida de material granular (agregado grueso y fino), y debe tener un CBR mayor igual a 80% de acuerdo a las normativas y será tratada con cal o cemento, asfalto (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020).
- c) Sub-base:** Es la capa que ubicada sobre la sub rasante y debajo de la capa de concreto (Montejo, 2010). Se denomina subbase a aquel material granular y al cual se le ha adicionado aglomerantes con la finalidad de hacerlo más compacto, esta estructura o componente de un pavimento rígido es tomado en cuenta cuando el diseño contempla el flujo de tránsito pesado y de considerable frecuencia, la subbase se construye con alto porcentaje de material fino (Calo, 2012). En ese sentido la subbase generalmente tiene la función de garantizar la estabilidad de la capa de concreto, así como también debe resistir a los agentes externos tales como el clima, la erosión, o cualquier otro agente ambiental que pueda dañar algún elemento de la vía (Azevedo, 2011). Tiene la función principal de distribuir, sostener y transmitir las cargas ocasionadas por el

tránsito, debe tener un CBR mayor al 40% de acuerdo a la normativa, o tratado con cal, asfalto o cemento (Acuña & Acuña, 2019).

**d) Subrasante.** Es la capa más interna de un pavimento cuya función es de ser usado como plataforma uniforme y estable en donde descansa y se apoya el pavimento (Nikolaides, 2015). En el proceso constructivo de la su rasante el suelo tiene que ser tratado para evitar cambios bruscos, este tratamiento consiste en dar estabilización y compactación mecánica al suelo, está destinada a soportar las cargas y tiene que funcionar como una especie de cimentación en donde descansa las demás estructuras del pavimento (Deng & Yang, 2017). La capacidad de un pavimento de soportar las cargas se mide en CBR (California Bearing Ratio) o MR (Modulo Resiliente). El CBR puede ser afectado por la humedad, las bajas temperaturas, y cualquier otro factor medioambiental (Nikolaides, 2015). Cuando el pavimento está sujeto a cambios bruscos de temperatura como las heladas, en ese caso, Las capas más externas deben tener un mayor espesor que la profundidad de alcance de la helada, también es propicio que se garantice la nueva afectación de problemas de humedad de lluvia o de agua freática. (Kolesnikov & Tolmacheva, 2019).

### **2.1.2. Clasificación de pavimentos**

Los pavimentos los que más son utilizados son:

- Pavimento de Asfalto Flexible.
- Pavimento Semirrígido
- Pavimento Rígido.

#### **a) Pavimento de Asfalto Flexible.**

Es una estructura compuesta por capas granulares (Sub base, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos.

Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente. (MTC-Manual de Pavimentos: S, G, G y P, 2014, Pág. 22). El uso de los pavimentos flexible es usado fundamentalmente en zonas de abundante tráfico, como son vías, aceras o parkings.

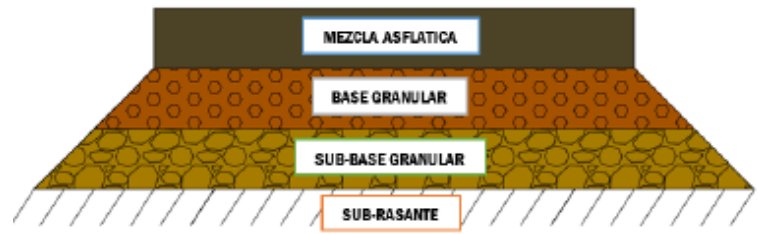


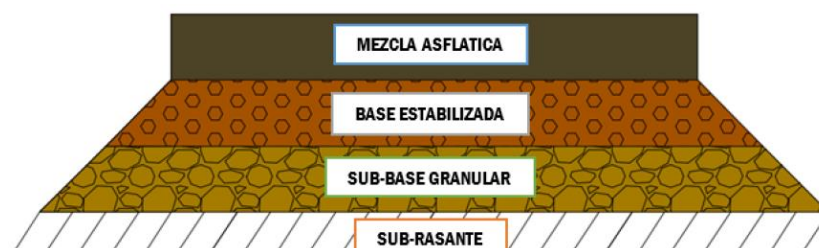
Figura N° 02

**Figura N° 2:** Estructura de pavimento flexible

Fuente: Acuña J.– Arequipa – 2019, pág. 6

### b) Pavimento Semirrígido

Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro el tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados. (MTC-Manual de Pavimentos: S, G, G y P, 2014, Pág. 22)



**Figura N° 3:** Estructura de pavimento Semirrígido

Fuente: Acuña J.– Arequipa – 2019, pág. 7

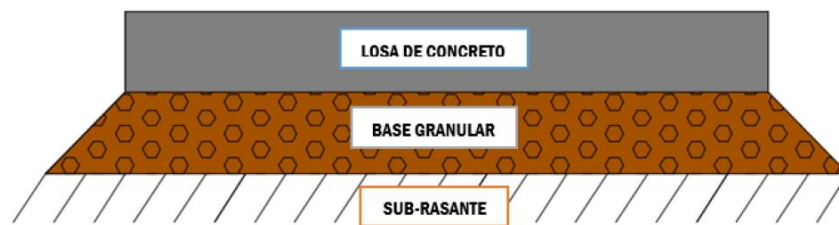
### c) Pavimento Rígido

Se denomina pavimento rígido a aquel pavimento que está estructurado o compuesto de concreto, Es decir sus constituyentes principales son el cemento, agua potable, agregado fino y grueso, y cualquier otro elemento que pueda mejorar las características mecánicas de dicho pavimento. Y el pavimento rígido tiene un espesor característico y generalmente es mucho más grueso que el pavimento flexible, aunque ello puede variar en función al diseño de tránsito habilidad del pavimento (Zolano y Espinosa, 2021)

La estructura de un pavimento rígido generalmente puede tener una o dos capas que se apoyan directamente en la base del suelo, la cual es una losa de concreto, la misma que puede ser de concreto simple o armado según el diseño. una segunda capa de material granular estructura a la sub base la cual es la segunda capa de un pavimento rígido (Yang, 2002). Debido a que el concreto mecánicamente dispone de una mayor cantidad de módulo de elasticidad, las fuerzas a las que está sometida debido al tráfico o tránsito de las unidades vehiculares son soportadas generalmente por la losa de concreto. las fuerzas de compresión son distribuidas en toda el área de la losa y por lo tanto también a las bases, a este proceso se le denomina distribución de carga, lo cual significa que cada área pequeña de la losa soporta similares cargas (Reyes y Rondon, 2015). La distribución de carga tiene como finalidad distribuir las fuerzas equitativamente hacia la sub base, Por otro lado, la losa de concreto tiene como función hacer de capa impermeable, es decir garantiza el sellado de las losas y juntas con la finalidad de proteger a las capas internas posteriores. (Azevedo, 2011).

En cuanto a la durabilidad, el pavimento rígido presenta mayor duración y también un mayor costo de implementación si se compara con el pavimento flexible., No obstante, se puede construir un tipo de pavimento rígido de concreto simple sin esfuerzo, esta estructura sí presenta menores costos y menores tiempos desempeño, pero está destinado a flujos de tránsito menores y que tengan menor frecuencia de tránsito (Becker, 2019). En relación con estas características, el pavimento rígido

para que sea considerado como una opción de diseño para una vía de transporte, se debe considerar paños de losas de distancia más pequeña o de menor área, esto con la finalidad de garantizar una adecuada transferencia de cargas, También se hace necesario tener en cuenta en el diseño el efecto de la variable clima, la cual puede afectar a la sub base y sub rasante si es que no se refuerza la losa de concreto adecuadamente (Belda, 2011).

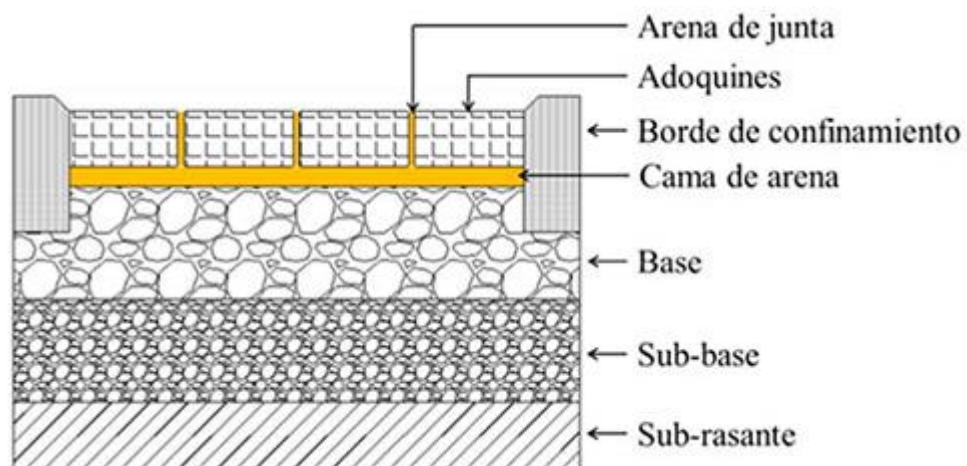


**Figura N° 4:** Estructura de pavimento rígido

Fuente: Acuña J.– Arequipa – 2019, pág. 7

#### d) Pavimento articulado

Está compuesto por una capa de rodadura que ésta elaborada con bloques de concretos prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí, esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de ésta, de la magnitud y frecuencia de las cargas que circulan por dicho pavimento.



**Figura N° 5:** Elementos estructurales de un pavimento de adoquines

Fuente: ASCE – 2010

### **2.1.3. Fundamento teórico del pavimento rígido.**

Los pavimentos rígidos son entendidos como estructuras de una carretera o medio de transporte, y que se construyen mediante capas puestas unas sobre las otras, que en su construcción se utilizan los recursos materiales tales como agregados finos y gruesos de calidad y el tamaño previamente diseñado. Los pavimentos se diseñan para poder soportar y distribuir las cargas que ejercen cada una de las unidades vehiculares que van a circular por la vía, así como también el diseño implica dar a estas unidades la seguridad y comodidad en el transporte. de manera general la estructura de una vía está conformada por la denominada capa de rodadura, base y subbase. (Reyes y Rondón, 2015; Menéndez, 2012).

También se define al pavimento como una estructura que se construye sobre una superficie terrena denominada suelo y que previamente ha sido destinado para él tránsito de vehículos. El pavimento tiene como finalidad permitir la circulación segura y confortable a choferes y pasajeros en sus unidades vehiculares en un tiempo planificado y deseado, Asimismo contribuye a que las cargas que ejercen cada unidad vehicular puedan ser distribuida equitativamente a lo largo y ancho de la estructura del pavimento, esta característica va a permitir que el pavimento pueda durar el tiempo de diseño con facilidad (Hass, & Hudson, 2016; Menéndez, 2009).

Según el manual de Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – 2014, existen tres tipos de pavimentos de concreto, las cuales se detalla a continuación:

- ❖ Pavimentos de concreto simple con juntas.
- ❖ Pavimentos de concreto reforzado con juntas.
- ❖ Pavimentos de concreto continuamente reforzados.

La aplicación de las juntas los que se mejor se aplican a la realidad nacional en los pavimentos de concreto, debido a su buen desempeño y los periodos de diseño que usualmente se emplean. (MTC-Manual de Pavimentos: S, G, G y P, 2014, Pág. 224)

#### **2.1.4. Etapas de diseño**

Las etapas que implica diseñar un pavimento rígido deben iniciar con el estudio del suelo y el estudio topográfico, el paso siguiente consiste en la definición del tipo de capa de rodadura que se desea de acuerdo al flujo de transporte, así como también se definen los componentes estructurales con la finalidad de seleccionar adecuadamente los materiales que van a estructurar la capa de rodadura. luego es necesario conocer las características del tráfico de la zona en los tiempos pasado presente y futuro en función a la proyección del estudio, a ello se suma el tiempo de vida que se desea para el diseño, Asimismo entre otros aspectos que se debe tener en esta etapa son los factores económicos, el factor mantenimiento y los procesos de construcción (Rajib, Mallick y Tahar, 2019; Menéndez, 2009).

##### **2.1.4.1. Metodología de diseño de AASHTO 93 en Pavimentos Rígidos.**

###### **a) AASHTO – 93 (American Association of State Highway and Transportation Officials)**

La AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials. Es una norma internacional proveniente de Estados Unidos y tiene como función alcanzar normas y protocolos para que se puedan realizar diseños de vías de transporte de una manera óptima. No obstante, se le debe tener en cuenta como una guía que ha sido realizada para otras realidades, pero también que a la vez tiene muy buenos aportes en los procesos del diseño de vías. La metodología AASHTO ha sufrido varias modificaciones con fines de mejora con la finalidad de cumplir en la mejora del cálculo del espesor mínimo de la capa de



concreto requerida para una determinada carga o flujo de tránsito (AASHTO, 1993).

Mediante este proceso, se asume espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue a un equilibrio, el espesor calculado debe soportar el paso de un numero de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio interior estimado, el cálculo del espesor se puede desarrollar directamente con la formula AASHTO 93 con la hoja de cálculo, mediante uso de monogramas o mediante el uso de programas de cómputo especializados. (MTC-Manual de Pavimentos: S, G, G y P, 2014, Pág. 224).

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Donde:

$W_{8.2}$  = Numero previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño.

$Z_R$  = Desviación normal estándar.

$S_o$  = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

$D$  = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros.

$\Delta PSI$  = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.

$P_t$  = Índice de serviciabilidad o servicio final.

$M_r$  = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (Método de carga en los tercios de luz).

$C_d$  = Coeficiente de drenaje.

$J$  = Coeficiente de transmisión de carga en las juntas.

$E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa.

$K$  = Módulo de reacción, dado en Mpa/m en la superficie (Base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

De acuerdo con esta metodología de diseño AASHTO 93, hace uso de nueve consideraciones: Comportamiento del pavimento, tráfico o flujo de

tránsito, estructura del suelo, materiales de construcción, medio ambiente, drenaje, confiabilidad, costos de ciclo de vida y diseño de bermas. Para AASHTO 93, el módulo de elasticidad ( $E_c$ ) se relaciona con la resistencia a compresión requerida para desarrollar el diseño del concreto mediante la siguiente fórmula:  $E_c = 57000\sqrt{f_c}$ . Antes del diseño de pavimento se tiene que llevar a cabo un adecuado estudio de suelos. Con los resultados de este estudio, y de acuerdo a la clasificación del suelo según AASHTO, se procede con la determinación del valor del CBR. El módulo de reacción ( $K$ ) de la capa inferior al concreto se determina mediante su relación con el CBR (AASHTO, 1993).

### **Criterios de diseño de la metodología AASHTO 93**

El método de diseño proporciona las consideraciones de los siguientes elementos y/o factores para predecir un comportamiento de la estructura del pavimento y evitar el daño del pavimento, (AASHTO, 1993), tales son:

- Comportamiento de pavimento.
- Trafico.
- Suelos de fundación.
- Materiales de construcción
- Medio ambiente.
- Drenaje.
- Confiabilidad.
- Costos del ciclo de vida.
- Diseño de bermas.

### **Serviciabilidad:**

Se define como su habilidad de servir al tipo de tráfico (automóviles y camiones) que usa la vía. Es el índice de serviciabilidad presente PSI, su variación es de 0 (camión imposible) a 5 (camión perfecto), proporciona un medio para diseñar pavimentos basado en un volumen específico de tráfico total y un mínimo nivel de serviciabilidad deseado al final de un periodo de servicio. (AASHTO, 1993)

Un pavimento rígido cuenta con una Serviciabilidad inicial que se da desde el momento en que se termina su construcción, 4.5 es el valor recomendado por la guía para pavimento rígido y una serviciabilidad final que corresponde al esperado al final del periodo de diseño del mismo y cuyo valor estimado es de 2 o 3, dependiendo de la importancia de la vía a diseñar, tal como se muestra a continuación (AASHTO, 1993).

**Tabla 1: Índice de serviciabilidad por clasificación final**

Pt Clasificación	Pt Clasificación
3.00	Autopistas
2.50	Colectores
2.25	Calles comerciales e industriales
2.00	Calles residenciales estacionamientos

Fuente y elaboración: Guía AASHTO 93 Pavimento rígido

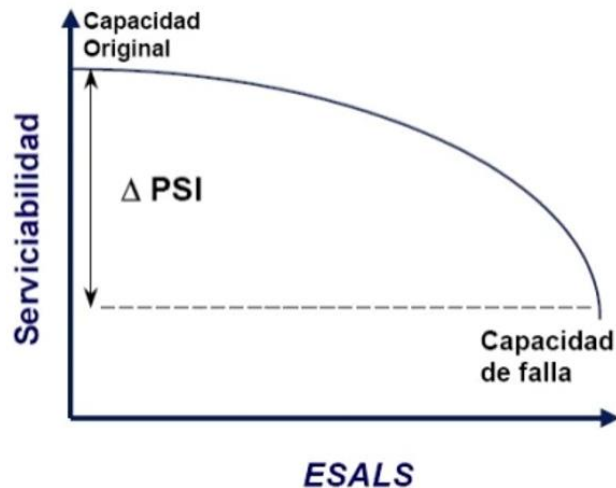
También se le puede definir como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico, se mide a una escala de 0 a 5 donde 0 es la calificación de pavimento intransitable y 5 para un pavimento excelente. Sus parámetros medibles son el índice de perfil, índice de rugosidad internacional, coeficiente de fricción, distancias de frenado, visibilidad, etc. (Msc. Ing. Garcia, A. – 2008)

**Tabla 2: Índice de serviciabilidad final**

Índice de servicio	Calificación
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Fuente y elaboración: Guía AASHTO 93 Pavimento rígido

El procedimiento del Diseño AASHTO 93, predice el porcentaje de pérdida de la serviciabilidad ( $\Delta$ PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes. Entre mayor sea el  $\Delta$ PSI, mayor será la capacidad de carga del pavimento antes de fallar. (García, 2008)



**Figura N° 6:** Índice de serviciabilidad versus ESALS

Fuente y elaboración: Guía AASHTO 93 Pavimento rígido

### **Tráfico:**

Es la determinación del número de cargas de aplicación de cargas por eje simple, evaluado durante el periodo de diseño del proyecto. Si el número de aplicaciones es menor de 104 ESALs se considera tráfico ligero. Si es mayor a 104 ESALs y menor de 106 ESALs se considera tráfico medio. Y si es mayor de  $10^6$  ESALs se considera tráfico alto. (Norma técnica CE.010 Pavimentos Urbanos).

Esta variable alcanza información relevante sobre el tráfico al que estará sometida la vía, permite estimar la vida útil del pavimento o también denominado periodo de vida útil, la siguiente fórmula permite calcular esta variable.

El tráfico se debe convertir en ESAL's por medio de la multiplicación de varios factores tal como se define en la guía de la AASHTO 93. (Acuña, 2019).

$$ESAL'S = (\sum P * (TPD) * FC * F * F_c * 365)$$

Donde:

P = Promedio de ejes por vehículo

FC = Factor de carril

Fc = Factor de Crecimiento

Fd = Factor de eje equivalente

TPD = Tránsito promedio diario

- Para vías con poco volumen de tráfico, desde 150,001EE a 1'000,00EE.

**Tabla 3:** Cantidad de reiteraciones Acumuladas de EE de 8.2Tn

TIPOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
Tp1	<150,000EE - ≥ 300,000EE
Tp2	<300,000EE - ≥ 500,000EE
Tp3	<500,000EE - ≥ 750,000EE
Tp4	<750,000EE - ≥ 1'000,000EE

Fuente: Toznado y Zavaleta, 2020

- Para vías con volumen de tráfico, desde 1'000,00EE hasta 30'000,000EE en el carril y periodo de diseño.

**Tabla 4:** Cantidad de reiteraciones Acumuladas de EE de 8.2Tn en el carril de diseño

TIPOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
Tp5	<1'000,000EE ≥ 1'500,000EE
Tp6	<1'500,000EE ≥ 3'000,000EE
Tp7	<3'000,000EE ≥ 5'000,000EE
Tp8	<5'000,000EE ≥ 7'500,000EE

Tp9	<7'500,000EE
	≥ 10'000,000EE
Tp10	<10'000,000EE
	≥ 12'500,000EE
Tp11	<12'500,000EE
	≥ 15'000,000EE
Tp12	<15'000,000EE
	≥ 20'000,000EE
Tp13	<20'000,000EE
	≥ 25'000,000EE
Tp14	<25'000,000EE
	≥ 30'000,000EE

Fuente: Toznado y Zavaleta, 2020

### Transferencia de Carga (J):

La transferencia de carga hace referencia a la capacidad de la estructura de concreto rígido que va a transmitir a las cargas generadas por cada uno de los vehículos que circulan por la vía. Los valores de esta variable están en función del espesor de la losa de concreto que se va a diseñar, así como de la existencia de bermas laterales y los dispositivos de carga que se van a considerar (Rajib, Mallick y Tahar, 2019).

**Tabla 5:** Coeficiente de transferencia de carga (J)

Tipo de pavimento	hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Concreto asfáltico		Concreto hidráulico	
	Si	No	Si	No
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 – 4.4	2.5 – 3.1	3.6 – 4.2
Reforzado continuo	2.9 – 3.2	.-	2.3 – 2.9	.-

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

### Módulo de Rotura del Concreto (S'c):

La variable módulo de rotura del concreto se asigna cuando los pavimentos están sometidos a flexión de acuerdo con AASHTO, esta variable ayuda en el control del agrietamiento por fatiga la cual está usada por las constantes cargas de los vehículos que transitan por la vía denominada cargas repetitivas. esta variable mide la flexión del concreto la cual está normalizada y se calcula a los 28 días de elaborado el concreto. los valores del módulo de rotura varían entre 2.8 MPa (400 psi) y 4.8 MPa (700 psi), llegando incluso a valores de 8.2 MPa (1200 psi), en concretos con alta resistencia inicial. (AASHTO, 1993).

**Tabla 6:** Valores de Resistencia del Concreto según su Rango de Tránsito Vehicular

RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEJO TRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'C)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
< 5'000,000		
≤ 15'000,000 EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
≤ 15'000,000 EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	380 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Tiznado y Zavaleta, 2020

### **Módulo Elástico del Concreto:**

Es una variable redimensiona las estructuras de concreto en estudio, contribuye en el cálculo de la rigidez y capacidad de la losa de concreto en la función de distribución de cargas que soporta, este parámetro se puede

predecir en función a la resistencia a la compresión o flexo tracción, o también a través de relaciones establecidas. en los concretos rígidos el módulo de elasticidad y el coeficiente de expansión térmica, conjuntamente con la contracción del concreto se comportan en función del Estado de tensiones del concreto (Shaban et al, 2019).

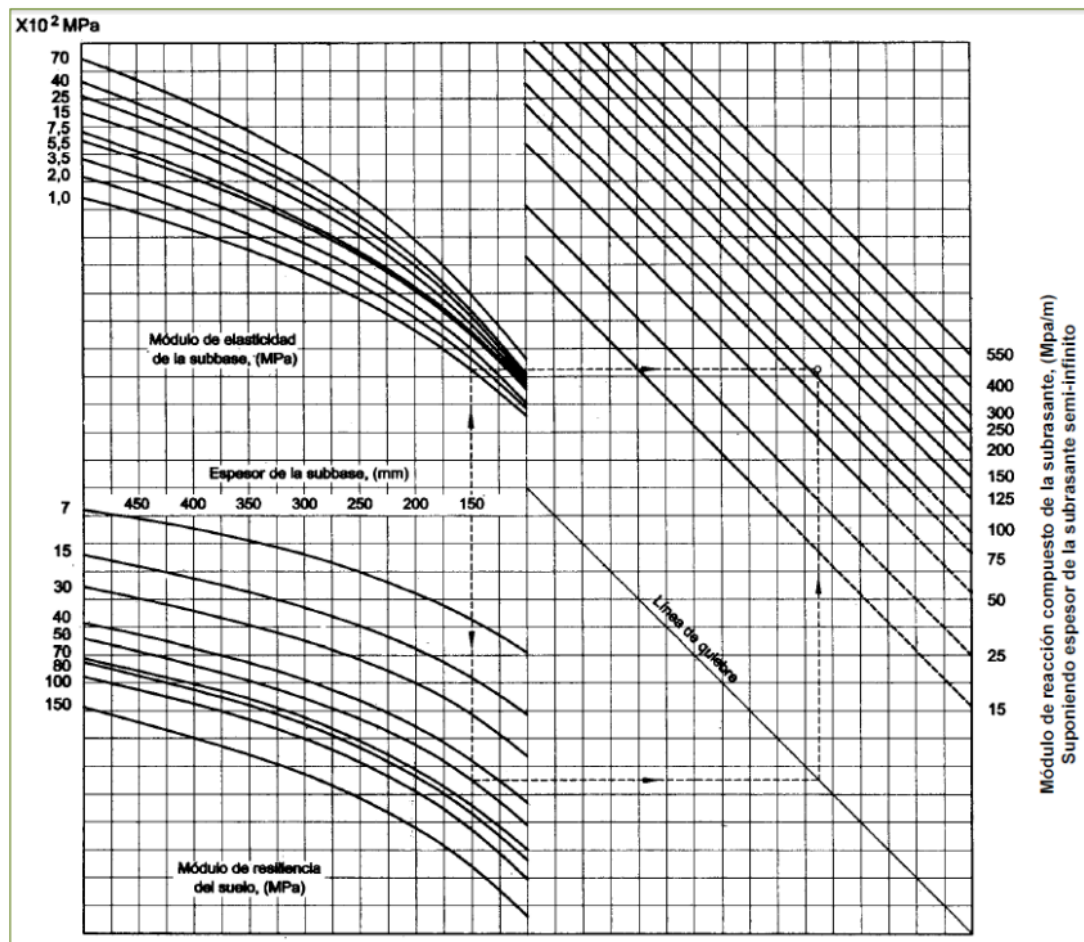
$$E_c = 57000(f'c)^{0.5}$$

Donde:  $E_c$  = Modulo de Elasticidad del Concreto en Psi.  $f'c$  = Modulo Compresión del Concreto en Psi.

### **Resistencia de La Sub Rasante (k):**

La resistencia de la sub rasante es una variable que hace referencia a las condiciones del suelo y soporte del mismo con el propósito de poner capas adicionales en la construcción del pavimento, esta variable está en función del espesor del pavimento, y comúnmente se determina por ensayos de CBR, con los cuales se determina la presión que se tiene que ejercer hasta que se manifieste la deformación, Por otro lado, también se puede usar el módulo de reacción combinado entre la subrasante y la subbase. El valor de  $k$  se calcula mediante las propiedades de la sub rasante y los valores de la capa intermedia, granular o tratada en función a impactos estacionales por el periodo de un año.





**Figura N° 7:** Monograma para determinar el módulo de reacción compuesto  
Fuente: Minchan Lezcano, 2021

### Drenaje:

Hace referencia a la evacuación de agua o humedad, se mide mediante el coeficiente de drenaje en función a los parámetros de diseño del pavimento. el diseño de drenaje propone la probabilidad de que el pavimento mantenga agua libre o humedad por cierto tiempo, en ese sentido, el nivel de drenaje de las capas intermedias está en relación con los tipos de drenaje de diseño, también intervienen la subbase, sub rasante; se considera los factores climáticos, las frecuencias de lluvias, y otras que consideré el diseño. el valor de este indicador debe estar entre 0.70 y 1.25, se debe tener en cuenta que un coeficiente de drenaje alto favorece al pavimento en la reducción de su espesor (Zarate, 2005).

**Tabla 7: Capacidad de drenaje**

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy Malo	El agua no evacua

Fuente: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

**Tabla 8: Coeficiente de Drenaje**

CALIDAD DEL DRENAJE	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está comprometida a niveles de humedad cerca a la saturación			
	Menos de 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más del 25%
Excelente	1.25 a 1.20	1.20 a 1.15	1.15 a 1.10	1.10
Bueno	1.20 a 1.15	1.15 a 1.10	1.10 a 1.00	1.00
Mediano	1.15 a 1.10	1.10 a 1.00	1.00 a 0.90	0.90
Malo	1.10 a 1.00	1.00 a 0.90	0.90 a 0.80	0.80
Muy Malo	1.00 a 0.90	0.90 a 0.80	0.80 a 0.70	0.70

Fuente: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

**Confiabilidad:**

La confiabilidad hace referencia a un factor de seguridad que contribuyen al incremento del tránsito previsto durante todo el período de diseño, esto se calcula utilizando modelos estadísticos cuyos datos deben comportarse como uno de distribución normal. La finalidad de esta variable es medir la variación de los atributos de los materiales en función a la metodología constructiva. El rango de seguridad propuesto por AASHTO para la desviación estándar (DS) está entre  $0.30 < S_o < 0.40$ . En el caso de construcciones de pavimentos nuevos el valor de  $S_o$  debe ser 0.35, cuando se tiene certeza en las

proyecciones de tránsito futuras el  $S_o$  debe ser de 0.40 si la precisión es baja. En todo caso, siempre es necesario visualizar la guía de este método para visualizar los valores de confiabilidad que propone según el diseño que se desea realizar (AASHTO, 1993)

Se relaciona con la optimización del costo total que ocasiona el diseño y elaboración de un pavimento, los valores de  $R$  próximos a 50% permiten obtener espesores menores de pavimento, pero ello conlleva que el deterioro puede ser mayor conjuntamente con los costos implicados al mantenimiento de la estructura en función a su vida útil los cuales serán altos. con valores de  $R$  próximos a 100% se logran espesores mayores de concreto o pavimento con costos de construcción altos y con vida útil menores (Yang, 2002).

**Tabla 9:** Valores sugeridos para Confiabilidad, Error estándar y Desviación estándar normal

TIPO DE CARRETERA	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85 – 99.9	80 – 99.9
Local	80 – 99	75 – 95
Colectoras	80 – 95	50 – 80

Fuente: Minchan Lezcano, 2021

Valores correspondientes a la Confiabilidad, Error estandar y Desviacion estandar normal.

**Tabla 10:** Valores de Confiabilidad

CONFIABILIDAD R (%)	(ZR)	(So)
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32

90	-1.282	0.31
91	-1.340	0.31
92	-1.405	0.3
93	-1.476	0.3
94	-1.555	0.3
95	-1.645	0.3
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.090	0.29
99.99	-3.750	0.29

Fuente: Minchan Lezcano, 2021

### Formula de Diseño:

AASHTO establece la siguiente ecuación de diseño para predecir un comportamiento confiable de la estructura del pavimento rígido y evitar que el daño del pavimento alcance el nivel de colapso durante su vida de servicio (AASHTO, 1993)

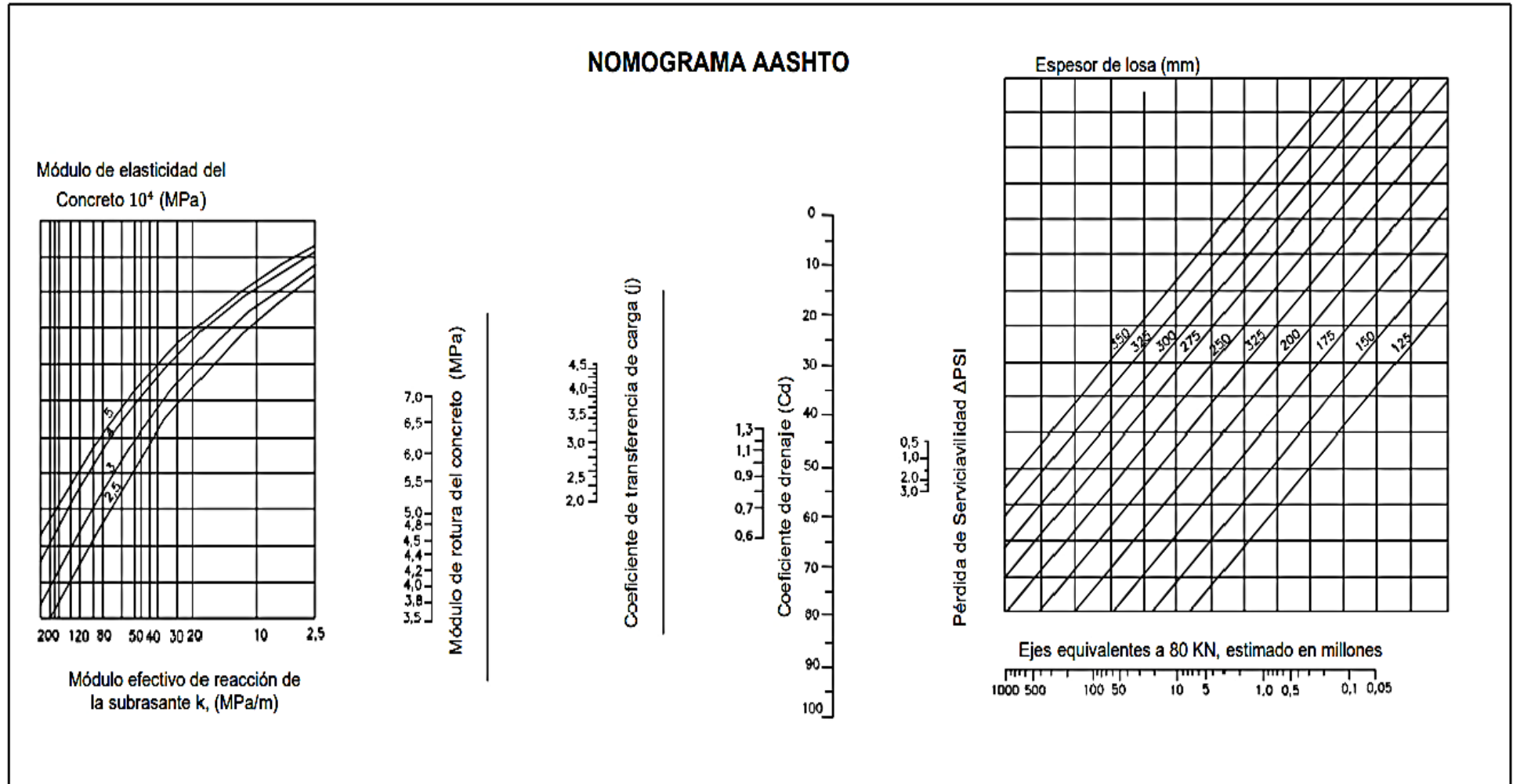
$$\log_{10}(W18) = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \left[ \frac{\log_{10} \frac{PSI}{4.5 - 1.5}}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} \right] + (4.22$$

$$- 0.32 p_t) \log_{10} \left[ \frac{S'_c C_d [D^{0.75} - 1.132]}{215.63 J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

Dónde: W18 = Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas. ZR = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R. So = Desviación estándar de todas las variables. D = Espesor de la losa del pavimento en plg. ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño. Pt = Serviabilidad final. S'c = Módulo

de rotura del concreto en psi.  $J$  = Coeficiente de transferencia de carga.  $C_d$  = Coeficiente de drenaje.  $E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto, en psi.  $k$  = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en pci (psi/plg).

Figura N° 8: Nomograma de diseño AASHTO 93, para pavimento.



Fuente: Guide for Design of Pavement Structures, AASHTO, 1993.

## **b) Método del Portland Cement Association (PCA) en Pavimentos Rígidos.**

El método PCA (Portland Cement Association) Es una herramienta metodológica que provee una serie de instrumentos, tales como láminas, tablas y gráficos que contribuyen en el cálculo en la optimización del mínimo espesor de pavimento en función a las cargas que va a soportar una determinada vía, todo ello en un tiempo dado, a un costo mínimo de construcción y mantenimiento (Hass & Hudson, 2016). Esta metodología analiza la fatiga el espesor mínimo de concreto con la finalidad de conocer y llevar a cabo un control de la generación de grietas por fatiga, Así mismo, este análisis de erosión lo realiza para calcular el espesor mínimo del pavimento en función al control de la erosión en las fallas que le pudiera ocurrir al pavimento. Es un método creado exclusivamente para pavimentos de concreto rígido, se enfoca en los espesores de los Pavimentos de concreto en carreteras y calles (Londoño, 2005).

La finalidad del método PCA es lograr el espesor mínimo de una losa de concreto, la cual va a permitir el soporte de cargas durante un período de tiempo de diseño, en ese caso se busca dar garantía aún adecuado funcionamiento del pavimento en función al tiempo y costos. los criterios de diseño de esta metodología se fundamenta en los espesores del concreto, para ello se basa en un análisis de los esfuerzos del concreto y deflexiones en las juntas del pavimento, así como en las esquinas y bordes de dicho objeto, esta metodología aplica modelos de pruebas en situaciones reales, trabaja con pavimentos experimentales expuestos a pruebas de frecuencias de tránsito bajo control, así como en estudios de concretos para autopistas de diversos tipos, considera también el estudio del desempeño de pavimentos para ser tratados en tráficos con frecuencia normal (Suárez, 2017).

Los parámetros de diseño para espesor de pavimento rígido que considera el método PCA son: módulo de rotura ( $M_r$ ), módulo de reacción de la subrasante ( $K$ ) y el tipo de tránsito y su proyección futura.

La aplicación de esta metodología implica conocer la frecuencia, tipo y las cargas de los vehículos que van a transitar por la vía, estos datos se determinan bajo el estudio de tránsito de la vía. la cantidad de vehículos pesados durante un día se calcula mediante el producto de los factores de dirección y la cantidad de carriles por cada sentido. esta metodología también toma en cuenta las proyecciones de crecimiento del tráfico para un tiempo denominado de diseño que generalmente es proyectada en un promedio de 20 a 40 años. también se considera en esta metodología La distribución de ejes de carga de los vehículos, los cuales pueden ser simples, tándem o tridem, otro dato importante es la cantidad de ejes con cierta carga. (Domelly, 2015).

Hace referencia a la vida útil del pavimento de diseño, para este estudio el PCA hace uso del término equivalente de período de diseño, dato que puede cambiar en función al diseño, método de proceso constructivo, así como a la calidad de los materiales elegidos; teniendo en cuenta estas consideraciones, el período de diseño puede llegar hasta un promedio de 40 años; no obstante, las condiciones internas y externas, sobre todo climatológicas pueden contribuir a la reducción del periodo de diseño, que generalmente puede ser 20 años. este parámetro es de mucha importancia porque contribuye a que el pavimento se diseñe en función a la carga que va a soportar y el tiempo que va a durar, con fines de seguridad, el tiempo de diseño generalmente se realiza para 20 años (Milind & Kadam, 2016).

**Proceso de diseño.** Para este caso la metodología propone un espesor de pavimento y módulo de rotura, también exige un mecanismo de transferencia de cargas entrepaños y confinamiento lateral, esto es para dar solución inicial en función a las condiciones del concreto en estudio. Con este objeto, Se procesa el diseño iniciando por la verificación de los análisis de fatiga y erosión (PCA, 1984).

La verificación por fatiga se fundamenta en la identificación del esfuerzo de tensión equivalente, para este cálculo se utiliza las figuras propuestas por



PCA y que van a depender si el pavimento de diseño dispone o no de ver más de concreto como sistema de confinamiento lateral, en ese sentido, el  $k$  combinado es ingresado con el espesor del concreto cuando se trata de un eje simple o tándem. Luego la metodología exige el cálculo del factor de tensión, la cual se realiza dividiendo la atención equivalente entre el módulo de rotura a flexión del concreto elaborado hace 28 días (PCA, 1984). Posteriormente determina las repeticiones de carga admisible para análisis por fatiga, este estudio se realiza asumiendo que los vehículos disponen de eje simple o tándem; luego se debe proyectar la línea del ábaco con el factor de tensión obtenido, con este gráfico se logra las repeticiones de carga, finalmente se calcula el porcentaje de fatiga consumida mediante la división del número de cargas previstas entre el número de cargas admisibles teniendo en cuenta los ejes simples y tándem, se debe verificar que el valor de fatiga consumida no sea superior al 100%. en el caso de que el valor de plantilla supere este porcentaje, es necesario realizar nuevamente el análisis cambiando las variables estructurales hasta que no supere el porcentaje indicado, por último, de no superarse este porcentaje, se puede ajustar el diseño en función al análisis por erosión (Nikolaides, 2015).

Para poder realizar el diseño por el método PCA se debe aplicar los siguientes pasos:

- **Fijar el tipo de junta y berma;** primero se establece el tipo de junta a emplear, tenemos que tener en consideración que si la losa de concreto es mayor a 6" es fundamental el empleo de pasadores y se tiene que determinar el tipo de junta que se va utilizar. Las bermas de concreto dan mayor resistencia a los pavimentos rígidos en los bordes dadas por las cargas.
- **Encontrar el módulo de ruptura de concreto a los 28 días;** se da a través del ensayo de módulo de ruptura (MR) para hallar la resistencia a la flexión.

Las deformaciones de concreto también son afectadas por otro tipo de esfuerzos, como efectos de temperatura e hídricos, por lo que se tiene que

considerar algunos parámetros para reducir dichos efectos (Tizano, Zavaleta, 2021):

- ❖ Definir las separaciones entre juntas y siguiendo las recomendaciones del PCA.
- ❖ El espesor de la losa debe ser entre 0.15 y 0.30m.
- ❖ La forma adecuada del pavimento será en lo posible cuadrada entre  $1,0 < \text{largo/ancho} < 1.5$  (Álvarez y Martínez, 2016)

- **Módulo de reacción K (equivalente) de la subrasante**; es el indicador que determina la sub base del pavimento rígido, al realizar el empleo de la constante K se hace más fácil el cálculo para resolver los esfuerzos y deformaciones en las correlaciones del suelo, las deformaciones son directamente proporcionales a los esfuerzos empleados. (Saldarriaga y Jimmy, 2021).

**Tabla 11:** Efectos de la sub – base no tratada

VALOR K DE LA SUBRASANTE	VALOR K DE LA SUB BASE, PCI			
	4	6	9	12
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: Parckard, 1984

**Tabla 12:** Valor K para sub-base tratada con cemento

VALOR K DE LA SUBRASANTE	VALOR K DE LA SUB BASE, PCI			
	4	6	8	10
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
200	470	640	830	-

Fuente: Parckard, 1984

- **Factor de seguridad de carga(LSF)**; se debe multiplicar por cada carga por eje, teniendo en consideración  $LSF = 1.0$  son para vías

residenciales con poco tránsito, LSF=1.1 son vías nacionales y para autopistas, LSF =1,2 que es para carreteras con varios carriles y un flujo de tránsito constante sin interrupciones. (Saldarriaga y Jimmy, 2021).

- **Distribución de ejes de carga;** se debe tener en cuenta a las cargas continuas diarias por eje de transporte vehicular la cual sirve para controlar la cantidad de ejes simples y tándem de diferentes cargas lo cual se da el periodo de diseño, para obtener los datos se debe realizar el estudio de tráfico ya que permite realizar la medición de las cargas para el proyecto. (Saldarriaga y Jimmy, 2021)

**Tabla 13:** Relación de cargas por eje para determinación Ejes Equivalentes (EE) en pavimento rígido

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE (EE8.2TN)
Ejes de ruedas simples (EE <sub>s1</sub> )	EE <sub>s1</sub> =[P/6.6] <sup>4.1</sup>
Ejes de ruedas dobles (EE <sub>s1</sub> )	EE <sub>s1</sub> =[P/8.2] <sup>4.1</sup>
Ejes tándem (EETA1)	EE <sub>s1</sub> =[P/13.0] <sup>4.1</sup>
Ejes tándem (EETA2)	EE <sub>s1</sub> =[P/13.3] <sup>4.1</sup>
Eje Tridem (EETR1)	EE <sub>s1</sub> =[P/16.6] <sup>4.1</sup>
Eje Tridem (EETR2)	EE <sub>s1</sub> =[P/17.5] <sup>4.1</sup>
P-peso real de ejes en toneladas	

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos, 2014

- **Numero de repeticiones esperadas;** se tiene que tener en cuenta los factores como : el carril, inyección, periodo de diseño, cantidad de vehículo, promedio anual de vehículos comerciales. (Sierra y Ccorahua, 2020).

$$N = TPD_{diseño} * VC * FL * n/365$$

Fuente: Metodología PCA, 1984

Donde:

N = Numero de repeticiones esperadas para cada eje

TPD diseño = tránsito promedio de diseño

VC = porcentaje de vehículos comerciales (estudio de tránsito).

FL = factor carril

n = periodo de diseño estructural.

Los criterios de falla para método PCA se dan por dos metodologías:

**Análisis De Fatiga.** La continua cantidad de peso que se genera en la losa produce agrietamiento, con un adecuado análisis se puede lograr el impedimento de las fisuras de la losa del concreto (Saldarriaga y Jimmy, 2021)

Para un análisis de fatiga se tiene que tener en cuenta la ubicación referente de cada carga con mención al borde de la losa de concreto, para alcanzar esta información es muy difícil, en el cual el método PCA emplea la disminución de esfuerzos de borde por el factor igual a 0.894 ya que todas las cargas no circulan de igual manera sobre el límite del material (Tiznado y Zavaleta, 2020).

La proporción de daño por fatiga se determina entre el número de repeticiones de carga y la cantidad de repeticiones máximas permitidas, la proporción de daño por fatiga se define por el tipo de eje y para cada peso por eje, la proporción debe ser menor o igual al 100%, para que así el tamaño de la losa cumpla con los principios de diseño, de no ser así debe ser evaluado (PCA calculo, 2015, pág. 27).

Ecuación de criterio de falla, para calcular el análisis de fatiga:

$$D = \sum_{i=1}^m \frac{n_i}{N_i} \dots \dots \dots (6)$$

Donde: m= número de peso por eje, ni= número previsto de repeticiones para el grupo de carga i, Ni= número permisible de repeticiones para el grupo de carga i.

El análisis por fatiga se determina con la constante concurrencia de peso en la losa la cual los esfuerzos generan agrietamientos, si se realiza un adecuado análisis se logra el impedimento de fisuras posible. (Saldarriaga y Jimmy, 2021).

**Tabla 14:** Esfuerzo equivalente – sin berma de concreto (eje simple)

Espesor de losa (pulg.)	K de la subrasante-subbase, PCI						
	50	100	150	200	300	500	700
4	825	726	671	634	584	523	484
4.5	699	616	571	540	498	448	417
5	602	531	493	467	432	390	363
5.5	526	464	431	409	379	343	320
6	465	411	382	362	336	304	285
6.5	417	367	341	324	300	273	256
7	375	331	307	292	271	246	231
7.5	340	300	279	265	246	224	210
8	311	274	255	242	225	205	192
8.5	285	252	234	222	206	188	177
9	264	232	216	205	190	174	163
9.5	245	215	200	190	176	161	151
10	228	200	186	177	164	150	141
10.5	213	187	174	165	153	140	132
11	200	175	163	154	144	131	123
11.5	188	165	153	145	135	123	116
12	177	155	144	137	127	116	109
12.5	168	147	136	129	120	109	103
13	159	139	129	122	113	103	97
13.5	152	132	122	116	107	98	92
14	144	125	116	110	102	93	88

Fuente: (Tizanodo y Zavaleta, 2020)

**Tabla 15:** Esfuerzo equivalente- sin berma de concreto (eje tándem)

Espesor de losa (pulg.)	K de la subrasante-subbase, PCI						
	50	100	50	200	50	500	700
4	679	585	542	516	486	457	443
4.5	586	500	460	435	406	378	363
5	516	436	399	376	349	321	307
5.5	461	387	353	331	305	278	264
6	416	348	316	296	271	246	232
6.5	380	317	286	267	244	220	207
7	349	290	262	244	222	199	186
7.5	323	268	241	224	203	181	169
8	300	249	223	208	188	167	155
8.5	281	232	208	193	174	154	143
9	264	218	195	181	163	144	133
9.5	248	205	183	170	153	134	124
10	235	193	173	160	144	126	117
10.5	222	183	164	151	136	119	110
11	211	174	155	143	129	113	104
11.5	201	165	148	136	122	107	98
12	192	158	141	130	116	102	93
12.5	183	151	135	124	111	97	89
13	176	144	129	119	106	93	85
13.5	168	138	123	114	102	89	81
14	162	133	118	109	98	85	78

Fuente: (Tizanodo y Zavaleta, 2020)

**Tabla 16:** Esfuerzo equivalente- con berma de concreto (eje simple)

<b>Espesor de losa (pulg.)</b>	<b>K de la subrasante-subbase, PCI</b>						
	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>500</b>	<b>700</b>
4	640	559	517	489	452	409	383
4.5	547	479	444	421	390	355	333
5	475	417	387	367	341	311	294
5.5	418	368	342	324	302	276	261
6	372	327	304	289	270	247	234
6.5	334	294	274	260	243	223	212
7	302	266	248	236	220	203	192
7.5	275	243	226	215	201	185	176
8	252	222	207	197	185	170	162
8.5	232	205	191	182	170	157	150
9	215	190	177	169	158	146	139
9.5	200	176	164	157	147	136	129
10	186	164	153	146	137	127	121
10.5	174	154	144	137	128	119	113
11	164	144	135	129	120	112	106
11.5	154	136	127	121	113	105	100
12	145	128	120	114	107	99	95
12.5	137	121	113	108	101	94	90
13	130	115	107	102	96	89	85
13.5	124	109	102	97	91	85	81
14	118	104	97	93	87	81	77

Fuente: (Tizanodo y Zavaleta, 2020)

**Tabla 17: Esfuerzo equivalente – con berma de concreto (eje tándem)**

Espesor de losa (pulg.)	K de la subrasante-subbase, PCI						
	50	100	150	200	300	500	700
4	534	468	439	422	403	388	384
4.5	461	400	372	356	338	322	316
5	404	349	323	308	290	274	267
5.5	360	309	285	271	254	238	231
6	325	277	255	241	225	210	203
6.5	295	251	230	218	203	188	180
7	270	230	210	198	184	170	162
7.5	250	211	193	182	168	155	148
8	232	196	179	168	155	142	135
8.5	216	182	166	156	144	131	125
9	202	171	155	146	134	122	116
9.5	190	160	146	137	126	114	108
10	179	151	137	129	118	107	101
10.5	170	143	130	121	111	101	95
11	161	135	123	115	105	95	90
11.5	153	128	117	109	100	90	85
12	146	122	111	104	85	86	81
12.5	139	117	106	99	91	82	77
13	133	112	101	95	86	78	73
13.5	127	107	97	91	83	74	70
14	122	103	83	87	79	71	67

Fuente: (Tizanodo y Zavaleta, 2020)



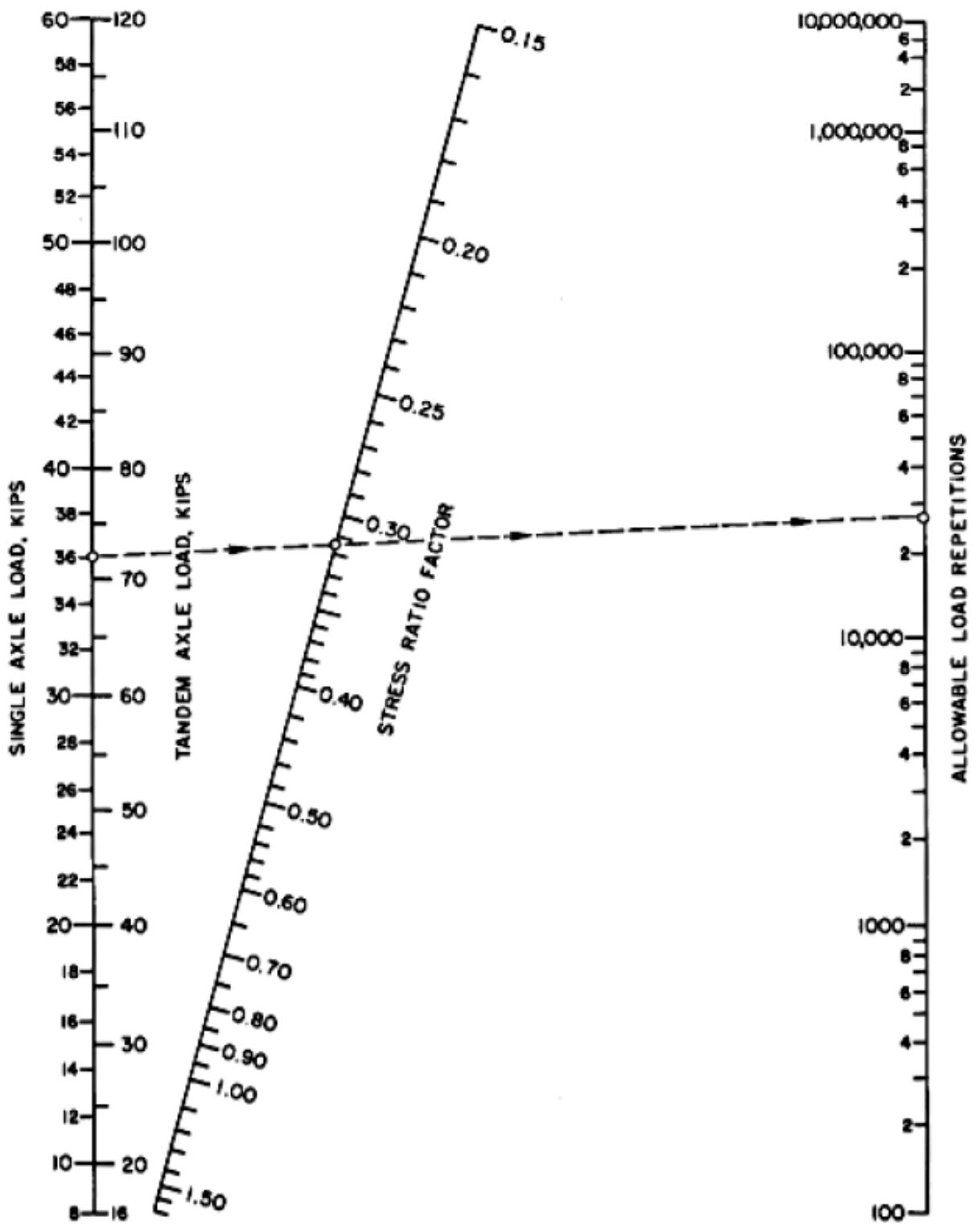


Figura N° 9: Analisis por fatiga numero de repeticiones de carga basado en el factor de relacion de esfuerzo ( con y sin berma)  
 Fuente: Packard,1984, p.15

**Verificación por Erosión.** La verificación por erupción se fundamenta en el cálculo del factor de erosión, para este cálculo se debe tener en cuenta si el pavimento dispone o no de ver más de concreto como sistema de confinamiento, además también se debe considerar si el pavimento dispone o no de Dowels; con esta información Se ingresa con el espesor del concreto, se adiciona el k combinado, y si la carga es con eje simple o con tándem (Montejo, 2010).

Se emplea este criterio para limitar la deflexión creada en los encuentros, hilos de la losa de concreto, estableciendo una deformación llamada bombeo. el bombeo es producción a causa de las reiteraciones de cargas de ejes pesados, encuentro y filos de las losas de concreto produciendo erosione la capa subbase, subrasante produciendo desgaste de material. (Tizanodo y Zavaleta, 2020).

**Tabla 18:** Factor de erosión - juntas con dowels, sin berma de concreto (Eje Simple)

Espesor de losa (pulg.)	K de la subrasante-subbase, PCI					
	50	100	200	300	500	700
4	3.74	3.73	3.72	3.71	3.70	3.68
4.5	3.59	3.57	3.56	3.55	3.54	3.52
5	3.45	3.43	3.42	3.41	3.40	3.38
5.5	3.33	3.31	3.29	3.28	3.27	3.26
6	3.22	3.19	3.18	3.17	3.15	3.14
6.5	3.11	3.09	3.07	3.06	3.05	3.03
7	3.02	2.99	2.97	2.96	2.95	2.94
7.5	2.93	2.91	2.88	2.87	2.86	2.84
8	2.85	2.82	2.80	2.79	2.77	2.76
8.5	2.77	2.74	2.72	2.71	2.69	2.68
9	2.70	2.67	2.65	2.63	2.62	2.61
9.5	2.63	2.60	2.58	2.56	2.55	2.54
10	2.56	2.54	2.51	2.50	2.48	2.47
10.5	2.50	2.47	2.45	2.44	2.42	2.41
11	2.44	2.42	2.39	2.38	2.36	2.35
11.5	2.38	2.36	2.33	2.32	2.30	2.29
12	2.33	2.30	2.28	2.26	2.25	2.23
12.5	2.28	2.25	2.23	2.21	2.19	2.18
13	2.23	2.20	2.18	2.16	2.14	2.13
13.5	2.18	2.15	2.13	2.11	2.09	2.08
14	2.13	2.11	2.08	2.07	2.05	2.03

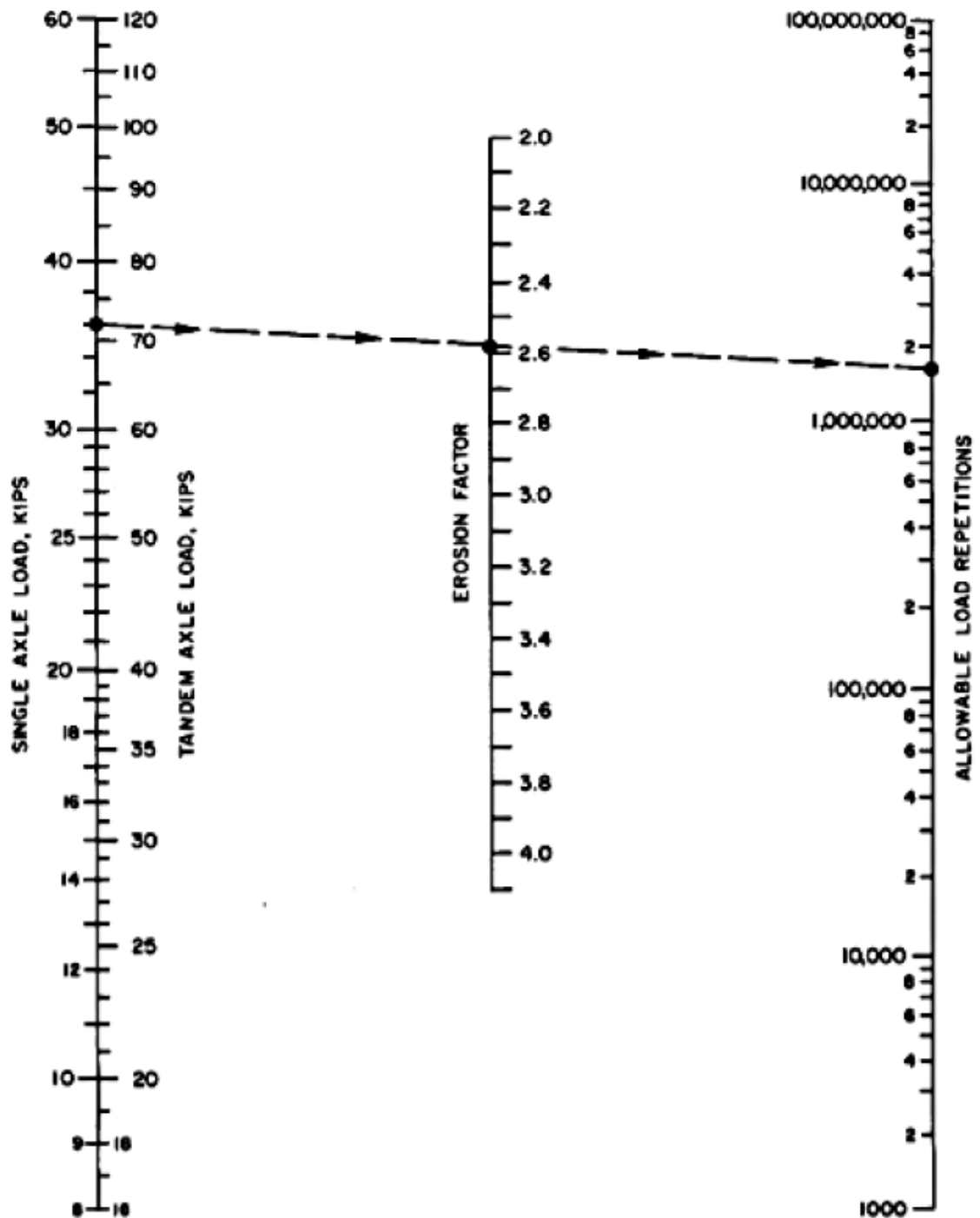
**Fuente:** Saldarriaga y Jimmy, 2020

**Tabla 19:** Factor de erosión- juntas con dowels, sin berma de concreto (eje tándem)

Espesor de losa (pulg.)	K de la subrasante-subbase, PCI					
	50	100	200	300	500	700
4	3.83	3.79	3.75	3.73	3.70	3.67
4.5	3.70	3.65	3.61	3.58	3.55	3.53
5	3.58	3.52	3.48	3.45	3.42	3.40
5.5	3.47	3.41	3.36	3.33	3.30	3.28
6	3.38	3.31	3.26	3.23	3.20	3.17
6.5	3.29	3.22	3.16	3.13	3.10	3.07
7	3.21	3.14	3.08	3.05	3.01	2.98
7.5	3.14	3.06	3.00	2.97	2.93	2.90
8	3.07	2.99	2.93	2.89	2.85	2.82
8.5	3.01	2.93	2.86	2.82	2.78	2.75
9	2.96	2.87	2.80	2.76	2.71	2.68
9.5	2.90	2.81	2.74	2.70	2.65	2.62
10	2.85	2.76	2.68	2.64	2.59	2.56
10.5	2.81	2.71	2.63	2.59	2.54	2.51
11	2.76	2.67	2.58	2.54	2.49	2.45
11.5	2.72	2.62	2.54	2.49	2.44	2.40
12	2.68	2.58	2.49	2.44	2.39	2.36
12.5	2.64	2.54	2.45	2.40	2.35	2.31
13	2.61	2.50	2.41	2.36	2.30	2.27
13.5	2.57	2.47	2.37	2.32	2.26	2.23
14	2.54	2.43	2.34	2.29	2.23	2.19

**Fuente:** Saldarriaga y Jimmy, 2020

Figura N° 10: Análisis por erosión, número tolerable de repeticiones de carga (sin berma de hormigón).



fuelle: (Tizano y Zavaleta, 2020)

**Tabla 20:** Factor de erosión- juntas con dowels, con berma de concreto (eje simple)

Espesor de losa (pulg.)	K de la subrasante-subbase, PCI					
	50	100	200	300	500	700
4	3.3	3.2	3.13	3.1	3.09	3.08
4.5	3.19	3.08	3	2.96	2.93	2.91
5	3.09	2.98	2.89	2.84	2.79	2.77
5.5	3.01	2.89	2.79	2.74	2.68	2.65
6	2.93	2.82	2.71	2.65	2.58	2.54
6.5	2.86	2.75	2.63	2.57	2.5	2.45
7	2.79	2.68	2.56	2.5	2.42	2.38
7.5	2.73	2.62	2.5	2.44	2.36	2.31
8	2.68	2.56	2.44	2.38	2.3	2.24
8.5	2.62	2.51	2.39	2.32	2.24	2.18
9	2.57	2.46	2.34	2.27	2.19	2.13
9.5	2.52	2.41	2.29	2.22	2.14	2.08
10	2.47	2.36	2.25	2.18	2.09	2.03
10.5	2.43	2.32	2.2	2.14	2.05	1.99
11	2.39	2.28	2.16	2.09	2.01	1.95
11.5	2.35	2.24	2.12	2.05	1.97	1.91
12	2.31	2.2	2.09	2.02	1.93	1.87
12.5	2.27	2.16	2.05	1.98	1.89	1.84
13	2.23	2.13	2.01	1.95	1.86	1.8
13.5	2.2	2.09	1.98	1.91	1.83	1.77
14	2.17	2.06	1.95	1.88	1.8	1.74

Fuente: Saldarriaga y Jimmy, 2020

**Tabla 21:** Factor de erosión- juntas con dowels, con berma de concreto (eje tandem)

Espesor de losa (pulg.)	K de la subrasante-subbase, PCI					
	50	100	200	300	500	700
4	3.28	3.24	3.21	3.19	3.15	3.12
4.5	3.13	3.09	3.06	3.04	3.01	2.98
5	3.01	2.97	2.93	2.9	2.87	2.85
5.5	2.9	2.85	2.81	2.79	2.76	2.73
6	2.79	2.75	2.7	2.68	2.65	2.62
6.5	2.7	2.65	2.61	2.58	2.55	2.52
7	2.61	2.56	2.52	2.49	2.46	2.43
7.5	2.53	2.48	2.44	2.41	2.38	2.35
8	2.46	2.41	2.36	2.33	2.3	2.27
8.5	2.39	2.34	2.29	2.26	2.22	2.2
9	2.32	2.27	2.22	2.19	2.16	2.13
9.5	2.26	2.21	2.16	2.13	2.09	2.07
10	2.2	2.15	2.1	2.07	2.03	2.00
10.5	2.15	2.09	2.04	2.01	1.97	1.95
11	2.1	2.04	1.99	1.95	1.92	1.89
11.5	2.05	1.99	1.93	1.9	1.87	1.84
12	2	1.94	1.88	1.85	1.82	1.79
12.5	1.95	1.89	1.84	1.81	1.77	1.74
13	1.91	1.85	1.79	1.76	1.72	1.7
13.5	1.86	1.81	1.75	1.72	1.68	1.65
14	1.82	1.76	1.71	1.67	1.64	1.61

Fuente: Saldarriaga y Jimmy, 2020

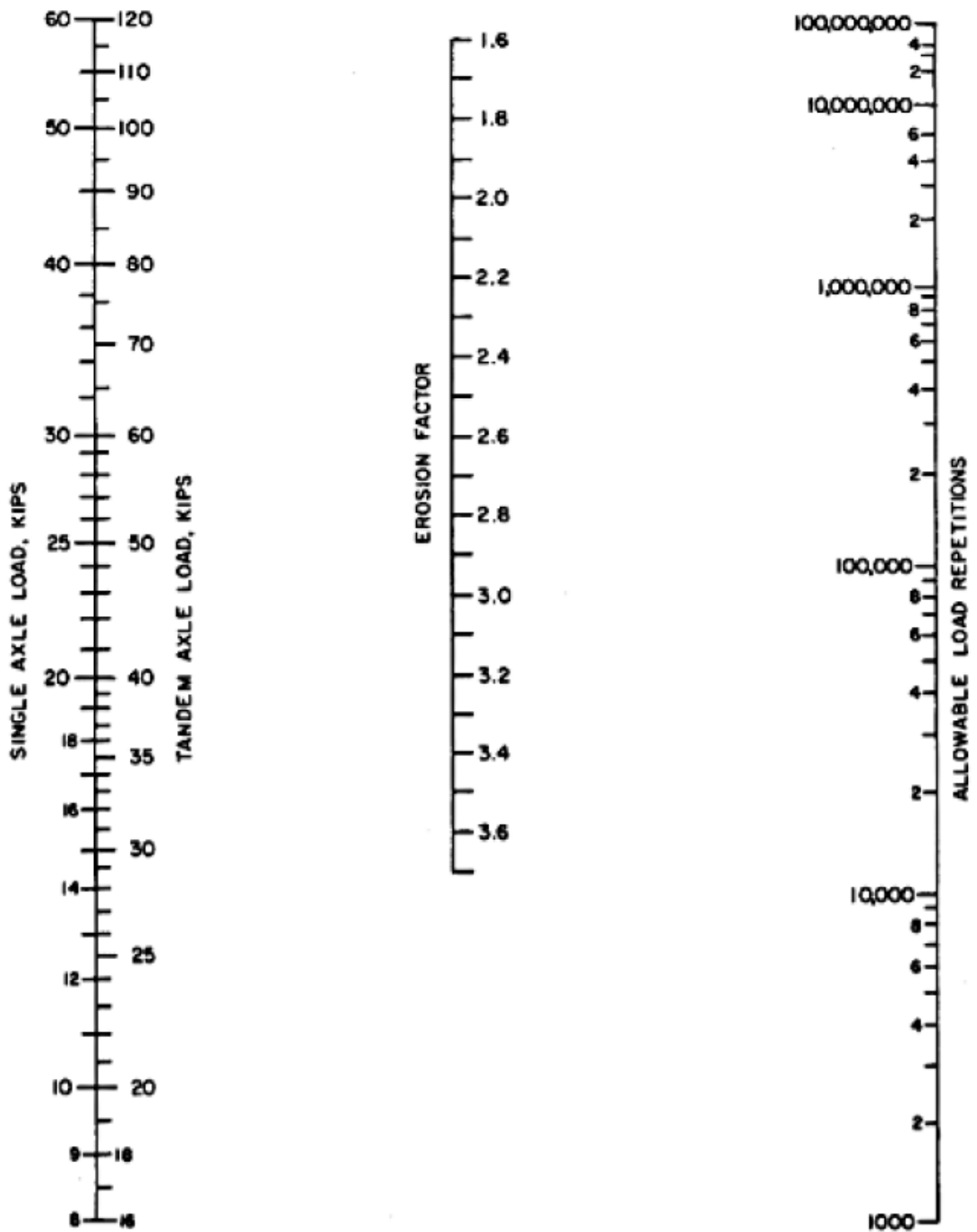


Figura N° 11: Análisis por erosión, número tolerable de repeticiones de carga (con berma de hormigón)

Fuente: (Tizanodo y Zavaleta, 2020)



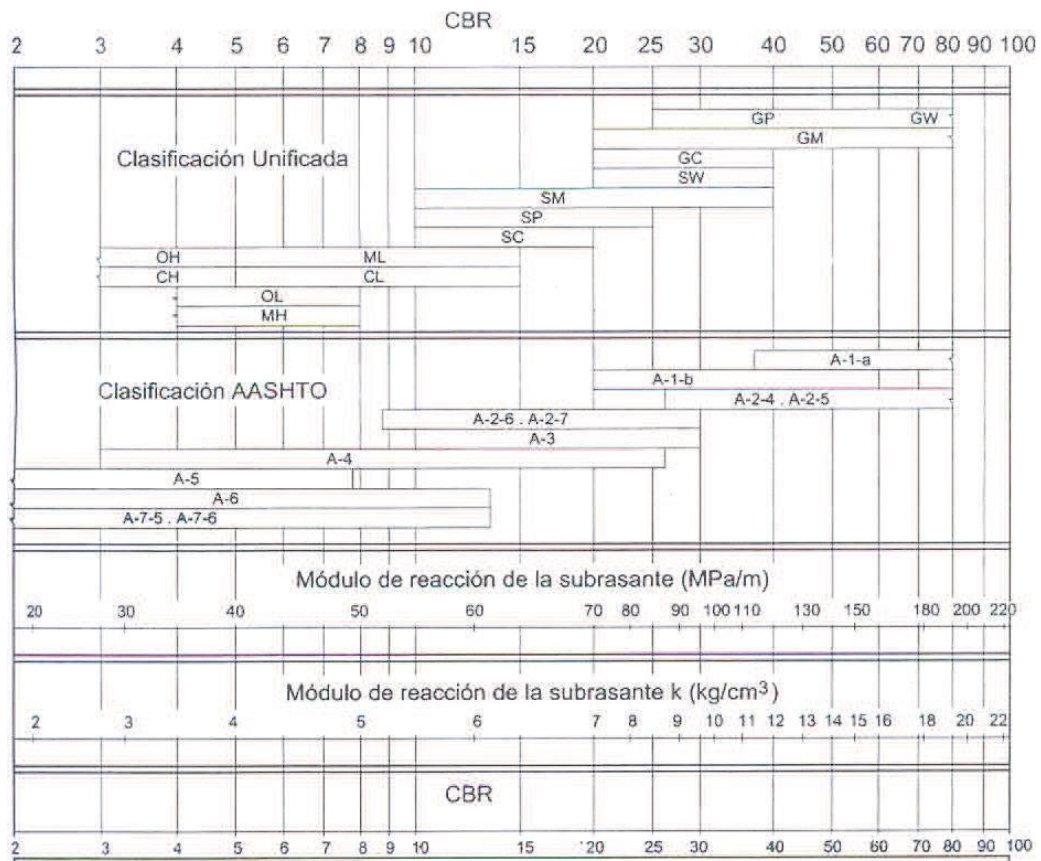
La comparación entre la metodología AASTHO 93 y PCA para diseño de pavimentos rígidos. La principal diferencia entre las metodologías estudiadas en la presente investigación se fundamenta en los espesores resultantes que cada una de las metodologías pueda obtener, este dato o información comúnmente es menor cuando se aplica la metodología PCA, no obstante, de acuerdo con la literatura científica e investigaciones desarrolladas se ha determinado que para el caso de losas gruesas cuyo espesor superan los 200 mm, el método PCA obtiene como resultados espesores de losa más delgados que el método AASHTO 93, Pero para losas más delgadas este último método otorgan los mejores resultados, de ello se puede deducir que la diferencia entre ambas metodologías no son muy significativas por lo que amerita siempre realizar una investigación comparativa (Rrajib, Mallick y Tahar, 2019).

#### **2.1.5. Problemas de diseño**

En el diseño de los pavimentos rígidos se pueden presentar varios problemas, uno de ellos es el medio ambiente la misma que puede afectar con varias variables: humedad, diferencia de temperatura, etc., Otros problemas que pueden darse son los métodos constructivos, Con los problemas económicos y la calendarización del término de la pavimentación. También constituye un problema de diseño cuando no se selecciona bien los materiales que se van a utilizar, específicamente relacionados con la calidad de la misma, otro problema es la parte operativa, es decir la capacidad de los procesos constructivos que van a ejercer cada 1 de los operarios, también se puede tener en cuenta la metodología del proceso constructivo. todos estos problemas se deben tener en cuenta en el momento de diseño de un pavimento rígido (Rajib, Mallick y Tahar, 2019).

**CBR:** Se denomina CBR (Ensayo de Soporte de California) al parámetro de resistencia que ejerce el suelo mediante ensayos o laboratorios en el mismo medio y teniendo en cuenta las condiciones de humedad debidamente controlada (NTP 339.175, 2002). Estas normas alcanzan todos los procesos y consideraciones normativas que debe presentar el suelo reproducción a un

número indicado que al compactar las muestras el suelo de estudio a un porcentaje de humedad considerado como óptimo de Ensayo de Proctor Modificado (Duque, 2002).



**Figura N° 12:** Correlacional CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección: Suelos y Pavimentos, Pág. 267.

**Normativa peruana de diseño de pavimentos.** También existe una normativa hecha en el país denominada Norma peruana CE.010 y tiene establecido que su uso debe aplicarse en todo el territorio nacional. esta norma tiene como finalidad, el establecimiento de cada uno de los requerimientos específicos y necesarios para el diseño recursos materiales, proceso constructivo, así como el mantenimiento de los pavimentos urbanos y rurales con el objetivo de asegurar la calidad de los pavimentos (M.T.C.- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020).

Esta norma se centra en que con el diseño se logre una adecuada y óptima ejecución del estudio de mecánica de suelos, además de ello alcanza información para la realización de los estudios que se van a realizar en el campo, estudios a realizar en los laboratorios, especifica los requisitos de las características de los materiales, así como el control de calidad durante el proceso constructivo de los pavimentos. Asimismo, también alcanza metodologías totalmente aceptadas y desarrolladas dentro del país, factores que los diseñadores deben considerar en las especificaciones técnicas de la construcción del pavimento en función al tipo de vía, por último, esta norma también trata sobre la elaboración de los documentos de los proyectos de pavimentación denominado informe técnico los planos de pavimentos y cualquier tipo de secciones y detalles que implique el proyecto (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020).

### **PCA (Portland Cement Association)**

Es una metodología que permite la orientación y guía en el diseño de pavimentos, se fundamenta en el uso de láminas, monogramas y tablas en el cálculo del óptimo espesor del pavimento en función a la carga indicada por el índice de tránsito habilidad y de frecuencia de vehículos para el diseño, con este método se busca obtener la reducción del costo total en la construcción del pavimento, así como en su respectivo mantenimiento (Hass & Hudson, 2016). Asimismo, esta metodología también estudia y analiza la fatiga del pavimento en función al espesor mínimo de diseño, lo cual va a servir para el control de la aparición de fisuras y grietas como causa de la fatiga. también considera el estudio y análisis de la erosión entre otras patologías que se pueden presentar en el pavimento (Portland Cement Association, 1984).

Esta metodología puede ser usada en pavimentos de concreto simple con juntas, también en pavimentos de concreto con armado de barras transversales, pavimentos de concreto continuamente reforzado, etc. La aplicación de esta metodología considera también tener en cuenta el tipo de pavimento rígido y cada una de sus capas que va a contener (Calo, 2012).

Parámetros de Diseño del espesor del Pavimento rígido: Esta metodología considera los siguientes parámetros de diseño de espesor de pavimento: módulo de rotura (MR), módulo de reacción de la sub rasante (K), características del tránsito, así como, su proyección futura ligado a la duración del proyecto (Calo, 2012).

Durante la aplicación de esta metodología es necesario que se conozca los tipos de vehículos que van a transitar, la frecuencia de tránsito, la cantidad de vehículos por unidad de tiempo, la cantidad de carriles de la vía en ambos sentidos. Factor de distribución por dirección: 1 sentido= 1, 2 sentidos= 50%. Factor de distribución por carril (Saltaren, 2020).

También se debe tener en cuenta el incremento del tráfico durante todo el tiempo de proyección del proyecto, que generalmente pueden ser entre 20 y 50 años. otro factor a considerar es la distribución de ejes de carga, debido a que estos varían en la cantidad de transmisión de carga, y pueden clasificarse en, simples tándem o trídem, la cantidad de ejes con determinada carga se agrupan para cada 2 kips en el caso de ejes simples y para cada 4 kips en el caso de los tándems o trídem (Menéndez, 2012).

### **Periodo de diseño**

Se denomina período de diseño a la cantidad de tiempo que va a durar el producto cuando sea ejecutado, dado que PCA no tiene muy en claro la concepción de vida útil de un pavimento, dicho valor suele variar en función de cuán bien diseñado está el proyecto, cómo se realiza el proceso constructivo y la calidad de los materiales elegidos. en ese sentido, si se ha realizado muy bien todas estas consideraciones, es bastante probable que el período de diseño pueda llegar a durar entre 40 y 50 años; también se debe tener en cuenta el tratamiento externo humano que le da a este producto. el período de diseño es muy importante porque en consideración a ello se van a asignar el tipo de diseño, la calidad de los materiales, control del proceso constructivo, entre otros factores (Belda, 2011).

**Proceso de diseño.** Se denomina proceso de diseño a la realización del conjunto de actividades que se ejecutan para concretar el diseño. este proceso puede tener varias etapas, en primer lugar, determinar el espesor del pavimento, establecer el módulo de rotura, la transferencia de cargas en cada 1 de los paños, así como el confinamiento lateral. teniendo en cuenta todas estas consideraciones se inicia el proceso de diseño iniciando con la verificación de los análisis de fatiga y erosión (Belda, 2011):

**Verificación por Fatiga.** verificación por fatiga consiste en determinar el esfuerzo de tensión equivalente, en este caso se utilizan las siguientes figuras en función si el pavimento dispone o no de bermas de concreto como medio mecánico de confinamiento lateral, en ese sentido con él K combinado se ingresa en espesor de concreto, luego ver sí esto se trata de un eje simple o doble.

### **Dimensiones**

**Estudio de suelos:** Consiste en la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a la estructura mecánica de un determinado suelo con la finalidad de conocer sus propiedades mecánicas, su constitución química orgánica e inorgánica y de esta manera conocer sus atributos mecánicos para poder realizar una determinada construcción civil sobre dicho suelo. Implica utilizar las teorías sobre el comportamiento de los suelos sujetas a cargas, basadas en simplificaciones necesarias dado el estado actual de la teoría, realizar investigaciones de las propiedades físicas de los suelos, así como aplicar conocimientos teóricos, práctico y experimentales sobre problemas que pudieran encontrarse en la mecánica de los suelos (Nikolaides, 2015). En el estudio de suelos se realizan los siguientes cálculos: Análisis Granulométrico, Contenido de Humedad, Límites de Consistencia, Esfuerzo Modificado y Ensayo de la Relación de Soporte de California(CBR).

**Estudio topográfico:** Es la aplicación de los principios y métodos en la determinación de las posiciones relativas de puntos de la superficie del terreno, para ello se utilizan tres elementos del espacio, largo, ancho y

elevación. Se fundamenta en la Geometría y la Topografía (Navarro, 2008, p. 73). El estudio topográfico implica realizar el levantamiento topográfico, diseñar los planos de planta y perfil, diseñar los planos de secciones transversales y diseñar planos clave del diseño final (Juárez y Rico, 2005)

**Diseño vial:** Esta dimensión consiste en la realización de la estimación del periodo de diseño, llevar a cabo la evaluación del tráfico anual de la vía objeto de estudio, determinar la confiabilidad  $R$  y la desviación estándar total  $S_o$ , también implica establecer el módulo de reacción efectivo de la subrasante  $k$ , calcular la pérdida de serviciabilidad de diseño, así como calcular el espesor de la losa (Milind y Kadam, 2016).

**ASHHTO 93:** es una metodología de diseño estructural que estudia técnica y sistemáticamente la estructura de los suelos y que ha contribuido con el desarrollo de tablas, gráficos y formulas (Salamanca, Zuluaga y Chaves, 2014). Esta metodología está en constante evolución y estudio del suelo, ha logrado desarrollar teorías mecanicistas en donde ha establecido diversos indicadores de un diseño y ha elaborado un Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos. De acuerdo con esta metodología, se realizan los siguientes cálculos: Módulo de reacción de la subrasante ( $k$ ), Módulo de rotura del concreto ( $S_c$ ), Coeficiente de transferencia de carga ( $J$ ), Coeficiente de drenaje ( $C_d$ ), Módulo de elasticidad ( $E_c$ ) (ASHHTO, 1993).

**Guía Portland Cement Association (PCA):** Esta metodología sirve para el diseño de la estructura de una vía, para su aplicación se quiere de los siguientes cálculos: Módulo de reacción de la subrasante ( $k$ ), Módulo de rotura del concreto ( $S_c$ ), Tipo de tránsito y proyección futura, Verificación por fatiga, Factor de tensión, Porcentaje de fatiga consumida, Verificación por erosión, Carga admisible para el análisis de erosión (Portland, Cement Association, 1984)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Enfoque de la investigación:**

La presente investigación fue de enfoque cuantitativo porque las variables y dimensiones comparativas se midieron en números, los datos de laboratorio y ensayo también fueron numéricos. Desde el punto de vista externo de acuerdo a los objetivos planteados la investigación tiene el propósito de comprobar el tipo de método de comparación entre AASHTO y PCA, y el conveniente para la definición de espesores de losa o pavimento rígido (Ticona, 2021).

##### **3.1.2. Tipo de investigación**

###### **3.1.2.1. Tipo de investigación por el propósito**

El tipo de investigación según su propósito fue teórico porque se han tomado los conocimientos científicos metodológicos de dos técnicas de construcción de asfalto rígido para luego comparar sus resultados y tomar una decisión de adopción de una de ellas, la que presente el mejor método diseño de construcción (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

###### **3.1.2.2. Tipo de investigación por el diseño**

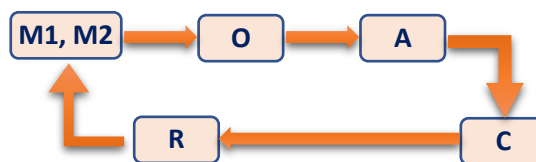
El tipo de investigación por el diseño fue comparativo porque se han comparado dos metodologías de construcción AASHTO 93 y guía Portland Cement Association con la finalidad de seleccionar a la que presente mejores indicadores de construcción en cuanto a tiempos y costos en el proceso de construcción del asfalto rígido (Carrasco, 2009).

###### **3.1.2.3. Tipo de investigación por el nivel**

El tipo de investigación por el nivel fue del tipo descriptivo porque se ha descrito cada uno de los procesos que aplican las metodologías AASHTO 93 y guía Portland Cement Association, así como también, se han descrito las comparaciones realizadas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

### 3.1.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación es el esquema que se adopta para establecer un mejor control de las variables del estudio, que pueden ser extensivos a los estudios descriptivos o transversales (Sánchez, 2015), es por ello que la investigación es descriptiva porque se ha plasmado cada uno de los procesos que aplican las metodologías AASHTO 93 y guía Portland Cement Association (PCA), así como también, se han descrito las comparaciones realizadas (Carrasco, 2009). El esquema del diseño de la investigación fue el siguiente:



**Donde:**

**M1, M2** = Elementos de comparación

**O** = Observación

**A** = Análisis

**C** = Comparación

**R** = Resultados

## 3.2. Operacionalización de variables.

### 3.2.1. Variables

Son atributos, propiedad o cualidad que manifiesta de un objeto o fenómeno que puede adoptar un número, valor o categoría, la cual debe convertirse a formas concretas observables o manipulables, susceptibles de ser medidas, cualquier acontecimiento, situación, conducta o características individual, puede ser considerada una variable, de ello se desprenden los indicadores (Sánchez, 2015). La variable es el análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland Cement Association: Es la comparación de las metodologías en función a las técnicas constructivas que utiliza para la construcción del pavimento rígido para una determinada sección de vía (Suarez, 2017).



### 3.2.2. Matriz de clasificación de variables

**Variable dependiente**, se refiere al fenómeno que se intenta explicar y que es objeto de estudio a lo largo de la investigación (Sánchez, 2015), considerando para la presente investigación como variable dependiente la evaluación técnica, llegando a basarnos en la comparación y la caracterización, a través de medición, calculo, y comparando la propuesta de solución del espesor optimo del pavimento en la Av. Gamarra.

**Variable Independiente**, es la variable en la cual se investiga, observa, controla o manipula para conocer los efectos que genera en la variable dependiente (Sánchez, 2015), para la presente investigación se plasma como variable independiente el análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland Cement Association (PCA)

**Tabla 22:** Matriz de clasificación de variables

Variable	Tipo				Escala
	Enfoque	Propósito	Nivel	Diseño	
Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland Cement Association (PCA)	Cuantitativo	Teórico	Descriptivo	Comparativo	Numérico, Razón o ratios

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3. Matriz de operacionalización de variables

Es donde se presenta de manera lógica la relación entre el problema, el constructo teórico, las hipostasis, las variables, los indicadores y la escala de medida que se adoptara para cada indicador (Sánchez, 2015). Permite construir con tenacidad y rigor científico los problemas, objetivos e hipótesis generales y específicas en relación a las variables ya sea dependiente o independiente (causa y efecto), se consolida el grado de coherencia, concatenación e interrelación de una variable con otra, de una dimensión con otra, conexión lógica que se expresa desde el título, el problema, los objetivos e hipótesis (Marroquín, 2012).

**Tabla 23:** Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Análisis comparativo de pavimento rígido mediante ASHHTO 93 y guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz	Es el estudio en donde se comparan diversas características o funcionalidades de dos o más elementos a comparar, así como también en función de costos (Acuña y Acuña, 2019)	La variable Análisis comparativo de pavimento rígido mediante ASHHTO 93 y guía Portland Cement Association (PCA) se van a medir en función de cada uno de los indicadores de cada una de las dos metodologías	<b>Estudio topográfico</b>	Plano levantamiento Topográfico	Cuantitativa, de razón, numérica
				Diseño de planos de planta y perfil	
				Diseño de planos de secciones transversales	
				Diseño de planos clave del diseño final	
			<b>Estudio suelos</b>	ASTM D 422 Análisis Granulométrico	
				ASTM D 2216 Contenido de Humedad	
				ASTM D 4318 Limistes de Consistencia	
				ASTM D 1557 Esfuerzo Modificado	
				ASTM D 1883 Ensayo de la Relación de Soporte de California - CBR	
			<b>Diseño vial mediante la metodología AASHTO 93</b>	Resistencia de la subrasante K (Mpa/m)	
				Cargas de tránsito (Tonelada)	
				Periodo de Diseño (Años)	
				Coficiente de Transferencia de Carga (J)	
Serviciabilidad (P). Determinar la pérdida de serviciabilidad de diseño					
Coficiente de drenaje (C <sub>d</sub> )					

				Confiability (R)	
				Factor de seguridad ( $F_s$ )	
			<b>Diseño Vial mediante la Guía Portland Cement Association (PCA)</b>	Resistencia de la Subrasante K (Mpa/m)	
				Cargas de transitito (Tonelada)	
				Periodo de diseño (Años)	
				Módulo de Elasticidad del concreto (E)	
				Factor de Seguridad ( $F_s$ )	
				Cálculo del California bearing ratio (CBR)	
				Módulo de resiliencia	
				Módulo de la Reacción de la Subbase	
				<b>Análisis comparativo mediante el método AASHTO 93 y la guía Portland Cement Association (PCA)</b>	Tipo de tránsito y proyección futura
			Verificación por fatiga		
			Porcentaje de fatiga consumida		
			Verificación por erosión		
			Evaluar el tráfico para el Periodo de Diseño		
			Obtener el espesor de la losa de concreto D (ábaco o fórmula).		
			Espesor de la sub base granular (cm)		
			Espesor del pavimento rígido (cm)		

Fuente: Elaboración propia

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Es el total de un conjunto de elementos o casos, sean estos individuos, objetos o acontecimientos, que comparten características o un criterio, pueden ser identificadas en alguna área de interés para ser estudiados (Sánchez, 2015).

El universo de estudio para esta investigación está conformado por toda la extensión de la Av. Gamarra desde la Av. Raymondi hasta el Jr. Sucre y desde el Jr. 28 de Julio hasta la Av. Villón, del distrito y provincia de la ciudad de Huaraz, esta avenida tiene una dimensión de 1679.17 ml estructurado en 16 cuadras, ambos lados tanto lado izquierdo como lado derecho.

#### **3.3.2. Muestra**

Son elementos que conforman el universo o población que se quiere estudiar y del cual se extrae una muestra, pueden ser individuos o personas, hogares, instituciones y cualquiera otra cosa susceptible de ser investigada. (Sánchez, 2015).

La muestra para la investigación está conformada por una parte de la Av. Gamarra desde la Av. Raymondi hasta el Jr. Sucre y desde el Jr. 28 de Julio hasta la Av. Villón, específicamente por 11,695.66 m<sup>2</sup> estructurado en 16 cuadras, es no fortuito porque está definido por el método AASHTO 93 y PCA, con característica no probabilística, muestreo dirigido y/o intencional compuesto para el diseño el método AASHTO 93 y PCA, la cual es el más utilizado y el más práctico, estará comprendido en el estudio de suelos, estudio de tráfico, estudio topográfico, que son en base a mediciones, análisis de estudio.

#### **Unidad de análisis**

Para la investigación se tomará como unidad de estudios la subrasante conformada por una parte de la Av. Gamarra desde la Av. Raymondi hasta

el Jr. Sucre y desde el Jr. 28 de Julio hasta la Av. Villón y el tránsito vehicular, luego se tomarán la extracción de muestra de la subrasante la cual pasarán a ser analizados y medidos.

### **3.3.3. Muestreo**

Conjunto de casos o individuos extraídos de una población por algún sistema de muestreo probabilístico o no probabilístico (Sánchez, 2015). En este caso se basará en la toma de muestras de la subrasante de varias partes de la Av. Gamarra desde la Av. Raymondi hasta el Jr. Sucre y desde el Jr. 28 de Julio hasta la Av. Villón y el tránsito vehicular a nivel de conteo.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **3.4.1. Técnica de la observación**

Los datos fueron obtenidos a través de la observación directa, con este proceso se pudo captar las áreas de estudio y datos a medida que ocurrieron (Tamayo, 2004). Técnica de cálculo de cada uno de los procesos: Estudio topográfico, estudio de suelos, cálculos del Módulo de reacción de la subrasante ( $k$ ), Módulo de rotura del concreto ( $Sc$ ), Coeficiente de transferencia de carga ( $J$ ), Coeficiente de drenaje ( $Cd$ ), Módulo de elasticidad ( $Ec$ ) (ASHHTO, 1993); y Módulo de reacción de la subrasante ( $k$ ), Módulo de rotura del concreto ( $Sc$ ), Tipo de tránsito y proyección futura, Verificación por fatiga, Factor de tensión, Porcentaje de fatiga consumida, Verificación por erosión, Carga admisible para el análisis de erosión (Portland, Cement Association - PCA, 1984).

La técnica de la observación y análisis implicó la elección de características a medir del objeto de estudio y de cada uno de los procesos de cálculo que exige ambas metodologías (Silvestre y Huamán, 2019). Durante la observación se hizo uso de una lista de observación de los datos e información para cada uno de los indicadores de cálculos que requiere cada una de las metodologías estudiadas.

### **3.4.2. Instrumento de recolección de datos**

Los datos en la presente investigación se recogieron de cada uno de los ensayos o laboratorios realizado en las metodologías ASHHTO 93 y PCA, en donde los valores de proceso y cálculo para cada uno de los procesos metodológicos de las metodologías indicadas registraron en un check list, instrumento que ya han sido utilizado por diversos investigadores.

Debido a que el instrumento no ha sido diseñado por el equipo investigador, sino que se ha utilizado los mismos instrumentos que ya han sido utilizados en investigaciones antecedentes anteriores (Canahuirí, 2021), en ese sentido, la validez del instrumento y la confiabilidad del mismo no fue necesario determinarla. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El instrumento de esta investigación nos ayudara en la recolección de información de datos analizados en laboratorio, en campo con topografía e informes técnicos con cálculos y resultados (Suica, 2020, pág. 24). Para ello será requerido lo siguiente a nivel de resultados, equipos a utilizar.

- ❖ Análisis de los ensayos del CBR realizados laboratorio (NTP 339.145).
- ❖ Análisis de ensayos Límites de Consistencia
- ❖ Análisis de los ensayos Granulométrico por tamizado
- ❖ Análisis de los ensayos Análisis Contenido de Humedad
- ❖ Análisis de los ensayos Análisis Conteo vehicular (IMD).
- ❖ Análisis de los ensayos Análisis Datos estadísticos de SENAMHI
- ❖ Cámaras fotográficas
- ❖ Laptop
- ❖ Lapiceros
- ❖ Papel bond A4
- ❖ Tablero A4
- ❖ Equipo de protección personal
- ❖ Estación total calibrado con sus prismas, jalones y trípode.

### **3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos**

El instrumento utilizado en la presente investigación ya ha sido aplicado por varios investigadores, en ese sentido, no se van a validar el instrumento porque no ha sido diseñado por el investigador (Tamayo, 2004).

#### **3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos**

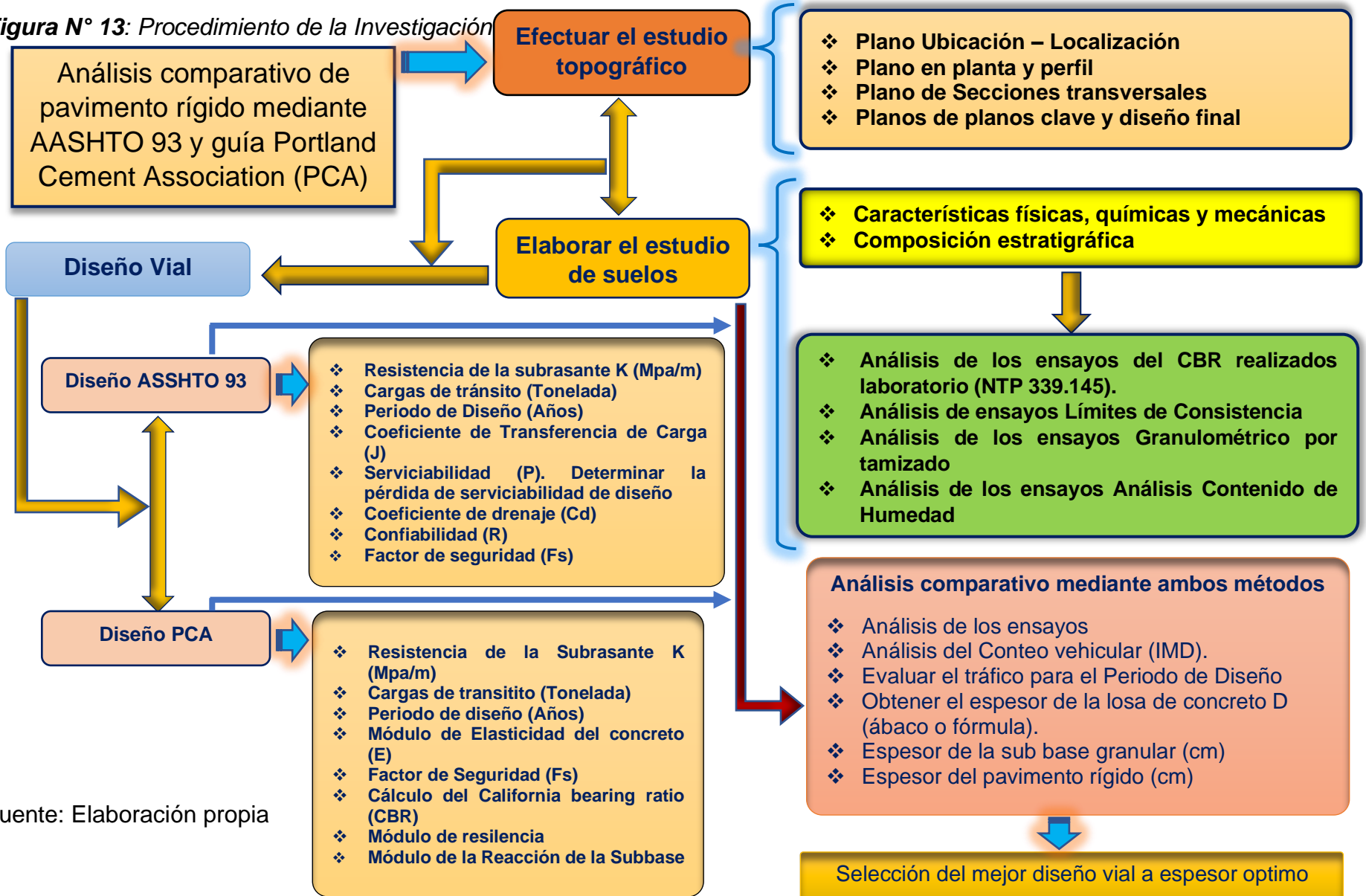
El instrumento utilizado en la presente investigación ya ha sido aplicado por varios investigadores, en ese sentido, no se van a determinar la confiabilidad del instrumento porque no ha sido diseñado por el investigador (Tamayo, 2004)

#### **3.5. Procedimiento**

Los procedimientos son un conjunto de desarrollo de actividades y procesos que el investigador tiene que desarrollar para que se pueda alcanzar los objetivos planteados en el estudio (Hernández, Fernández y Baptista – 2014). En ese sentido, los procedimientos que se han desarrollado en la presente investigación fueron: Búsqueda del problema, identificación del problema, reunión de trabajo con las autoridades del proyecto de pavimentación. Identificación de las metodologías a comparar, elaboración del planteamiento del problema, formulación del problema, justificación del estudio, establecimiento de los objetivos e hipótesis. Elaboración de los fundamentos teóricos, redacción de la metodología.

En la parte operativa se realizará el estudio topográfico, estudio de suelos, cálculos del Módulo de reacción de la subrasante ( $k$ ), Módulo de rotura del concreto ( $Sc$ ), Coeficiente de transferencia de carga ( $J$ ), Coeficiente de drenaje ( $Cd$ ), Módulo de elasticidad ( $Ec$ ), cálculo del Módulo de reacción de la subrasante ( $k$ ), Módulo de rotura del concreto ( $Sc$ ), Tipo de tránsito y proyección futura, Verificación por fatiga, Factor de tensión, Porcentaje de fatiga consumida, Verificación por erosión, Carga admisible para el análisis de erosión. Se continuó con la elaboración de los resultados de la investigación, discusión, conclusiones, recomendaciones, resumen y abstract. A continuación, se observa en la figura el procedimiento a desarrollar.

Figura N° 13: Procedimiento de la Investigación



Fuente: Elaboración propia



### **3.6. Método de análisis de datos**

#### **3.6.1. Técnica de análisis de datos**

El procesamiento de la información se efectuó haciendo uso de la hoja de cálculo Microsoft Excel en donde se realizaran los cálculos de Estudio topográfico, estudio de suelos, cálculos del Módulo de reacción de la subrasante ( $k$ ), Módulo de rotura del concreto ( $Sc$ ), Coeficiente de transferencia de carga ( $J$ ), Coeficiente de drenaje ( $Cd$ ), Módulo de elasticidad ( $Ec$ ) (ASHHTO, 1993); y Módulo de reacción de la subrasante ( $k$ ), Módulo de rotura del concreto ( $Sc$ ), Tipo de tránsito y proyección futura, Verificación por fatiga, Factor de tensión, Porcentaje de fatiga consumida, Verificación por erosión, Carga admisible para el análisis de erosión (Portland, Cement Association, 1984). Estos datos se elaborarán los gráficos y los ábacos, los mismos que serán comparados.

La metodología realizada en el desarrollo del presente estudio radicó llevar a cabo el cumplimiento a los objetivos trazados, para ello se recopiló información de las investigaciones antecedentes; en esta etapa se realizó la búsqueda, organización, análisis y validación de los datos de las dos metodologías de comparación, todos los datos e información pertinente ayudó en el logro de los objetivos de la presente investigación.

##### **3.6.1.1. Estadística descriptiva**

El procesamiento de los datos en función de los resultados obtenidos en cada una de las metodologías ASHHTO y PCA fue desarrollado aplicando la estadística descriptiva, específicamente para determinar a la metodología que presentó mejores indicadores de diseño de construcción del pavimento rígido para la Av. Gamarra de la ciudad de Huaraz.

### **3.7. Aspectos éticos**

En el desarrollo del proceso investigativo se ha respetado escrupulosamente la propiedad intelectual de los autores cuyos escritos forman parte de la presente investigación mediante las citas conforme a la metodología indicada,

es decir, no se ha realizado plagio en toda la tesis. se ha cumplido cabalmente los principios éticos Estipulados en los artículos pertinentes para la investigación en el plano internacional, los autores han dado consentimiento a la institución para que este producto sea publicado en la fecha de su publicación. se ha respetado el código de ética implementado por la Universidad respecto a la conducta que Norman las actitudes de cada uno de los investigadores de la Universidad César Vallejo. Se ha respetado el principio de autonomía de los participantes Externos a la presente investigación, se ha aplicado el principio de libertad en función aquí los autores no han hecho Primar sus intereses en los resultados de la investigación, Se ha dado cumplimiento al principio de probidad en la presentación honesta de los resultados. Así mismo, el presente estudio cumple con lo establecido en el artículo 9° en donde se busca que el trabajo investigativo sea original y que se respete la propiedad intelectual de los autores citados. se ha dado cumplimiento al artículo 15° debido a que no se ha falseado los datos en el procesamiento y en los resultados.

### **3.8. Desarrollo y/o resultados**

El área de estudio contempla a la necesidad de que las calles se encuentran en mal estado, ya que los carriles y/o calzadas presentan deterioros como son agrietamientos, hundimientos, bacheos, es por ello que se ha realizado los trabajos de investigación al haber cumplido su vida útil de más de 20 años, habiendo contrastado que el tránsito vehicular es el más afectado de la Av. Gamarra se realiza la investigación correspondiente.

#### **Ubicación de la investigación.**

El proyecto de investigación para la presente tesis se ubica en la Av. Gamarra desde la Av. Raymondi hasta el Jr. Sucre y la segunda parte desde el Jr. 28 de Julio hasta la Av. Villón, específicamente en 16 cuadras con una dimensión de 1679.17 ml aproximadamente en ambos sentidos.

#### **Ubicación geográfica del proyecto:**

Departamento : Ancash

Provincia : Huaraz  
Distrito : Huaraz  
Área de Intervención : Soledad Baja

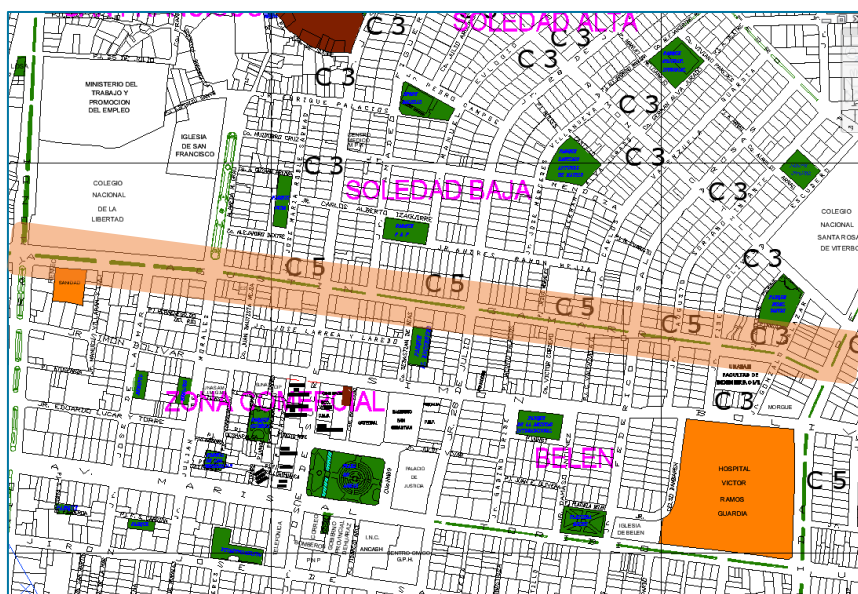
**Figura N° 14: Mapa Provincial**



Fuente: <https://1.bp.blogspot.com/-bRSQSwgm9b8/W5BbQUYz3RI/AAAAAAAMyG/hbjnQnogu40DsUJxi1YfWUrXhkDszB uACLcBGAs/s1600/Huaraz.jpg>

El área de la obra se encuentra ubicada dentro del casco urbano de la ciudad de Huaraz, en el Barrio de Soledad Baja, teniendo accesibilidad desde el centro de la ciudad (Plaza de Armas) por la Av. Pedro Villon en dirección Noreste, luego por la Av. Antonio Raymondi (dirección al sur) finalmente la Av. Gamarra.

**Figura N° 15: Ubicación Mapa Distrital**



Fuente: Elaboración propia

### 3.8.1. Estudio topográfico

#### a) Topografía:

El estudio en topografía comprende en el levantamiento de las áreas a intervenir, sus referencias y BM's, a partir de ello se realizará los trabajos de replanteo y otros de topografía con georreferenciación requeridos durante la ejecución de los trabajos, que incluye el trazo de las modificaciones tales como el levantamiento a detalle, ya que es una calle urbana, correspondientes a las condiciones reales encontradas en el terreno. Se ha realizado el levantamiento de la Av. Gamarra con el debido cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento topográfico.

En la topografía se verá la altimetría y la planimetría para verificar las pendientes, el ancho de vía, las veredas y demás obras de arte existente.

Antes del inicio de los trabajos se debe verificar la visibilidad para la ubicación de los puntos de control geodésico, el sistema de campo utilizado, los monumentos, sus referencias, los tipos de marcas en los soportes, los colores y las protecciones implementadas en cada caso, además de ello se debe manejar las tolerancias respectivas.

**Tabla 24:** Tolerancias para Trabajos de Levantamientos Topográficos, Replanteos y Estacado en Construcción de Carreteras

Tolerancia de Fase de Trabajo	Tolerancia Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	1:100 000	± 5mm.
Puntos de Control	1:10 000	± 5mm.
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1:5 000	± 10 mm
Otros puntos del eje	± 50 mm	± 100 mm
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm	± 100 mm

Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	$\pm 50$ mm	$\pm 20$ mm
Muros de contención	$\pm 20$ mm	$\pm 10$ mm
Límites para roce y limpieza	$\pm 500$ mm	-
Estacas de subrasante	$\pm 50$ mm	$\pm 10$ mm
Estacas de rasante	$\pm 50$ mm	$\pm 10$ mm

e = Error relativo en milímetros, k = Distancia en Kilómetros

Fuente: "Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción" (EG-2013)

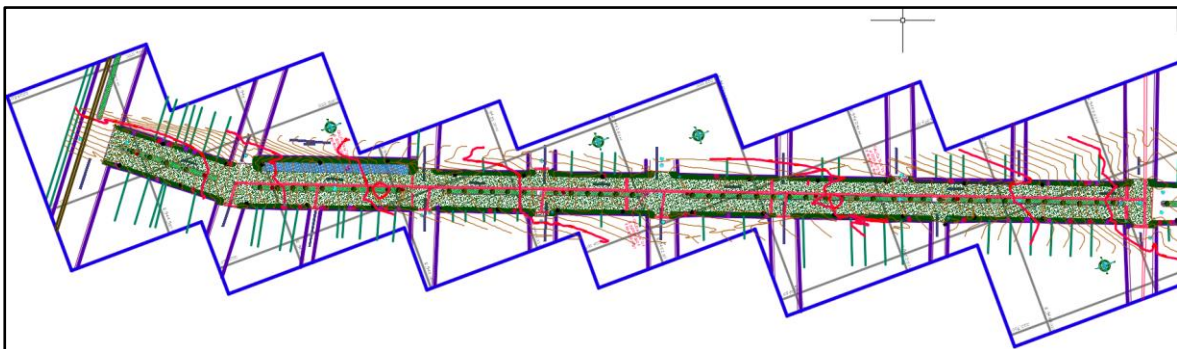
**Tabla 25:** Parámetros para la poligonal

Poligonal			
Descripción	Primaria	Secundaria	Terciaria
Precisión planimétrica	1: 20000	1:10000	1:5000
Precisión altimétrica	$10 \sqrt{k}$ mm	$10 \sqrt{k}$ mm	$10 \sqrt{k}$ mm
Extensión del levantamiento longitudinal	15 tramos ó $L_{\min} = 0.8$ km	15 tramos ó $L_{\min} = 0.3$ km	25 tramos ó $L_{\min} = 0.15$ km

Fuente: Curso completo de topografía (SENCICO)

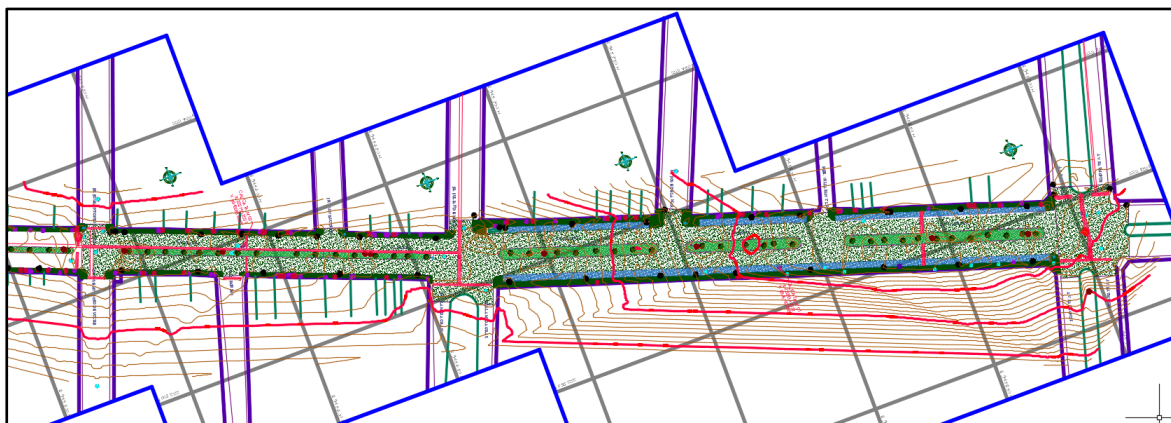
Para el caso de la presente tesis se ha tomado una poligonal abierta, ya que se toman diferentes calles en dos tramos, la primera parte de la Av. Gamarra desde la Av. Raymondi hasta el Jr. Sucre y la segunda parte desde el Jr. 28 de Julio hasta la Av. Villón, específicamente en 16 cuadras con una dimensión de 1679.17 ml aproximadamente para el levantamiento longitudinal.

**Figura N° 16:** Topografía en planta de la Av. Gamarra (Primer tramo)



Fuente: Elaboración Propia

**Figura N° 17:** Topografía en planta de la Av. Gamarra (Segundo tramo)



Fuente: Elaboración Propia

Para el levantamiento topográfico de la vía, se utilizaron los equipos siguientes:

- ✓ Una estación total Topcom ES-105, con trípode y tres prismas.
- ✓ Un nivel de ingeniero Leica NA532, con dos miras.
- ✓ GPS GARMING Navegador
- ✓ Dos radios comunicadores Motorola 405
- ✓ Wincha metálica.
- ✓ Tres bastones para prismas

La aplicación de la tecnología facilita los trabajos a gran escala en cuanto a la medición, tanto altimétrica como planimétrica, llegando a la precisión del levantamiento topográfico.

Los anchos de las calles y de la vía son acondicionados al físico real existente y que son plasmados por las diferentes viviendas construidas, poseyendo las dimensiones en ancho y pendientes definidas las cuales se puede mejorar ligeramente. El ancho de la calle es aproximadamente de 6.60 m de vía aprox. y 1.80 m de berma con veredas de 1.20 m de ancho.

#### **b) Escala y planos:**

Para la presente tesis se presenta los siguientes planos, tales son: Plano levantamiento topográfico, diseño de planos de planta y perfil, diseño de planos de secciones transversales, diseño de planos clave

del diseño final. Las escalas se plasmarán por cada tipo de lámina y estarán determinadas para la correcta lectura y visibilidad.

### c) Procedimiento del levantamiento topográfico en campo

Para los trabajos de topografía se de la presente investigación se usaron a partir de las coordenadas proporcionadas por la estación total y del GPS, se realizó los trabajos tomando en cuenta la poligonal abierta. Según el manual para el Diseño de Carreteras pavimentadas de Bajo Volumen de Transito del MTC la tolerancia en poligonales o redes de apoyo es de 1/10000, como Error Relativo y una distancia máxima de 0.5 km por lado de la poligonal. (Acuña, 2019).

### d) Datos de la poligonal

Para lo cual se realiza la poligonal con nivel de ingeniero, realizando el levantamiento topográfico a nivel de altimetría llegando a calcular con el mínimo error.

Para la investigación se aplicó la nivelación geométrica, ya que es el mas preciso y se puede verificar directamente las distancias verticales o alturas a través de la tangente a hacia la superficie de nivel, cumpliendo con las tolerancias mínimas por cada cuota.

**Tabla 26:** Resumen de la Poligonal abierta (BM's) y Poligonal de Apoyo Nivelados

BM's y Ubicación						
ITEM	BM	ESTE	NORTE	UBICACIÓN	COTA (m)	COTA NIVELADA (m)
1	BM_1	222534.000	8945002.000	D	3096.000	3096.517
2	BM_2	222509.712	8944962.372	I	3089.696	3089.907
3	BM_3	222558.686	8945108.302	D	3088.734	3088.759
4	BM_4	222621.724	8945266.958	I	3087.335	3087.584
5	BM_5	222661.269	8945335.244	D	3083.695	3084.330
6	BM_6	222718.444	8945470.820	D	3081.898	3081.344
7	BM_7	222744.478	8945537.776	I	3080.669	3080.679
8	BM_8	222783.569	8945657.391	D	3081.433	3081.566

9	<b>BM_9</b>	222823.608	8945741.353	D	3078.840	3079.213
10	<b>BM_10</b>	222848.005	8945893.173	I	3077.701	3077.545

CIRCUITO DE NIVELACION CALCULADA					
ITEM	CIRCUITO			PRECISION (mm)	
	INICIO CIRCUITO		LLEGADA CIRCUITO	Tolerancia	Obtenido de Campo
				(+/-0.01√K)	
1	<b>BM_1</b>	-	BM_2	0.00707107	0.005
2	BM_2	-	BM_3	0.00707107	-0.005
3	BM_3	-	BM_4	0.00707107	0.000
4	BM_4	-	BM_5	0.00707107	0.005
5	BM_5	-	BM_6	0.00707107	0.003
6	BM_6	-	BM_7	0.00707107	-0.005
7	BM_7	-	BM_8	0.00707107	-0.004
8	BM_8	-	BM_9	0.00707107	0.006
9	BM_9	-	BM_10	0.00707107	-0.002

Fuente: Elaboración propia

En los trabajos realizados de la presente tesis se lograron obtener los datos que sirvieron para la el diseño de la vía, con ello se obtuvo los puntos X, Y y Z a nivel de coordenadas y la altitud, a continuación, se detalla los puntos con su respectivo BM.

**Tabla 27:** Puntos para la planimetría del levantamiento topográfico

Puntos	Norte	Este	Cota	Descripción
1	8945002.000	222534.000	3094.000	E-1
2	8944962.372	222509.712	3096.517	BM_1
3	8944932.362	222462.449	3095.731	A
4	8944933.432	222488.109	3097.815	A
5	8944920.541	222477.729	3097.726	A
6	8944930.485	222461.160	3095.989	C
7	8944935.495	222490.703	3097.940	C
8	8944918.173	222476.930	3097.988	C
9	8944938.060	222468.196	3095.791	S



10	8944939.429	222470.054	3095.854	S
11	8944927.393	222475.253	3097.103	B
12	8944934.126	222488.280	3097.809	LET
13	8944978.301	222518.292	3095.214	CD
14	8944932.868	222488.820	3097.662	S
15	8944934.769	222487.895	3097.552	S
16	8944946.525	222476.550	3096.429	C
17	8944939.777	222492.009	3097.638	P
18	8944945.747	222477.866	3096.522	L
19	8944942.542	222486.131	3096.991	S
20	8944938.615	222491.375	3097.624	CA
21	8944945.656	222478.046	3096.326	A
22	8944943.782	222484.324	3096.771	S
23	8944953.193	222503.692	3097.020	CA
24	8944943.764	222486.146	3097.160	VC
25	8944959.801	222488.111	3096.403	CD
26	8944946.204	222483.833	3096.606	B
27	8944961.157	222488.586	3096.408	CA
28	8944950.768	222481.005	3096.629	CA
29	8944960.889	222489.913	3096.345	P
30	8944962.133	222509.707	3096.525	P
31	8944948.835	222490.134	3097.109	P
32	8944984.160	222508.148	3095.546	P
33	8944973.373	222509.249	3096.109	P
34	8944986.480	222527.605	3094.946	P
35	8944999.203	222513.819	3094.321	P
36	8944999.436	222524.942	3094.450	P
37	8945023.249	222521.900	3093.102	P
38	8945011.463	222537.451	3093.443	P
39	8945053.186	222545.787	3091.812	P
40	8945038.608	222548.178	3092.054	P
41	8945051.435	222531.838	3091.181	P
42	8945065.654	222559.134	3091.065	P
43	8945077.259	222547.729	3090.662	P
44	8945089.755	222568.703	3090.265	P

45	8945105.495	222558.787	3089.947	P
46	8945114.212	222578.319	3089.599	P
47	8945110.832	222577.830	3089.533	AL
48	8945104.856	222575.367	3089.656	AL
49	8945116.684	222560.479	3089.412	AL
50	8945108.500	222576.832	3089.575	AL
51	8945111.179	222570.205	3089.550	AL
52	8945111.906	222570.475	3089.486	AL
53	8945069.798	222553.821	3090.747	A
54	8945070.698	222551.674	3090.765	A
55	8945066.869	222558.851	3090.804	A
56	8945073.191	222546.210	3090.752	A
57	8944961.110	222500.944	3096.382	A
58	8944957.225	222505.520	3096.613	A
59	8944962.634	222499.017	3096.276	A
60	8944966.414	222494.535	3096.054	A
61	8944956.207	222506.975	3096.841	C
62	8944968.982	222494.252	3096.238	C
63	8944974.930	222521.743	3095.698	C
64	8944976.082	222520.392	3095.459	A
65	8944977.429	222522.682	3095.322	A
66	8944985.940	222507.589	3095.465	C
67	8944976.319	222524.541	3095.441	A
68	8944985.332	222509.481	3095.235	A
69	8944974.967	222523.718	3095.538	A
70	8944978.273	222511.472	3095.545	A
71	8944987.512	222510.127	3095.102	A
72	8944978.322	222512.853	3095.509	A
73	8944976.482	222513.133	3095.592	A
74	8944988.335	222509.112	3095.029	A
75	8944981.657	222527.697	3095.129	A
76	8944993.021	222520.987	3094.534	A
77	8944987.178	222508.131	3095.098	A
78	8944982.813	222526.462	3094.932	A
79	8944991.593	222521.464	3094.612	A

80	8944984.409	222526.404	3094.870	A
81	8944992.026	222523.228	3094.544	A
82	8944995.128	222511.954	3094.588	A
83	8944996.401	222508.966	3094.480	A
84	8944990.692	222529.147	3094.505	A
85	8944997.897	222516.451	3094.374	A
86	8944990.226	222530.847	3094.703	C
87	8944984.708	222528.608	3095.113	C
88	8944999.339	222512.762	3094.255	A
89	8944995.183	222514.365	3094.647	A
90	8944999.120	222510.039	3094.587	C
91	8944996.624	222516.021	3094.449	A
92	8945009.245	222529.992	3093.487	A
93	8945010.341	222527.858	3093.451	A
94	8945007.134	222535.563	3093.477	A
95	8945014.339	222518.688	3093.348	A
96	8945015.326	222516.398	3093.565	C
97	8945006.863	222537.384	3093.664	C
98	8945011.925	222539.343	3093.428	C
99	8945016.481	222541.202	3093.157	C
100	8945015.823	222541.055	3093.141	A
101	8945012.566	222539.674	3093.231	A
102	8945012.202	222537.461	3093.203	A
103	8945016.507	222539.742	3092.963	A
104	8945014.763	222532.158	3093.145	A
105	8945018.024	222533.454	3092.982	AL
106	8945018.928	222533.881	3092.933	AL
107	8945016.987	222539.088	3092.926	AL
108	8945016.226	222538.458	3092.974	AL
109	8945025.500	222534.891	3092.869	B
110	8945014.813	222540.436	3093.154	B
111	8944949.819	222501.637	3097.192	C
112	8944942.951	222496.018	3097.481	C
113	8944958.755	222486.251	3096.462	C
114	8944955.117	222506.088	3096.902	C

115	8944961.183	222488.609	3096.374	CA
116	8944966.963	222515.445	3096.210	C
117	8944961.876	222488.696	3096.377	C
118	8944966.513	222513.452	3096.230	CD
119	8944963.125	222490.812	3096.286	CA
120	8944974.027	222522.922	3095.703	C
121	8944984.986	222517.751	3095.071	B
122	8944964.070	222491.321	3096.298	CD
123	8944966.158	222492.046	3096.299	C
124	8944969.727	222495.598	3096.188	CA
125	8944971.127	222495.904	3096.157	C
126	8944972.814	222498.212	3096.113	CA
127	8944975.956	222500.071	3095.991	C
128	8944985.719	222517.360	3094.999	AL
129	8944980.680	222524.025	3095.037	AL
130	8944980.075	222523.544	3095.078	AL
131	8944985.168	222516.858	3095.041	AL
132	8944981.521	222504.084	3095.725	C
133	8944985.945	222507.590	3095.434	C
134	8944988.918	222512.142	3095.003	AL
135	8944989.727	222512.672	3094.934	AL
136	8944985.908	222508.635	3095.426	CD
137	8944976.694	222524.360	3095.421	RJ
138	8944976.910	222523.988	3095.394	RJ
139	8944981.710	222527.511	3095.112	RJ
140	8944981.932	222527.170	3095.071	RJ
141	8944993.518	222507.462	3094.599	B
142	8944995.170	222497.718	3093.602	A
143	8944994.106	222497.156	3093.858	C
144	8944986.598	222518.150	3094.929	AL
145	8944987.000	222517.422	3094.926	AL
146	8944992.987	222531.868	3094.535	C
147	8944993.370	222520.215	3094.530	AL
148	8945001.520	222534.593	3093.927	AL
149	8945002.018	222534.888	3094.035	CD

150	8945002.330	222535.713	3093.936	C
151	8945005.318	222524.948	3093.772	AL
152	8945004.153	222526.640	3094.026	J
153	8945008.269	222537.339	3093.653	CD
154	8945018.325	222524.522	3093.075	E
155	8945020.127	222520.897	3092.881	E
156	8944997.963	222516.426	3094.225	E
157	8944999.379	222512.781	3094.164	E
158	8945013.192	222540.071	3093.240	CA
159	8945016.879	222540.767	3093.099	CA
160	8945018.007	222541.124	3093.088	CD
161	8945052.919	222535.071	3091.449	RM
162	8945056.455	222535.158	3091.476	RM
163	8945055.854	222536.348	3091.320	RM
164	8945059.568	222536.479	3091.196	E
165	8945058.026	222540.060	3091.383	E
166	8945023.948	222544.172	3092.763	C
167	8945026.097	222544.896	3092.498	C
168	8945033.369	222547.783	3092.337	C
169	8945028.696	222545.236	3092.362	CA
170	8945030.311	222545.757	3092.301	CD
171	8945040.433	222550.584	3092.008	C
172	8945041.390	222550.299	3091.783	CA
173	8945047.306	222553.058	3091.734	C
174	8945043.377	222551.167	3091.738	CD
175	8945057.508	222545.483	3091.228	AL
176	8945057.193	222546.192	3091.235	AL
177	8945048.671	222553.168	3091.488	CA
178	8945053.710	222555.684	3091.460	C
179	8945055.405	222546.999	3091.295	A
180	8945054.654	222545.247	3091.342	A
181	8945054.029	222547.591	3091.168	A
182	8945040.519	222542.324	3091.717	A
183	8945041.383	222540.052	3091.860	A
184	8945054.426	222554.046	3091.230	A

185	8945041.598	222541.287	3092.220	J
186	8945064.864	222560.135	3091.078	C
187	8945070.710	222562.478	3090.872	C
188	8945075.920	222564.490	3090.709	C
189	8945083.578	222567.442	3090.456	C
190	8945086.131	222568.212	3090.381	CA
191	8945086.566	222568.199	3090.365	CD
192	8945096.469	222571.784	3090.100	CD
193	8945111.875	222578.156	3089.696	E-2
194	8945108.302	222558.686	3089.907	BM_2
195	8945054.565	222554.118	3091.239	AL
196	8945056.631	222548.601	3091.208	AL
197	8945054.985	222554.275	3091.222	AL
198	8945057.075	222548.775	3091.180	AL
199	8945057.516	222546.502	3091.253	AL
200	8945058.040	222546.683	3091.267	AL
201	8945059.420	222541.533	3091.246	AL
202	8945059.864	222541.651	3091.234	AL
203	8945065.221	222558.950	3091.104	G
204	8945063.915	222558.450	3091.156	L
205	8945062.839	222558.889	3091.078	V
206	8945065.459	222558.242	3090.900	V
207	8945066.635	222558.232	3090.855	V
208	8945070.073	222552.730	3091.106	LL
209	8945070.924	222554.408	3090.757	A
210	8945071.807	222552.063	3090.760	A
211	8945074.703	222546.821	3090.722	A
212	8945064.535	222558.015	3090.949	A
213	8945062.326	222558.526	3091.031	A
214	8945068.370	222541.566	3090.718	A
215	8945070.224	222545.015	3090.877	A
216	8945063.526	222537.492	3090.605	A
217	8945062.685	222539.473	3090.867	A
218	8945070.846	222543.467	3091.057	C
219	8945089.582	222550.822	3090.481	C

220	8945108.163	222557.960	3089.929	C
221	8945104.016	222573.787	3089.668	A
222	8945107.627	222559.610	3089.689	A
223	8945106.285	222568.271	3089.721	A
224	8945107.131	222565.951	3089.747	A
225	8945104.402	222577.110	3089.709	A
226	8945102.679	222576.504	3089.910	A
227	8945109.116	222560.065	3089.660	A
228	8945110.929	222558.282	3089.725	L
229	8945111.253	222558.081	3089.511	A
230	8945109.655	222557.524	3089.582	A
231	8945099.625	222585.050	3090.533	A
232	8945112.112	222550.396	3089.124	A
233	8945108.708	222588.102	3090.498	A
234	8945111.603	222580.005	3089.656	A
235	8945110.012	222579.331	3089.625	A
236	8945111.186	222577.490	3089.530	A
237	8945113.196	222577.298	3089.442	A
238	8945111.515	222557.281	3089.455	AL
239	8945111.176	222558.033	3089.518	RJ
240	8945111.478	222557.225	3089.461	RJ
241	8945104.844	222575.865	3089.692	RJ
242	8945105.000	222575.385	3089.670	RJ
243	8945117.116	222559.315	3089.384	RJ
244	8945116.832	222560.166	3089.396	RJ
245	8945110.424	222578.116	3089.548	RJ
246	8945110.669	222577.700	3089.496	RJ
247	8945088.085	222569.374	3090.344	C
248	8945107.255	222577.895	3089.693	B
249	8945097.393	222572.968	3090.089	C
250	8945102.052	222574.896	3089.943	C
251	8945108.478	222576.794	3089.595	AL
252	8945109.271	222577.107	3089.576	AL
253	8945111.846	222570.372	3089.519	AL
254	8945111.126	222570.092	3089.579	AL

255	8945121.434	222553.218	3088.975	A
256	8945118.741	222560.792	3089.373	A
257	8945116.943	222560.152	3089.400	A
258	8945117.665	222563.528	3089.430	A
259	8945110.442	222568.693	3089.884	B
260	8945111.788	222570.108	3089.771	PASE
261	8945112.389	222568.247	3089.914	PASE
262	8945108.226	222568.573	3089.893	PASE
263	8945108.847	222566.829	3089.874	PASE
264	8945119.417	222562.379	3089.637	C
265	8945113.183	222579.218	3089.644	C
266	8945125.896	222564.963	3089.489	C
267	8945109.475	222565.814	3089.638	AL
268	8945083.416	222555.651	3090.369	AL
269	8945126.740	222567.249	3089.232	A
270	8945121.771	222580.713	3089.243	A
271	8945119.547	222571.797	3089.699	P
272	8945105.666	222558.844	3089.964	P
273	8945124.251	222575.120	3089.219	A
274	8945124.801	222572.874	3089.266	A
275	8945131.823	222586.495	3089.263	C
276	8945141.159	222588.795	3089.088	P
277	8945140.105	222588.366	3089.092	L
278	8945141.606	222581.976	3088.894	A
279	8945142.512	222579.868	3088.925	A
280	8945145.726	222580.150	3088.848	AL
281	8945150.383	222585.491	3088.771	A
282	8945151.914	222584.753	3088.753	A
283	8945146.422	222581.321	3088.801	AL
284	8945151.413	222583.407	3088.774	A
285	8945157.482	222579.159	3088.691	A
286	8945156.685	222577.010	3088.939	C
287	8945147.719	222592.681	3089.012	C
288	8945158.503	222576.425	3088.543	A
289	8945152.522	222592.742	3088.709	A



290	8945157.059	222575.955	3088.924	A
291	8945160.437	222577.047	3088.505	A
292	8945153.773	222593.987	3088.708	A
293	8945159.183	222579.227	3088.651	A
294	8945153.837	222595.681	3088.711	AL
295	8945159.419	222577.242	3088.884	V
296	8945161.088	222597.212	3088.847	L
297	8945161.850	222596.666	3088.560	A
298	8945166.746	222579.609	3088.490	A
299	8945159.830	222597.905	3088.634	A
300	8945166.490	222581.330	3088.571	A
301	8945151.505	222580.501	3088.823	A
302	8945160.122	222587.930	3088.637	B
303	8945168.945	222592.791	3088.565	A
304	8945158.060	222585.833	3088.645	B
305	8945168.109	222583.366	3088.578	A
306	8945168.398	222591.270	3088.597	A
307	8945170.064	222575.869	3088.283	A
308	8945169.660	222581.911	3088.731	C
309	8945171.658	222576.189	3088.413	C
310	8945169.765	222590.485	3088.560	A
311	8945164.430	222575.779	3088.346	B
312	8945170.148	222583.310	3088.734	E-3
313	8945165.064	222598.981	3088.759	BM_3
314	8945138.274	222569.799	3089.248	C
315	8945138.074	222571.452	3089.222	P
316	8945138.402	222571.132	3089.236	CA
317	8945151.415	222595.641	3088.741	A
318	8945153.520	222596.483	3088.729	A
319	8945147.399	222607.061	3089.614	A
320	8945138.948	222571.307	3089.245	CD
321	8945159.522	222598.904	3088.688	A
322	8945143.623	222571.915	3089.155	C
323	8945153.634	222596.180	3088.722	RJ
324	8945153.824	222595.660	3088.718	RJ

325	8945147.422	222575.256	3088.829	RJ
326	8945148.522	222575.725	3088.819	RJ
327	8945145.309	222580.888	3088.202	RJ
328	8945151.768	222582.542	3088.765	AL
329	8945152.677	222583.890	3088.755	AL
330	8945159.771	222597.982	3088.612	RJ
331	8945159.533	222598.616	3088.652	RJ
332	8945159.043	222578.884	3088.914	L
333	8945159.678	222573.383	3088.331	P
334	8945166.408	222599.626	3088.755	CA
335	8945169.846	222599.649	3088.718	P
336	8945166.867	222599.785	3088.764	CD
337	8945173.834	222602.919	3088.726	C
338	8945167.499	222580.272	3088.667	L
339	8945165.515	222573.203	3088.187	B
340	8945171.256	222591.916	3088.699	LL
341	8945181.930	222588.348	3088.651	L
342	8945185.234	222588.919	3088.605	CD
343	8945185.649	222589.162	3088.595	CA
344	8945170.705	222591.403	3088.867	P
345	8945170.651	222600.268	3088.713	CD
346	8945187.666	222590.674	3088.588	L
347	8945189.892	222590.102	3088.587	C
348	8945187.883	222591.224	3088.396	A
349	8945185.653	222596.732	3088.408	A
350	8945198.490	222595.008	3088.500	P
351	8945185.623	222599.264	3088.379	A
352	8945210.418	222598.208	3088.435	C
353	8945182.582	222604.511	3088.433	A
354	8945205.103	222604.360	3088.214	RJ
355	8945206.079	222604.732	3088.168	RJ
356	8945208.409	222599.178	3088.185	RJ
357	8945207.459	222598.665	3088.194	RJ
358	8945209.129	222607.261	3088.496	B
359	8945209.906	222599.748	3088.179	A

360	8945211.065	222606.297	3088.109	B
361	8945211.151	222599.717	3088.146	A
362	8945220.529	222609.468	3088.004	AL
363	8945220.247	222610.190	3088.008	A
364	8945210.472	222609.083	3088.118	A
365	8945214.932	222601.768	3088.147	A
366	8945211.913	222610.068	3088.116	B
367	8945222.869	222604.867	3087.998	A
368	8945214.844	222599.878	3088.066	A
369	8945216.112	222600.402	3088.380	C
370	8945226.796	222606.314	3088.155	P
371	8945210.005	222617.255	3088.294	A
372	8945211.964	222616.131	3088.102	A
373	8945229.188	222605.583	3088.102	C
374	8945232.730	222607.496	3088.038	CA
375	8945232.180	222607.368	3088.062	CD
376	8945235.923	222608.405	3088.024	C
377	8945212.743	222618.454	3088.547	C
378	8945229.643	222613.917	3087.864	A
379	8945230.228	222613.390	3087.861	AL
380	8945235.809	222608.415	3088.024	C
381	8945228.311	222616.091	3087.869	A
382	8945217.822	222620.244	3088.461	CD
383	8945254.971	222617.428	3087.770	P
384	8945223.539	222612.335	3088.338	P
385	8945256.080	222616.115	3087.812	C
386	8945229.745	222615.165	3088.275	R
387	8945235.706	222626.224	3088.024	CA
388	8945236.678	222626.907	3088.020	CD
389	8945254.739	222622.988	3087.523	AL
390	8945256.057	222616.169	3087.789	C
391	8945239.550	222628.163	3087.981	CD
392	8945258.013	222626.470	3087.460	B
393	8945260.030	222625.955	3087.452	A
394	8945258.537	222617.552	3087.480	A

395	8945240.183	222629.016	3087.987	C
396	8945260.006	222625.938	3087.456	A
397	8945240.711	222627.484	3087.688	A
398	8945258.592	222617.530	3087.475	A
399	8945248.135	222633.176	3087.851	C
400	8945275.181	222642.042	3087.335	E-4
401	8945266.958	222621.724	3087.584	BM_4
402	8945169.573	222599.895	3088.743	P
403	8945177.246	222596.034	3088.471	A
404	8945173.870	222602.714	3088.727	C
405	8945199.066	222611.278	3088.541	P
406	8945200.266	222605.125	3088.255	A
407	8945182.202	222605.815	3088.654	CD
408	8945190.456	222609.590	3088.622	C
409	8945184.448	222606.715	3088.647	CA
410	8945201.307	222613.843	3088.495	C
411	8945201.856	222612.203	3088.156	RJ
412	8945202.826	222612.536	3088.142	RJ
413	8945205.105	222606.972	3088.183	RJ
414	8945204.161	222606.642	3088.316	RJ
415	8945199.976	222612.667	3088.515	CA
416	8945192.988	222604.302	3088.335	R
417	8945203.247	222612.752	3088.158	A
418	8945204.045	222615.042	3088.315	A
419	8945209.236	222608.657	3088.115	AL
420	8945210.391	222609.119	3088.100	AL
421	8945202.560	222614.326	3088.333	A
422	8945209.831	222617.287	3088.252	RJ
423	8945211.815	222610.087	3088.109	B
424	8945204.244	222615.024	3088.275	RJ
425	8945218.841	222615.607	3088.067	R
426	8945214.897	222619.219	3088.305	C
427	8945211.979	222616.219	3088.086	C
428	8945228.412	222622.922	3088.127	P
429	8945229.763	222623.176	3087.833	A

430	8945223.741	222614.261	3087.915	A
431	8945230.296	222625.182	3088.107	CD
432	8945234.570	222626.893	3088.055	C
433	8945235.676	222626.154	3088.016	CA
434	8945236.557	222627.081	3088.019	CD
435	8945236.344	222625.644	3087.756	A
436	8945238.610	222620.013	3087.717	A
437	8945241.430	222623.925	3087.722	R
438	8945239.585	222628.145	3087.965	CD
439	8945240.144	222629.106	3087.986	C
440	8945248.049	222633.167	3088.036	C
441	8945257.140	222627.378	3087.453	A
442	8945249.137	222632.944	3087.816	CD
443	8945256.666	222633.967	3087.662	P
444	8945255.211	222635.711	3087.709	C
445	8945257.308	222633.913	3087.447	A
446	8945257.904	222625.284	3087.472	A
447	8945266.552	222645.658	3087.483	A
448	8945268.619	222638.398	3087.225	A
449	8945258.742	222635.664	3087.636	CA
450	8945268.593	222640.281	3087.256	A
451	8945258.794	222636.443	3087.651	CD
452	8945269.772	222640.949	3087.234	V
453	8945272.997	222643.965	3087.298	P
454	8945274.090	222641.271	3087.084	A
455	8945260.019	222625.584	3087.450	B
456	8945275.010	222640.806	3087.037	A
457	8945272.660	222633.972	3087.183	B
458	8945262.478	222616.825	3087.307	B
459	8945257.436	222615.840	3087.567	A
460	8945259.856	222609.073	3087.117	P
461	8945259.034	222607.734	3087.321	C
462	8945276.048	222633.467	3087.732	LL
463	8945259.203	222616.361	3087.480	A
464	8945274.568	222643.356	3087.396	C

465	8945265.565	222619.166	3087.496	T
466	8945282.063	222635.433	3087.296	P
467	8945280.734	222645.134	3087.204	CA
468	8945281.401	222645.051	3087.194	CD
469	8945287.948	222639.459	3086.770	A
470	8945285.611	222644.999	3086.710	A
471	8945267.163	222620.504	3087.568	C
472	8945266.511	222618.908	3087.257	A
473	8945264.810	222618.295	3087.263	A
474	8945264.584	222619.853	3087.339	A
475	8945265.895	222621.778	3087.380	A
476	8945287.145	222630.004	3087.084	P
477	8945286.110	222645.500	3087.085	P
478	8945276.048	222623.947	3087.481	C
479	8945287.246	222628.360	3087.101	C
480	8945281.998	222626.292	3087.230	C
481	8945291.610	222649.215	3086.909	C
482	8945281.997	222627.166	3087.202	CD
483	8945282.491	222627.275	3087.191	CA
484	8945304.536	222635.115	3086.449	C
485	8945278.581	222632.246	3087.057	AL
486	8945278.291	222633.070	3087.053	A
487	8945271.590	222630.746	3087.474	PASE
488	8945270.876	222632.497	3087.449	PASE
489	8945273.210	222633.531	3087.389	PASE
490	8945273.669	222631.363	3087.485	PASE
491	8945301.874	222636.014	3086.307	A
492	8945288.977	222634.188	3086.813	R
493	8945294.342	222639.407	3086.543	A
494	8945301.666	222642.282	3086.061	A
495	8945293.266	222641.504	3086.549	A
496	8945297.410	222649.614	3086.250	A
497	8945306.552	222637.767	3085.977	A
498	8945307.688	222638.193	3085.956	A
499	8945299.643	222651.798	3086.547	CA

500	8945300.556	222652.641	3086.492	C
501	8945307.033	222654.449	3086.171	CA
502	8945307.329	222654.695	3086.161	CA
503	8945349.024	222662.138	3083.695	E-5
504	8945335.244	222661.269	3084.330	BM_5
505	8945307.774	222654.800	3086.141	CA
506	8945308.111	222654.990	3086.135	CA
507	8945314.096	222656.357	3085.800	P
508	8945315.495	222656.727	3085.399	A
509	8945317.365	222659.367	3085.614	C
510	8945309.057	222656.073	3086.115	C
511	8945313.099	222638.466	3086.120	C
512	8945325.627	222662.689	3085.090	C
513	8945316.412	222658.389	3085.661	CA
514	8945333.874	222665.935	3084.568	C
515	8945323.984	222660.501	3085.213	L
516	8945347.418	222671.260	3083.802	C
517	8945324.873	222661.747	3085.164	CA
518	8945325.385	222662.105	3085.111	CD
519	8945307.628	222647.164	3085.952	A
520	8945311.313	222639.604	3085.923	A
521	8945309.213	222645.241	3085.939	A
522	8945332.598	222663.856	3084.680	L
523	8945332.940	222665.067	3084.650	CA
524	8945333.497	222665.254	3084.608	CD
525	8945319.162	222642.644	3085.682	P
526	8945340.679	222667.981	3084.163	CA
527	8945321.889	222642.927	3085.508	CA
528	8945341.996	222667.317	3084.107	P
529	8945333.353	222646.408	3084.912	C
530	8945337.555	222648.516	3084.693	CD
531	8945338.862	222649.399	3084.593	CA
532	8945342.734	222667.543	3083.855	A
533	8945342.127	222650.384	3084.396	CA
534	8945343.178	222650.323	3084.342	C

535	8945346.620	222662.543	3083.728	A
536	8945348.189	222661.976	3083.728	A
537	8945347.501	222660.284	3083.750	A
538	8945338.525	222650.369	3084.357	A
539	8945348.438	222670.358	3083.764	B
540	8945349.287	222670.077	3083.491	RJ
541	8945348.050	222669.605	3083.509	RJ
542	8945356.945	222665.109	3083.379	B
543	8945358.710	222666.036	3083.327	B
544	8945353.370	222656.186	3083.591	RJ
545	8945354.599	222656.658	3083.573	RJ
546	8945340.490	222656.596	3084.176	AL
547	8945349.670	222654.696	3084.007	P
548	8945348.314	222654.132	3084.055	P
549	8945342.555	222651.914	3084.160	A
550	8945355.668	222655.806	3083.706	V
551	8945353.795	222654.373	3083.868	C
552	8945356.185	222656.536	3083.492	A
553	8945366.326	222670.277	3083.080	A
554	8945357.672	222654.261	3083.342	A
555	8945355.751	222653.518	3083.397	A
556	8945356.336	222654.045	3083.638	L
557	8945365.576	222668.535	3083.129	A
558	8945357.263	222649.110	3083.134	A
559	8945356.248	222647.855	3083.258	C
560	8945367.192	222668.051	3083.096	A
561	8945363.869	222656.612	3083.257	A
562	8945363.863	222656.612	3083.262	A
563	8945365.890	222657.394	3083.255	A
564	8945365.185	222657.155	3083.433	L
565	8945363.765	222658.548	3083.468	L
566	8945366.466	222669.037	3083.082	LL
567	8945363.317	222658.147	3083.291	A
568	8945366.178	222656.523	3083.268	T
569	8945363.074	222656.358	3083.234	AL



570	8945366.283	222647.926	3082.941	AL
571	8945362.086	222655.943	3083.256	AL
572	8945365.277	222647.513	3082.953	AL
573	8945374.193	222636.012	3082.446	A
574	8945364.674	222660.651	3083.213	A
575	8945373.285	222642.228	3082.879	C
576	8945358.528	222677.651	3083.524	A
577	8945353.890	222689.705	3084.135	A
578	8945356.537	222676.808	3083.499	A
579	8945358.342	222674.407	3083.321	A
580	8945359.132	222674.213	3083.264	A
581	8945357.753	222677.144	3083.734	T
582	8945366.162	222660.941	3083.361	L
583	8945364.163	222659.543	3083.449	V
584	8945368.097	222664.332	3083.110	B
585	8945356.884	222675.791	3083.430	RJ
586	8945356.416	222676.768	3083.497	RJ
587	8945350.822	222673.257	3083.515	RJ
588	8945350.389	222674.269	3083.563	RJ
589	8945350.625	222671.304	3083.486	A
590	8945350.389	222674.276	3083.528	A
591	8945348.303	222673.418	3083.609	A
592	8945347.313	222676.395	3083.732	A
593	8945349.376	222670.516	3083.743	L
594	8945348.845	222672.985	3083.811	G
595	8945349.127	222672.332	3083.779	V
596	8945355.777	222681.188	3083.746	B
597	8945353.184	222679.760	3083.695	AL
598	8945354.230	222680.181	3083.727	AL
599	8945360.357	222673.663	3083.224	V
600	8945364.401	222672.458	3083.149	B
601	8945360.475	222676.436	3083.420	C
602	8945358.831	222680.802	3083.904	C
603	8945369.576	222678.104	3083.149	P
604	8945362.112	222676.405	3083.378	CD

605	8945374.741	222680.050	3082.812	A
606	8945365.532	222678.232	3083.268	C
607	8945366.606	222678.096	3083.264	CD
608	8945368.077	222678.359	3083.178	CA
609	8945378.749	222675.207	3082.700	A
610	8945371.258	222680.491	3083.122	C
611	8945383.809	222674.568	3082.588	A
612	8945371.527	222680.250	3083.103	CA
613	8945428.030	222683.724	3081.898	E-6
614	8945470.820	222718.444	3081.344	BM_6
615	8945372.014	222680.542	3083.090	CD
616	8945375.490	222681.338	3082.977	CA
617	8945380.149	222683.976	3082.843	C
618	8945380.668	222683.233	3082.842	CA
619	8945389.147	222687.461	3082.582	C
620	8945381.185	222683.440	3082.817	CD
621	8945389.612	222685.850	3082.389	A
622	8945389.500	222686.861	3082.578	CA
623	8945396.062	222688.970	3082.381	CD
624	8945390.126	222687.056	3082.553	CD
625	8945397.964	222690.875	3082.379	C
626	8945396.578	222689.519	3082.383	CA
627	8945397.911	222689.394	3082.347	P
628	8945399.955	222690.815	3082.291	CA
629	8945403.288	222692.630	3082.226	CA
630	8945398.731	222690.462	3082.326	CD
631	8945403.701	222692.899	3082.200	CA
632	8945406.501	222694.291	3082.185	C
633	8945404.179	222693.059	3082.183	CA
634	8945407.132	222693.819	3082.151	CA
635	8945407.732	222693.858	3082.140	CD
636	8945404.651	222693.392	3082.175	CD
637	8945406.362	222692.419	3081.970	A
638	8945408.572	222686.772	3081.953	A
639	8945375.553	222663.013	3083.149	C

640	8945389.491	222668.534	3082.750	C
641	8945415.690	222697.295	3082.012	CA
642	8945395.184	222670.760	3082.606	C
643	8945397.701	222671.980	3082.534	C
644	8945403.429	222674.059	3082.382	C
645	8945378.628	222664.663	3083.054	CA
646	8945379.114	222664.850	3083.047	CD
647	8945426.742	222683.202	3081.921	C
648	8945383.404	222667.181	3082.898	CD
649	8945438.078	222687.181	3081.775	C
650	8945387.818	222668.671	3082.763	CD
651	8945456.594	222694.398	3081.604	C
652	8945394.260	222671.432	3082.592	CA
653	8945394.804	222671.540	3082.565	CA
654	8945395.146	222671.657	3082.559	CA
655	8945395.589	222671.840	3082.558	CA
656	8945395.965	222671.963	3082.542	CA
657	8945396.450	222672.114	3082.532	CA
658	8945396.662	222672.268	3082.528	CA
659	8945397.345	222672.103	3082.516	CA
660	8945398.129	222672.753	3082.498	CA
661	8945398.459	222672.754	3082.491	CA
662	8945397.604	222672.234	3082.527	CD
663	8945406.971	222675.777	3082.283	CD
664	8945408.397	222677.545	3082.252	P
665	8945402.517	222675.489	3082.127	A
666	8945400.247	222680.963	3082.138	A
667	8945461.269	222696.693	3081.543	C
668	8945415.717	222679.893	3082.114	CA
669	8945416.192	222679.962	3082.103	CD
670	8945415.736	222697.394	3082.004	CA
671	8945416.316	222697.260	3081.994	CD
672	8945416.620	222698.212	3081.981	C
673	8945415.784	222679.748	3082.115	CA
674	8945416.259	222679.783	3082.130	CD

675	8945423.922	222690.252	3081.709	RJ
676	8945420.821	222698.079	3081.713	RJ
677	8945423.271	222689.977	3081.736	RJ
678	8945420.143	222697.814	3081.700	RJ
679	8945423.526	222690.043	3080.896	RJ
680	8945422.329	222692.213	3081.706	RJ
681	8945422.999	222692.481	3081.740	RJ
682	8945425.427	222684.615	3081.724	RJ
683	8945426.082	222684.883	3081.707	RJ
684	8945404.353	222683.635	3082.432	P
685	8945424.226	222689.419	3081.697	AL
686	8945420.243	222699.401	3081.957	CA
687	8945431.354	222688.859	3081.625	B
688	8945420.712	222699.604	3081.966	CA
689	8945421.091	222699.719	3081.945	CD
690	8945421.686	222699.930	3081.911	CA
691	8945428.043	222692.019	3081.839	PASE
692	8945429.906	222692.796	3081.832	PASE
693	8945429.215	222694.678	3081.810	PASE
694	8945427.475	222694.034	3081.858	PASE
695	8945424.692	222701.498	3081.891	C
696	8945424.819	222700.759	3081.867	CA
697	8945425.250	222700.704	3081.852	CD
698	8945436.196	222688.523	3081.790	P
699	8945426.888	222700.577	3081.819	P
700	8945436.124	222688.658	3081.617	A
701	8945434.553	222694.424	3081.560	A
702	8945435.173	222686.363	3081.496	A
703	8945435.854	222684.902	3081.446	A
704	8945437.199	222685.354	3081.478	P
705	8945439.927	222678.939	3081.345	A
706	8945432.235	222672.146	3081.445	A
707	8945427.702	222697.599	3081.659	B
708	8945430.133	222682.819	3081.532	A
709	8945428.442	222682.121	3081.803	A

710	8945429.516	222684.211	3081.610	A
711	8945427.148	222685.269	3081.676	A
712	8945427.942	222700.871	3081.604	A
713	8945430.813	222695.577	3081.628	A
714	8945462.354	222706.181	3081.623	P
715	8945439.899	222697.767	3081.893	R
716	8945432.111	222703.645	3081.774	CA
717	8945432.737	222703.971	3081.749	CD
718	8945433.222	222704.786	3081.758	C
719	8945433.956	222704.722	3081.734	CA
720	8945434.327	222704.732	3081.731	CD
721	8945435.330	222705.274	3081.716	CA
722	8945435.761	222705.350	3081.719	CA
723	8945440.495	222696.760	3081.485	A
724	8945459.270	222703.188	3081.279	AL
725	8945443.081	222691.334	3081.501	A
726	8945440.921	222707.484	3081.670	CA
727	8945441.340	222707.692	3081.670	CA
728	8945441.932	222708.250	3081.654	C
729	8945442.324	222707.914	3081.633	CA
730	8945442.941	222707.943	3081.612	CD
731	8945446.164	222709.137	3081.595	CA
732	8945446.362	222709.949	3081.593	C
733	8945454.653	222694.891	3081.563	CA
734	8945454.892	222694.045	3081.591	CA
735	8945449.454	222710.212	3081.542	CD
736	8945450.008	222710.320	3081.533	CA
737	8945450.607	222710.995	3081.554	CA
738	8945450.805	222711.684	3081.561	C
739	8945463.276	222699.206	3081.476	P
740	8945455.333	222711.774	3081.487	P
741	8945461.241	222696.679	3081.525	C
742	8945467.824	222701.022	3081.222	A
743	8945461.129	222713.887	3081.223	A
744	8945463.559	222708.350	3081.217	A

745	8945463.909	222705.992	3081.230	A
746	8945465.767	222698.468	3081.460	C
747	8945459.289	222714.007	3081.427	CD
748	8945459.820	222714.377	3081.430	CA
749	8945459.871	222714.935	3081.452	C
750	8945475.068	222702.049	3081.368	C
751	8945461.490	222715.271	3081.410	CA
752	8945467.508	222716.757	3081.358	P
753	8945476.692	222713.481	3081.150	A
754	8945472.830	222702.049	3081.357	CA
755	8945469.877	222718.913	3081.363	C
756	8945473.575	222702.439	3081.350	CA
757	8945473.193	222702.296	3081.357	CA
758	8945472.819	222702.144	3081.359	CA
759	8945470.699	222719.611	3081.331	B
760	8945471.349	222717.849	3081.085	A
761	8945472.280	222719.657	3081.092	A
762	8945472.249	222720.937	3081.119	A
763	8945479.983	222707.921	3081.065	B
764	8945473.569	222708.681	3081.145	AL
765	8945474.093	222702.213	3081.353	CD
766	8945477.350	222704.027	3081.315	B
767	8945478.942	222725.041	3081.249	A
768	8945484.697	222715.204	3081.012	A
769	8945482.451	222705.854	3081.245	CA
770	8945477.636	222724.288	3081.154	A
771	8945479.373	222721.591	3081.065	A
772	8945479.334	222721.508	3081.069	A
773	8945485.396	222715.630	3081.259	LL
774	8945477.696	222724.004	3081.124	RJ
775	8945477.866	222723.563	3081.110	RJ
776	8945486.301	222714.654	3081.019	A
777	8945478.459	222720.691	3081.040	AL
778	8945477.412	222720.273	3081.068	AL
779	8945484.484	222712.852	3081.028	AL

780	8945484.395	222712.932	3081.028	AL
781	8945484.455	222714.726	3081.019	AL
782	8945483.348	222714.181	3081.015	AL
783	8945477.848	222711.378	3081.052	AL
784	8945478.124	222710.543	3081.077	AL
785	8945477.148	222717.201	3081.075	B
786	8945486.319	222708.169	3081.224	P
787	8945480.645	222723.374	3081.263	C
788	8945491.320	222710.120	3081.174	P
789	8945481.434	222722.979	3081.222	CA
790	8945491.949	222716.856	3080.914	A
791	8945492.431	222715.829	3080.900	AC
792	8945492.951	222716.028	3080.895	AC
793	8945483.389	222723.108	3081.215	CD
794	8945497.612	222712.555	3081.068	P
795	8945482.852	222722.386	3081.223	P
796	8945485.196	222723.283	3080.963	A
797	8945501.425	222714.069	3080.816	A
798	8945484.366	222705.841	3081.249	C
799	8945512.802	222718.612	3080.675	A
800	8945492.313	222719.561	3080.898	A
801	8945483.757	222706.411	3081.246	CA
802	8945484.255	222706.547	3081.243	CA
803	8945483.424	222706.111	3081.245	CD
804	8945510.667	222724.265	3080.700	A
805	8945490.121	222727.033	3081.104	C
806	8945511.068	222723.166	3080.677	AL
807	8945490.750	222709.243	3081.185	CA
808	8945491.974	222709.664	3081.174	CA
809	8945497.806	222728.701	3081.006	CD
810	8945499.031	222728.740	3080.983	P
811	8945492.733	222709.548	3081.177	CD
812	8945500.570	222722.851	3080.786	A
813	8945499.679	222728.916	3080.757	A
814	8945493.459	222709.671	3081.170	CD

815	8945503.698	222731.310	3080.924	CD
816	8945493.726	222709.435	3081.165	C
817	8945505.437	222732.274	3080.906	CD
818	8945505.836	222732.514	3080.915	CA
819	8945496.308	222711.348	3081.116	CA
820	8945501.535	222713.353	3081.047	CA
821	8945507.126	222715.717	3080.987	CA
822	8945506.458	222732.764	3080.892	CA
823	8945515.075	222728.521	3080.592	A
824	8945512.652	222718.003	3080.925	CA
825	8945506.700	222733.084	3080.914	CA
826	8945504.447	222713.689	3081.039	C
827	8945507.241	222733.343	3080.884	CA
828	8945518.144	222727.192	3080.629	A
829	8945504.452	222713.734	3081.029	C
830	8945512.774	222718.053	3080.919	CA
831	8945527.465	222730.220	3080.514	RJ
832	8945528.302	222730.594	3080.458	RJ
833	8945530.285	222725.608	3080.484	RJ
834	8945529.483	222725.244	3080.492	RJ
835	8945517.331	222719.890	3080.882	CA
836	8945531.332	222727.864	3080.487	B
837	8945529.703	222725.667	3079.264	PRJ
838	8945532.594	222724.591	3080.669	E-7
839	8945537.776	222744.478	3080.679	BM_7
840	8945472.148	222721.399	3081.115	RJ
841	8945471.990	222721.835	3081.130	RJ
842	8945469.880	222710.801	3081.153	A
843	8945469.876	222721.234	3081.254	A
844	8945471.298	222710.300	3081.152	A
845	8945471.559	222722.179	3081.165	A
846	8945469.250	222722.926	3081.293	A
847	8945468.515	222722.593	3081.455	C
848	8945472.152	222719.588	3081.107	A
849	8945524.982	222729.818	3080.575	A



850	8945525.777	222731.384	3080.535	A
851	8945524.144	222732.143	3080.550	A
852	8945521.650	222720.289	3080.849	C
853	8945497.751	222729.840	3081.003	CA
854	8945498.002	222729.569	3080.984	CA
855	8945498.338	222729.700	3080.979	CA
856	8945528.117	222723.724	3080.720	CA
857	8945498.433	222730.278	3081.018	C
858	8945530.544	222723.730	3080.715	C
859	8945503.596	222731.368	3080.922	CD
860	8945529.581	222724.250	3080.738	CD
861	8945505.346	222732.157	3080.902	CD
862	8945530.049	222723.885	3080.719	CD
863	8945505.868	222732.446	3080.896	CA
864	8945506.435	222732.667	3080.889	CA
865	8945506.724	222733.034	3080.886	CA
866	8945507.255	222733.272	3080.880	CA
867	8945528.100	222725.414	3080.525	V
868	8945506.748	222733.552	3080.904	C
869	8945531.353	222727.762	3080.470	B
870	8945509.882	222733.417	3080.873	CD
871	8945510.695	222733.326	3080.860	P
872	8945526.557	222732.443	3080.433	RJ
873	8945527.321	222732.824	3080.479	RJ
874	8945524.953	222738.735	3080.476	RJ
875	8945524.112	222738.519	3080.477	RJ
876	8945511.861	222735.477	3080.840	C
877	8945513.554	222735.232	3080.825	CD
878	8945514.190	222734.984	3080.807	CA
879	8945526.307	222739.438	3080.461	A
880	8945527.693	222741.570	3080.503	A
881	8945527.048	222743.758	3080.607	A
882	8945525.088	222743.024	3080.601	A
883	8945532.671	222722.743	3080.337	A
884	8945534.309	222723.467	3080.314	A

885	8945533.641	222724.880	3080.402	A
886	8945531.447	222725.835	3080.464	A
887	8945517.595	222759.464	3081.934	C
888	8945531.456	222725.293	3080.682	SM
889	8945518.708	222760.249	3081.712	A
890	8945533.331	222723.361	3080.641	L
891	8945517.777	222737.723	3080.795	CA
892	8945518.893	222736.806	3080.763	L
893	8945529.143	222763.511	3081.659	A
894	8945537.876	222708.751	3079.641	A
895	8945530.648	222763.905	3081.814	C
896	8945520.167	222737.866	3080.742	CD
897	8945523.339	222739.052	3080.745	CA
898	8945523.486	222734.841	3080.508	B
899	8945547.927	222712.734	3079.619	A
900	8945525.119	222739.189	3080.702	L
901	8945536.396	222748.408	3080.830	C
902	8945542.735	222726.812	3080.292	A
903	8945541.380	222726.326	3080.294	A
904	8945540.744	222727.825	3080.371	A
905	8945541.405	222729.801	3080.454	A
906	8945526.265	222741.347	3080.729	TL
907	8945540.013	222746.651	3080.693	C
908	8945539.074	222749.451	3080.815	C
909	8945535.085	222744.157	3080.649	L
910	8945534.628	222746.237	3080.724	L
911	8945541.681	222729.471	3080.623	L
912	8945536.139	222744.211	3080.672	SM
913	8945535.292	222746.959	3080.513	A
914	8945541.771	222729.772	3080.611	P
915	8945533.266	222746.158	3080.485	A
916	8945534.296	222744.061	3080.378	A
917	8945536.706	222743.480	3080.375	A
918	8945538.098	222745.437	3080.657	CA
919	8945543.443	222728.761	3080.632	C

920	8945538.070	222745.430	3080.681	CA
921	8945533.419	222745.378	3080.416	RJ
922	8945527.438	222743.009	3080.506	RJ
923	8945526.330	222738.790	3080.487	V
924	8945543.818	222730.266	3080.631	P
925	8945537.676	222746.310	3080.721	CA
926	8945529.310	222740.626	3080.429	AL
927	8945530.553	222741.082	3080.438	AL
928	8945532.355	222732.753	3080.365	AL
929	8945533.590	222733.268	3080.378	AL
930	8945533.846	222735.051	3080.321	B
931	8945539.343	222728.355	3080.474	B
932	8945540.233	222745.446	3080.646	CD
933	8945540.657	222727.320	3080.346	RJ
934	8945540.482	222727.873	3080.371	RJ
935	8945534.077	222724.875	3080.389	RJ
936	8945533.851	222725.531	3080.424	RJ
937	8945533.711	222745.561	3080.755	V
938	8945541.866	222715.966	3079.884	B
939	8945540.965	222745.292	3080.653	P
940	8945542.054	222737.715	3080.463	A
941	8945543.558	222737.067	3080.440	A
942	8945544.755	222729.471	3080.578	C
943	8945546.890	222749.237	3080.694	C
944	8945542.762	222739.261	3080.432	A
945	8945544.994	222730.905	3080.650	L
946	8945540.917	222744.997	3080.367	A
947	8945547.542	222748.929	3080.697	CA
948	8945543.483	222738.414	3080.671	LL
949	8945547.965	222749.102	3080.680	CA
950	8945547.135	222731.676	3080.632	P
951	8945544.355	222738.579	3081.357	P
952	8945553.097	222734.123	3080.697	L
953	8945548.251	222749.441	3080.669	CD
954	8945548.953	222749.429	3080.691	CA

955	8945522.341	222729.629	3080.925	P
956	8945559.776	222735.721	3080.693	CA
957	8945528.613	222731.194	3080.449	AL
958	8945528.935	222730.430	3080.450	AL
959	8945552.478	222751.100	3080.702	CD
960	8945546.892	222737.478	3080.423	AL
961	8945560.813	222736.231	3080.691	CA
962	8945561.348	222736.134	3080.694	CD
963	8945552.745	222751.483	3080.728	C
964	8945551.047	222739.992	3080.448	A
965	8945561.241	222737.598	3080.523	A
966	8945552.007	222742.985	3080.451	A
967	8945563.459	222754.745	3080.733	CD
968	8945561.864	222736.006	3080.689	C
969	8945562.333	222753.447	3080.520	A
970	8945565.145	222755.786	3080.785	CA
971	8945566.714	222748.737	3080.533	A
972	8945565.516	222756.491	3080.767	C
973	8945570.165	222739.257	3080.743	C
974	8945570.463	222739.804	3080.738	CD
975	8945570.906	222740.043	3080.741	CA
976	8945568.977	222755.965	3080.566	A
977	8945568.755	222756.281	3080.806	P
978	8945574.894	222742.873	3080.772	P
979	8945570.650	222749.141	3080.935	R
980	8945573.220	222759.110	3080.831	CA
981	8945572.567	222748.418	3080.498	A
982	8945574.202	222742.663	3080.567	A
983	8945574.560	222759.695	3080.851	CA
984	8945572.853	222747.745	3080.570	AL
985	8945574.753	222760.269	3080.865	C
986	8945579.817	222743.365	3080.799	CD
987	8945580.450	222743.714	3080.806	CA
988	8945561.885	222737.796	3080.521	A
989	8945580.430	222743.291	3080.805	C

990	8945559.589	222743.314	3080.562	A
991	8945576.717	222759.166	3080.590	A
992	8945541.637	222731.376	3080.383	AG
993	8945586.993	222752.305	3080.638	B
994	8945515.915	222784.586	3083.192	B
995	8945576.722	222759.106	3080.615	A
996	8945585.289	222753.071	3080.642	B
997	8945583.838	222754.129	3080.571	B
998	8945580.718	222752.443	3080.959	P
999	8945579.957	222753.955	3080.610	A
1000	8945588.975	222747.165	3080.868	CD
1001	8945589.508	222747.469	3080.873	CA
1002	8945589.659	222746.983	3080.880	C
1003	8945583.614	222755.362	3080.618	AL
1004	8945577.699	222760.503	3080.656	A
1005	8945587.440	222747.839	3080.644	A
1006	8945576.095	222760.910	3080.729	A
1007	8945584.677	222755.821	3080.645	AL
1008	8945577.463	222761.887	3080.708	RJ
1009	8945583.358	222764.933	3080.716	RJ
1010	8945583.663	222764.252	3080.679	AL
1011	8945590.264	222748.503	3080.866	P
1012	8945583.704	222764.256	3080.670	RJ
1013	8945581.687	222763.487	3080.706	AL
1014	8945580.579	222763.020	3080.701	AL
1015	8945597.028	222750.331	3080.927	CA
1016	8945598.134	222750.722	3080.953	CD
1017	8945598.616	222751.029	3080.923	CA
1018	8945599.127	222750.709	3080.925	C
1019	8945586.767	222763.069	3080.674	RJ
1020	8945583.294	222767.371	3080.872	A
1021	8945586.228	222762.839	3080.688	RJ
1022	8945584.588	222767.831	3081.115	C
1023	8945591.621	222749.500	3080.665	RJ
1024	8945592.027	222749.783	3080.665	RJ

1025	8945593.088	222750.143	3080.664	A
1026	8945583.680	222762.688	3080.693	A
1027	8945586.542	222764.244	3080.941	CA
1028	8945589.368	222765.950	3080.965	C
1029	8945592.800	222765.694	3080.949	P
1030	8945596.181	222768.615	3081.006	C
1031	8945597.419	222768.300	3081.005	CA
1032	8945628.049	222762.848	3081.433	E-8
1033	8945657.391	222783.569	3081.566	BM-8
1034	8945577.137	222762.724	3080.748	RJ
1035	8945577.377	222761.931	3080.718	RJ
1036	8945588.431	222757.307	3080.685	RJ
1037	8945577.267	222761.574	3080.699	A
1038	8945588.469	222757.325	3080.671	RJ
1039	8945575.946	222761.152	3080.725	A
1040	8945588.991	222757.597	3080.658	RJ
1041	8945574.326	222761.683	3080.956	C
1042	8945589.699	222747.006	3080.878	C
1043	8945597.233	222750.226	3080.943	CA
1044	8945598.314	222750.494	3080.934	CD
1045	8945598.851	222750.936	3080.938	CD
1046	8945598.964	222750.627	3080.956	C
1047	8945588.108	222762.806	3080.664	AL
1048	8945575.686	222762.113	3080.758	A
1049	8945578.688	222761.470	3080.649	V
1050	8945584.680	222755.867	3080.629	PASE
1051	8945589.888	222757.920	3080.686	PASE
1052	8945597.327	222768.348	3080.999	CA
1053	8945597.772	222768.490	3081.001	CA
1054	8945598.278	222768.651	3081.004	CA
1055	8945598.732	222768.832	3081.007	CA
1056	8945599.139	222768.959	3081.011	CA
1057	8945598.400	222769.211	3081.039	CD
1058	8945599.676	222769.578	3081.046	CD
1059	8945600.249	222769.836	3081.007	CA

1060	8945601.624	222769.911	3081.048	CA
1061	8945602.040	222770.059	3081.062	CA
1062	8945602.393	222770.233	3081.054	CA
1063	8945602.821	222770.377	3081.057	CA
1064	8945603.309	222770.554	3081.059	CA
1065	8945603.660	222770.684	3081.060	CA
1066	8945602.986	222771.043	3081.068	CD
1067	8945604.126	222771.338	3081.084	CD
1068	8945605.975	222772.036	3081.120	CA
1069	8945605.412	222772.307	3081.105	C
1070	8945592.039	222749.750	3080.659	RJ
1071	8945591.571	222749.595	3080.655	RJ
1072	8945614.751	222775.956	3081.298	C
1073	8945597.228	222750.360	3080.925	CA
1074	8945598.880	222752.428	3080.724	A
1075	8945598.363	222750.600	3080.954	CD
1076	8945599.025	222753.658	3080.746	AG
1077	8945599.107	222753.051	3080.762	AG
1078	8945603.364	222754.168	3080.998	P
1079	8945620.847	222776.664	3081.408	P
1080	8945601.299	222756.555	3080.807	R
1081	8945607.430	222754.270	3081.053	CD
1082	8945618.434	222777.069	3081.367	CD
1083	8945615.245	222775.854	3081.294	CA
1084	8945608.271	222754.816	3081.032	CA
1085	8945607.258	222764.704	3080.876	A
1086	8945622.362	222777.100	3081.201	A
1087	8945606.541	222770.874	3080.874	A
1088	8945608.294	222754.803	3081.020	CA
1089	8945624.604	222771.531	3081.229	A
1090	8945612.298	222757.688	3080.897	A
1091	8945610.033	222771.446	3080.964	AL
1092	8945617.741	222757.830	3081.206	C
1093	8945624.744	222779.292	3081.510	CA
1094	8945616.898	222768.261	3081.203	PASE

1095	8945619.076	222769.116	3081.326	PASE
1096	8945620.026	222767.010	3081.087	PASE
1097	8945617.736	222766.047	3081.030	PASE
1098	8945617.556	222759.690	3081.010	P
1099	8945624.740	222779.288	3081.480	CA
1100	8945625.544	222779.447	3081.530	CA
1101	8945624.113	222779.563	3081.487	C
1102	8945620.899	222757.741	3081.000	A
1103	8945624.418	222763.535	3081.131	AG
1104	8945626.765	222763.052	3081.174	A
1105	8945619.124	222757.057	3081.010	A
1106	8945625.990	222761.438	3081.111	A
1107	8945633.395	222783.169	3081.628	C
1108	8945636.702	222784.485	3081.641	C
1109	8945637.482	222784.292	3081.687	CD
1110	8945640.142	222785.827	3081.736	C
1111	8945641.085	222784.672	3081.711	L
1112	8945641.701	222784.591	3081.500	A
1113	8945619.618	222755.532	3080.970	A
1114	8945628.445	222763.677	3081.380	L
1115	8945644.851	222779.418	3081.524	A
1116	8945627.651	222763.655	3081.256	A
1117	8945628.868	222762.313	3081.446	C
1118	8945626.491	222769.593	3081.241	A
1119	8945642.380	222786.203	3081.725	CA
1120	8945642.576	222786.776	3081.747	C
1121	8945633.154	222765.777	3081.515	P
1122	8945628.664	222773.131	3081.290	A
1123	8945647.570	222787.172	3081.737	L
1124	8945626.502	222777.589	3081.248	AL
1125	8945635.386	222766.387	3081.527	L
1126	8945629.755	222779.942	3081.332	A
1127	8945636.506	222767.085	3081.380	A
1128	8945632.898	222774.772	3081.365	A
1129	8945637.286	222765.727	3081.559	CD



1130	8945632.917	222774.776	3081.345	A
1131	8945637.874	222765.863	3081.591	C
1132	8945649.477	222787.793	3081.722	P
1133	8945638.131	222766.348	3081.564	CA
1134	8945634.035	222772.676	3081.366	A
1135	8945638.898	222767.280	3081.573	CA
1136	8945643.149	222768.746	3081.651	CA
1137	8945643.571	222768.947	3081.645	CA
1138	8945643.894	222769.129	3081.651	CA
1139	8945632.802	222772.623	3081.541	P
1140	8945634.786	222773.457	3081.599	P
1141	8945645.855	222769.345	3081.676	CA
1142	8945646.191	222769.511	3081.675	CD
1143	8945644.142	222776.518	3081.515	A
1144	8945647.095	222769.941	3081.685	CA
1145	8945652.546	222790.342	3081.774	CA
1146	8945652.979	222790.900	3081.785	C
1147	8945644.862	222768.889	3081.656	C
1148	8945654.427	222783.067	3081.555	A
1149	8945653.445	222789.296	3081.529	A
1150	8945656.614	222782.740	3081.570	A
1151	8945651.826	222771.376	3081.716	C
1152	8945655.326	222780.888	3081.566	A
1153	8945657.468	222775.359	3081.560	A
1154	8945657.251	222775.753	3081.557	AG
1155	8945657.048	222776.248	3081.551	AG
1156	8945661.091	222776.868	3081.588	P
1157	8945665.701	222778.529	3081.528	A
1158	8945654.594	222790.495	3081.532	A
1159	8945655.957	222773.300	3081.745	CA
1160	8945668.229	222778.371	3081.502	A
1161	8945651.404	222799.567	3081.846	A
1162	8945649.981	222798.635	3082.255	C
1163	8945667.229	222775.599	3081.474	A
1164	8945668.201	222778.360	3081.514	A

1165	8945667.237	222775.587	3081.480	A
1166	8945669.438	222776.544	3081.505	A
1167	8945665.484	222776.606	3081.753	C
1168	8945653.713	222793.701	3081.535	RJ
1169	8945654.005	222793.016	3081.479	RJ
1170	8945675.050	222801.110	3081.326	RJ
1171	8945674.535	222801.665	3081.346	RJ
1172	8945666.678	222809.599	3081.891	PK
1173	8945664.588	222801.562	3081.598	PK
1174	8945657.693	222802.190	3081.867	PK
1175	8945650.419	222818.732	3082.603	PK
1176	8945681.402	222771.192	3081.120	A
1177	8945674.833	222769.016	3081.071	AL
1178	8945673.000	222770.482	3081.153	AL
1179	8945671.880	222812.269	3081.861	A
1180	8945673.007	222776.914	3081.454	B
1181	8945678.385	222773.494	3081.229	P
1182	8945679.612	222775.837	3081.345	A
1183	8945677.082	222774.993	3081.299	A
1184	8945676.199	222777.371	3081.430	A
1185	8945668.229	222821.637	3082.345	A
1186	8945661.413	222822.890	3082.428	PK
1187	8945677.493	222774.768	3081.304	L
1188	8945676.875	222779.404	3081.655	L
1189	8945680.804	222776.433	3081.640	C
1190	8945676.581	222780.377	3081.433	A
1191	8945673.393	222813.186	3082.136	CLL
1192	8945677.215	222803.485	3081.532	CLL
1193	8945679.155	222781.765	3080.352	V
1194	8945680.403	222782.248	3081.371	A
1195	8945676.554	222800.157	3081.334	A
1196	8945678.805	222799.030	3081.334	A
1197	8945680.721	222799.571	3081.267	A
1198	8945680.013	222801.856	3081.242	A
1199	8945681.424	222782.348	3081.470	L

1200	8945679.571	222802.016	3081.471	L
1201	8945681.207	222779.663	3081.534	A
1202	8945682.238	222802.775	3081.389	P
1203	8945686.076	222781.349	3081.444	P
1204	8945681.964	222780.787	3081.481	PR
1205	8945686.249	222782.043	3081.442	PR
1206	8945688.198	222782.416	3081.267	P
1207	8945682.745	222780.919	3081.475	T
1208	8945683.336	222781.043	3081.462	T
1209	8945684.800	222780.306	3081.482	CA
1210	8945688.666	222782.273	3081.172	A
1211	8945686.016	222803.887	3081.058	A
1212	8945685.431	222780.826	3081.470	CA
1213	8945687.950	222783.792	3081.217	L
1214	8945689.005	222780.411	3081.362	CA
1215	8945685.916	222783.997	3081.273	A
1216	8945689.474	222780.452	3081.339	CD
1217	8945667.319	222786.762	3081.525	B
1218	8945661.808	222784.701	3081.542	B
1219	8945664.256	222796.070	3081.438	AL
1220	8945663.142	222795.621	3081.483	AL
1221	8945668.747	222784.801	3081.516	AL
1222	8945667.672	222784.353	3081.544	AL
1223	8945696.873	222783.152	3081.136	CA
1224	8945672.429	222802.919	3081.471	B
1225	8945682.183	222791.344	3081.306	A
1226	8945685.964	222803.859	3081.068	A
1227	8945684.768	222789.957	3081.242	A
1228	8945688.592	222795.705	3081.043	A
1229	8945683.320	222794.109	3081.235	A
1230	8945699.180	222783.641	3081.057	CD
1231	8945699.869	222783.616	3081.036	C
1232	8945691.202	222795.043	3081.528	R
1233	8945703.646	222787.237	3080.685	A
1234	8945683.104	222799.738	3081.188	AL

1235	8945682.824	222800.287	3081.188	AL
1236	8945707.510	222786.692	3080.778	CA
1237	8945665.146	222793.678	3081.573	AL
1238	8945665.476	222793.076	3081.568	AL
1239	8945664.350	222792.523	3081.547	AL
1240	8945664.047	222793.381	3081.549	AL
1241	8945699.166	222810.575	3080.872	CLL
1242	8945704.188	222812.295	3080.718	CLL
1243	8945709.367	222786.759	3080.695	C
1244	8945713.460	222790.266	3080.586	P
1245	8945710.965	222812.286	3080.472	P
1246	8945699.047	222797.191	3081.468	P
1247	8945714.689	222815.219	3080.371	CD
1248	8945700.636	222795.154	3080.769	A
1249	8945680.744	222782.877	3081.369	W
1250	8945670.635	222779.691	3081.514	AL
1251	8945670.990	222779.070	3081.509	AL
1252	8945687.776	222785.319	3081.193	AL
1253	8945687.968	222784.635	3081.192	AL
1254	8945714.597	222793.342	3080.316	AL
1255	8945755.270	222805.483	3078.840	E-9
1256	8945741.353	222823.608	3079.213	BM-9
1257	8945734.416	222822.225	3079.540	CLL
1258	8945745.612	222825.898	3079.028	CLL
1259	8945738.857	222821.427	3079.332	G
1260	8945738.858	222821.390	3079.336	P
1261	8945715.133	222804.277	3080.485	PASE
1262	8945717.648	222805.252	3080.349	PASE
1263	8945718.949	222801.370	3080.352	PASE
1264	8945716.444	222800.484	3080.433	PASE
1265	8945746.292	222824.058	3078.973	PT
1266	8945739.587	222812.529	3079.230	A
1267	8945741.926	222810.966	3079.166	A
1268	8945740.570	222808.352	3079.225	A
1269	8945719.957	222792.493	3080.129	A

1270	8945718.581	222795.523	3080.230	AL
1271	8945719.075	222794.977	3080.205	AL
1272	8945741.875	222809.419	3079.171	AG
1273	8945742.027	222808.767	3079.157	AG
1274	8945753.100	222817.002	3078.596	A
1275	8945752.031	222814.670	3078.711	A
1276	8945754.439	222812.914	3078.649	A
1277	8945737.164	222801.625	3079.463	AL
1278	8945737.420	222801.001	3079.445	AL
1279	8945731.694	222805.383	3079.591	A
1280	8945741.175	222802.068	3079.273	A
1281	8945741.939	222799.859	3079.247	A
1282	8945741.004	222799.741	3079.301	P
1283	8945740.715	222799.333	3079.502	P
1284	8945733.774	222807.942	3080.033	R
1285	8945755.928	222826.189	3078.416	B
1286	8945731.233	222809.779	3079.581	A
1287	8945723.179	222791.331	3080.303	C
1288	8945726.135	222792.714	3080.184	CA
1289	8945727.097	222792.983	3080.142	CD
1290	8945728.330	222793.005	3080.109	C
1291	8945731.655	222794.492	3079.961	CA
1292	8945733.920	222795.269	3079.868	CD
1293	8945735.410	222795.301	3079.818	C
1294	8945737.823	222796.615	3079.719	CD
1295	8945730.215	222818.509	3079.459	A
1296	8945739.869	222796.775	3079.644	C
1297	8945745.463	222798.565	3079.414	C
1298	8945732.049	222817.202	3079.439	AL
1299	8945732.218	222816.553	3079.448	AL
1300	8945750.018	222825.320	3078.824	PT
1301	8945752.096	222825.830	3078.749	P
1302	8945745.643	222802.516	3079.284	L
1303	8945745.121	222803.419	3079.139	A
1304	8945747.776	222801.729	3078.974	A

1305	8945749.816	222797.444	3078.699	A
1306	8945748.039	222796.675	3078.803	A
1307	8945752.079	222787.046	3078.269	A
1308	8945749.562	222797.604	3078.944	P
1309	8945757.891	222800.536	3078.371	A
1310	8945755.980	222799.901	3078.422	A
1311	8945763.297	222787.612	3077.826	A
1312	8945753.930	222804.639	3078.661	A
1313	8945758.973	222785.083	3077.922	B
1314	8945755.142	222806.750	3078.668	A
1315	8945760.151	222808.443	3078.447	A
1316	8945754.816	222827.082	3078.634	A
1317	8945760.910	222806.015	3078.339	A
1318	8945759.932	222809.076	3078.467	AL
1319	8945754.472	222812.820	3078.615	A
1320	8945757.991	222827.594	3078.291	A
1321	8945757.809	222829.824	3078.510	CLL
1322	8945756.064	222815.645	3079.023	P
1323	8945754.353	222814.432	3078.987	LL
1324	8945764.358	222805.435	3078.475	C
1325	8945758.258	222803.375	3078.702	C
1326	8945758.442	222828.328	3078.446	PT
1327	8945769.466	222822.462	3077.926	A
1328	8945767.963	222807.545	3078.347	CA
1329	8945762.430	222827.204	3078.108	AL
1330	8945762.611	222826.496	3078.144	AL
1331	8945771.303	222818.534	3077.938	A
1332	8945767.134	222830.618	3078.109	P
1333	8945778.632	222823.081	3078.097	R
1334	8945767.324	222832.465	3078.091	CD
1335	8945769.204	222807.459	3078.291	CA
1336	8945769.672	222807.233	3078.286	C
1337	8945767.675	222831.498	3078.077	CD
1338	8945787.031	222823.724	3077.337	A
1339	8945776.478	222809.906	3077.976	CA

1340	8945777.682	222810.015	3077.967	CD
1341	8945786.993	222823.682	3077.338	A
1342	8945781.226	222810.856	3077.845	C
1343	8945769.496	222831.434	3077.794	A
1344	8945768.827	222833.462	3078.051	CLL
1345	8945780.487	222812.359	3077.808	P
1346	8945786.799	222828.070	3077.295	A
1347	8945781.949	222811.410	3077.800	CA
1348	8945794.084	222825.911	3077.150	A
1349	8945786.480	222813.356	3077.598	CD
1350	8945792.435	222829.952	3077.163	A
1351	8945788.851	222815.269	3077.335	A
1352	8945792.671	222814.612	3077.509	C
1353	8945795.665	222817.478	3077.169	A
1354	8945785.854	222838.197	3077.478	B
1355	8945795.250	222828.684	3077.105	A
1356	8945797.642	222817.780	3077.303	PT
1357	8945798.466	222818.307	3077.300	P
1358	8945789.276	222835.304	3077.187	AL
1359	8945798.755	222818.515	3077.090	A
1360	8945790.684	222836.545	3077.188	AL
1361	8945798.133	222820.895	3077.097	AL
1362	8945797.914	222821.474	3077.097	AL
1363	8945800.705	222841.033	3076.883	B
1364	8945800.088	222821.580	3077.061	A
1365	8945803.255	222820.339	3076.967	A
1366	8945799.138	222819.606	3077.285	V
1367	8945802.579	222818.842	3077.207	CD
1368	8945806.485	222819.024	3077.093	C
1369	8945795.018	222839.813	3077.222	P
1370	8945812.895	222825.731	3076.774	A
1371	8945812.316	222836.488	3076.741	A
1372	8945807.467	222843.896	3076.737	A
1373	8945811.228	222834.118	3076.754	A
1374	8945810.972	222825.111	3076.819	A

1375	8945807.292	222845.153	3076.973	B
1376	8945807.261	222846.087	3076.962	CLL
1377	8945813.812	222832.435	3076.708	A
1378	8945809.107	222821.819	3076.899	A
1379	8945822.462	222849.043	3076.745	P
1380	8945809.181	222823.237	3076.851	A
1381	8945821.244	222829.067	3076.662	B
1382	8945828.450	222850.805	3076.709	G
1383	8945812.324	222820.780	3077.040	C
1384	8945828.487	222837.278	3076.535	A
1385	8945813.352	222822.057	3076.968	CD
1386	8945814.295	222822.309	3076.943	CA
1387	8945831.947	222843.145	3076.563	A
1388	8945835.485	222853.340	3076.720	L
1389	8945830.786	222848.871	3076.566	AL
1390	8945830.258	222842.487	3076.551	A
1391	8945837.142	222853.589	3076.520	RJ
1392	8945836.928	222853.512	3076.495	RJ
1393	8945841.914	222841.736	3076.550	RJ
1394	8945840.752	222841.439	3076.489	RJ
1395	8945843.326	222833.311	3076.496	RJ
1396	8945844.467	222833.705	3076.485	RJ
1397	8945838.054	222853.880	3076.498	RJ
1398	8945840.604	222845.858	3076.526	RJ
1399	8945839.473	222845.478	3076.530	RJ
1400	8945845.518	222836.439	3076.548	AL
1401	8945886.709	222868.466	3077.701	E-10
1402	8945893.173	222848.005	3077.545	BM-10
1403	8945841.025	222856.757	3076.809	B
1404	8945850.410	222858.134	3076.837	P
1405	8945851.466	222858.257	3076.628	A
1406	8945851.076	222860.284	3076.856	CLL
1407	8945819.317	222823.248	3076.926	C
1408	8945854.885	222850.541	3076.660	A
1409	8945819.568	222824.027	3076.909	CD



1410	8945819.958	222824.185	3076.882	CA
1411	8945854.948	222860.321	3076.903	B
1412	8945822.631	222825.081	3076.822	C
1413	8945858.665	222858.862	3076.721	AL
1414	8945858.938	222858.224	3076.707	AL
1415	8945826.284	222825.844	3076.813	C
1416	8945865.236	222863.608	3077.089	B
1417	8945870.892	222865.020	3077.157	CA
1418	8945877.064	222866.781	3077.370	L
1419	8945878.170	222867.212	3077.403	P
1420	8945883.893	222869.078	3077.624	L
1421	8945882.909	222870.754	3077.633	CLL
1422	8945885.011	222874.905	3078.446	CLL
1423	8945882.406	222884.122	3079.608	CLL
1424	8945884.220	222884.691	3079.333	A
1425	8945885.633	222870.736	3077.725	B
1426	8945884.730	222869.244	3077.405	A
1427	8945885.465	222866.980	3077.424	A
1428	8945888.297	222868.533	3077.556	A
1429	8945888.265	222870.518	3077.661	A
1430	8945830.762	222827.740	3076.714	CD
1431	8945831.273	222829.139	3076.759	P
1432	8945832.396	222829.522	3076.748	P
1433	8945833.438	222829.802	3076.528	A
1434	8945883.725	222859.991	3077.243	A
1435	8945886.296	222858.762	3077.310	A
1436	8945885.076	222855.793	3077.247	A
1437	8945844.182	222844.941	3077.207	P
1438	8945889.894	222850.375	3077.291	A
1439	8945890.307	222849.072	3077.289	MD
1440	8945889.947	222848.488	3077.276	A
1441	8945892.823	222851.311	3077.396	A
1442	8945894.118	222849.766	3077.386	A
1443	8945842.168	222832.465	3076.676	L
1444	8945752.304	222826.810	3078.740	AG

1445	8945846.947	222833.442	3076.737	CA
1446	8945763.252	222830.639	3078.273	AG
1447	8945858.830	222838.099	3076.841	P
1448	8945794.847	222840.667	3077.311	AG
1449	8945799.330	222842.811	3077.215	AG
1450	8945808.805	222845.206	3076.934	AG
1451	8945813.108	222847.048	3076.885	AG
1452	8945827.938	222851.297	3076.716	AG
1453	8945859.737	222852.100	3076.700	A
1454	8945861.164	222847.949	3076.692	A
1455	8945835.187	222854.416	3076.712	AG
1456	8945850.372	222858.646	3076.838	AG
1457	8945863.955	222839.898	3076.685	A
1458	8945848.916	222848.446	3076.611	A
1459	8945856.959	222861.400	3076.911	AG
1460	8945862.731	222862.614	3077.003	AG
1461	8945858.857	222838.069	3076.853	P
1462	8945875.466	222867.762	3077.227	AG
1463	8945851.115	222844.591	3076.590	A
1464	8945862.333	222837.912	3076.902	CD
1465	8945880.033	222868.669	3077.508	AG
1466	8945884.349	222870.624	3077.636	AG
1467	8945886.597	222869.830	3077.691	AG
1468	8945888.490	222869.297	3077.769	AG
1469	8945862.122	222850.611	3077.158	R
1470	8945863.548	222837.740	3076.850	C
1471	8945863.775	222838.751	3076.856	CA
1472	8945878.438	222855.861	3077.519	R
1473	8945880.148	222856.513	3077.600	P
1474	8945864.196	222839.104	3076.895	CA
1475	8945864.304	222838.581	3076.888	CD
1476	8945864.950	222839.302	3076.872	PT
1477	8945892.761	222850.533	3077.570	L
1478	8945894.844	222847.449	3077.322	RJ
1479	8945895.182	222846.324	3077.299	RJ

1480	8945888.088	222871.359	3077.718	RJ
1481	8945888.440	222870.377	3077.650	RJ
1482	8945901.642	222848.164	3077.330	RJ
1483	8945869.937	222840.704	3076.990	PT
1484	8945870.427	222840.247	3077.014	C
1485	8945873.812	222842.050	3077.074	CD
1486	8945874.208	222842.353	3077.082	CA
1487	8945904.118	222850.009	3077.495	RJ
1488	8945904.475	222848.782	3077.457	RJ
1489	8945906.020	222849.413	3077.527	RJ
1490	8945905.635	222850.487	3077.524	RJ
1491	8945907.184	222877.541	3078.491	RJ
1492	8945907.415	222876.820	3078.425	RJ
1493	8945904.579	222851.492	3077.550	B
1494	8945909.484	222850.402	3077.641	RJ
1495	8945909.075	222851.496	3077.634	RJ
1496	8945908.162	222881.137	3078.841	A
1497	8945912.784	222878.203	3078.533	A
1498	8945921.483	222881.261	3079.005	A
1499	8945923.017	222873.061	3078.779	A
1500	8945917.270	222871.109	3078.492	A
1501	8945916.321	222868.664	3078.377	A
1502	8945918.707	222866.837	3078.367	A
1503	8945926.046	222869.285	3078.803	A
1504	8945908.495	222848.388	3077.812	L
1505	8945908.207	222849.026	3077.615	A
1506	8945910.288	222847.351	3077.582	A
1507	8945906.466	222846.280	3077.688	R
1508	8945915.784	222852.243	3077.661	RJ
1509	8945915.461	222853.303	3077.737	RJ
1510	8945914.942	222855.441	3077.744	A
1511	8945915.335	222856.833	3077.762	A
1512	8945916.653	222857.908	3077.915	A
1513	8945920.518	222859.315	3078.231	P
1514	8945918.421	222856.924	3078.118	C

1515	8945917.431	222855.260	3078.007	C
1516	8945916.483	222851.067	3077.858	P
1517	8945893.384	222879.453	3078.589	A
1518	8945891.496	222885.865	3079.309	A
1519	8945918.971	222840.750	3077.359	A
1520	8945897.225	222877.549	3078.397	A
1521	8945898.784	222881.344	3078.810	A
1522	8945912.381	222839.739	3077.368	A
1523	8945913.464	222840.138	3077.388	AL
1524	8945914.179	222840.556	3077.427	AL
1525	8945911.336	222850.898	3077.656	AL
1526	8945910.447	222850.677	3077.654	AL
1527	8945909.120	222858.400	3077.850	B
1528	8945908.109	222889.936	3079.723	C
1529	8945904.266	222857.557	3077.684	B
1530	8945902.789	222856.310	3077.647	B
1531	8945902.460	222856.349	3077.647	AG
1532	8945902.749	222856.870	3077.645	AG
1533	8945900.052	222863.164	3077.767	A
1534	8945901.827	222862.359	3077.793	A
1535	8945902.930	222863.874	3077.804	A
1536	8945901.578	222865.246	3077.848	A
1537	8945901.154	222863.952	3078.020	SM
1538	8945901.215	222863.863	3078.733	SM
1539	8945910.205	222882.718	3079.256	C
1540	8945913.879	222880.526	3079.226	C
1541	8945925.406	222884.217	3079.572	C
1542	8945903.000	222864.954	3077.833	AL
1543	8945901.695	222865.326	3077.871	AL
1544	8945925.534	222882.599	3079.156	A
1545	8945900.767	222874.570	3078.052	AL
1546	8945899.580	222874.187	3078.037	AL
1547	8945905.232	222871.933	3078.176	B
1548	8945904.899	222857.334	3077.678	AL
1549	8945903.787	222856.779	3077.657	AL

1550	8945903.520	222852.924	3077.547	AL
1551	8945904.882	222853.268	3077.606	AL
1552	8945902.480	222844.851	3077.298	A
1553	8945906.105	222832.804	3077.032	A
1554	8945899.665	222830.989	3077.048	A
1555	8945896.142	222841.750	3077.463	P
1556	8945895.496	222844.361	3077.502	K
1557	8945895.203	222845.500	3077.536	P
1558	8945873.745	222842.184	3077.091	CD
1559	8945874.153	222842.345	3077.085	C
1560	8945874.145	222842.328	3077.085	CA
1561	8945876.528	222843.826	3077.190	L
1562	8945882.150	222844.305	3077.264	CD
1563	8945883.521	222846.150	3077.317	P
1564	8945893.248	222845.514	3077.570	C
1565	8945890.483	222846.845	3077.532	C
1566	8945888.873	222847.313	3077.455	CD
1567	8945889.378	222847.502	3077.456	CA
1568	8945901.566	222848.110	3077.325	AL
1569	8945902.095	222848.405	3077.349	AL
1570	8945898.257	222861.901	3077.643	AL
1571	8945897.720	222861.870	3077.626	AL
1572	8945896.657	222867.708	3077.718	AL
1573	8945896.113	222866.601	3077.694	AL
1574	8945908.140	222881.122	3079.061	VR
1575	8945912.745	222878.557	3079.061	VR
1576	8945905.418	222877.602	3078.482	V
1577	8945890.969	222849.327	3077.005	V
1578	8945907.746	222881.066	3078.724	V
1579	8945889.627	222850.959	3077.284	A
1580	8945859.664	222850.570	3077.283	R
1581	8945881.942	222857.887	3077.856	R
1582	8945863.823	222852.376	3077.262	R
1583	8945885.086	222859.090	3077.502	R
1584	8945904.899	222841.215	3077.809	R

1585	8945849.911	222847.613	3077.154	R
1586	8945836.874	222843.685	3077.044	R
1587	8945820.436	222838.324	3077.148	R
1588	8945876.706	222910.328	3082.503	P
1589	8945894.962	222886.020	3079.989	P
1590	8945883.544	222913.127	3082.455	A
1591	8945888.721	222895.286	3080.423	A
1592	8945807.476	222817.912	3077.003	A
1593	8945806.812	222817.727	3077.314	A
1594	8945793.096	222828.013	3077.643	R
1595	8945763.367	222818.594	3078.836	R
1596	8945738.793	222810.435	3079.903	R

Fuente: Elaboración propia

### 3.8.2. Estudio de trafico

#### a) Estado actual de la vía

La Av. Agustín Gamarra entre la Av. Antonio Raimondi hasta el Jr. Sucre tiene una longitud de 768.51 ml y desde el Jr. 28 de Julio hasta la Av. Pedro Villon tiene una longitud de 910.66 ml haciendo un total de 1679.17 ml., se inicia en la intersección con la Av. Raymondi y la Av. Pedro Villon, con un ancho promedio de 6.00 m a 6.60 m en dos paños de 3.00m aprox., el 100% de la superficie de rodadura es de concreto pero en mal estado ya que ha cumplido de su vida útil, cuenta con 3701.16m<sup>2</sup> de veredas construidas existentes en ambos lados en mal estado.

Bajo estas condiciones de la vía se presentan fuertes vientos que arrastra partículas que ocasionan el incrementos de enfermedades respiratorias, dañan las fachadas de las viviendas y los artefactos tanto eléctricos y no eléctricos, lo cual genera a las familias mayor gasto para el mantenimiento de sus bienes, así mismo se observa el jardín central que le falta su mantenimiento en sus sardineles perimetrales, un desnivel es mínimo entre las viviendas y la vía

provocando la dificultad para el desplazamiento de las personas, ya que diariamente los estudiantes y las amas de casa tienen que desplazarse por la calle a la falta de los pases peatonales y en mal estado hacia sus centros de estudios, trabajo y centros de abastecimiento de productos alimenticios respectivamente; situación que ha ocasionado accidentes peatonales, en muchos casos con graves consecuencias ya que para los peatones con discapacidad no cuentan con rampas; aunque el tránsito local es pequeño, la falta de veredas y la vía en mal estado originan pérdidas de tiempo de viaje de los peatones, mayores costos operativos de los vehículos; en épocas de lluvias la dificultad del tránsito peatonal y vehicular es más crítico, la Av. Gamarra no cuentan con alcantarillado pluvial adecuado por el acumulo de sus aguas pluviales, las aguas pluviales al acumularse desbordan las zanjas e ingresan a las viviendas, además las riles en algunos puntos están deteriorados.

Esta horrible estampa de la Ciudad, es un pésimo panorama para visitantes y turistas que día a día acuden a la ciudad a vista del Huascarán.

Razón a ello se hace la presente investigación para dar un aporte y determinar el análisis comparativo por dos métodos que viene a ser el AASHTO 93 y el Guía Portland Cement Association (PCA).

## **b) Tráfico vehicular**

El tráfico vehicular tiene una variación tanto para vías urbanas como para carreteras de distintas clases, para ello es importante la correcta determinación de la cantidad de vehículos que transitan por tipo de eje y peso que puedan aportar volumen de vehículo, la presión de carga de las llantas, así como las áreas de contacto con el suelo.

Es importante determinar y verificar estadísticamente la variación de vehículos que transitaran por la vía año tras año, es por ello que se ha realizado el conteo de vehículos por el periodo de 7 días continuos, así como se indica en el reglamento, con ello para poder estimar el tránsito total, y poder determinar el diseño del pavimento con su periodo de vida útil, además se puede transformar los diferentes tipos de vehículos en un eje estándar equivalente y luego poder calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes en el periodo de diseño del pavimento (ESAL). Los tipos de vehículos conjuntamente con sus características están contemplados en el reglamento de tránsito.

### c) Volumen de Tránsito

Para terminar el volumen de tránsito, se realizó el conteo de los vehículos durante la semana del 14 de Julio del 2022, verificando el tipo de vehículo y la cantidad, las 24 horas del día, durante 7 días calendarios en la Av. Gamarra en dos puntos estacionarios como son la I.E. La Libertad y la Facultad de Ciencias Médicas de la UNASAM. La unidad de medida del volumen de tránsito se calcula vehículos/ día.

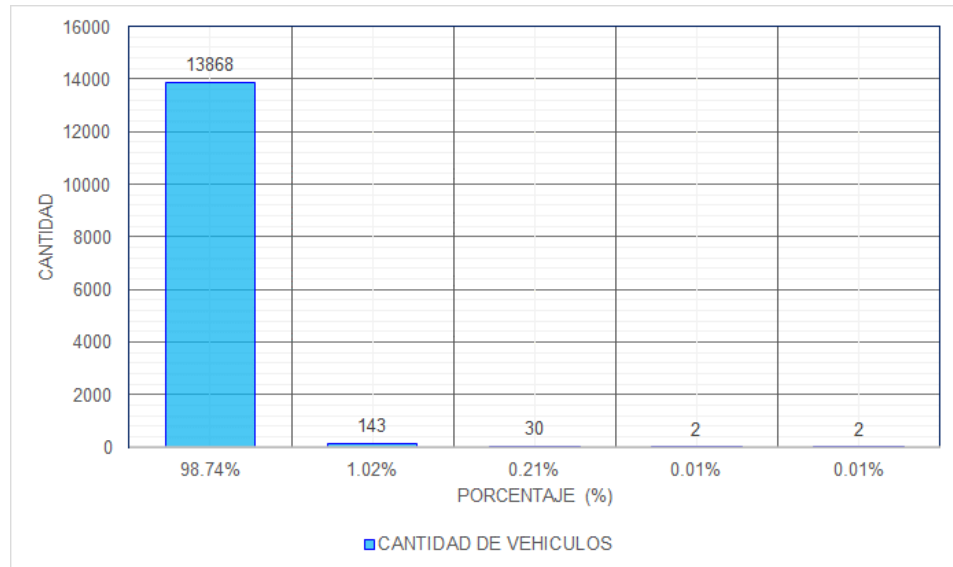
**Tabla 28:** Estación I.E. La Libertad, Jueves: 14-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	13868	98.74%
BUS	143	1.02%
CAMIONES UNITARIOS	30	0.21%
SEMITRAILER	2	0.01%
TRAILER	2	0.01%
TOTAL	14045	100.00%

Fuente: Elaboración propia



**Figura N° 18:** Estación La Libertad, Día Jueves: 14-07-2022



Fuente: Elaboración propia

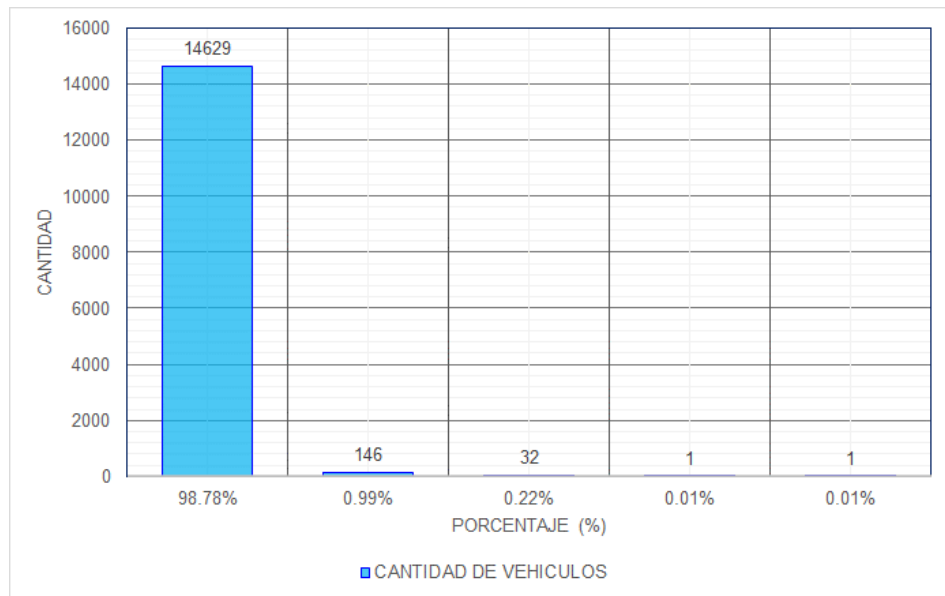
De la figura N° 16 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 98.74% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 1.02% representa a buses, el 0.21% representa a camiones unitarios, el 0.01% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.01% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 29:** Estación Fac. Ciencias Médicas, Jueves 14-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	14629	98.78%
BUS	146	0.99%
CAMIONES UNITARIOS	32	0.22%
SEMITRAILER	1	0.01%
TRAILER	1	0.01%
TOTAL	14809	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 19:** Estación Facultad Ciencias Médicas, Jueves 14-07-2022



Fuente: Elaboración propia

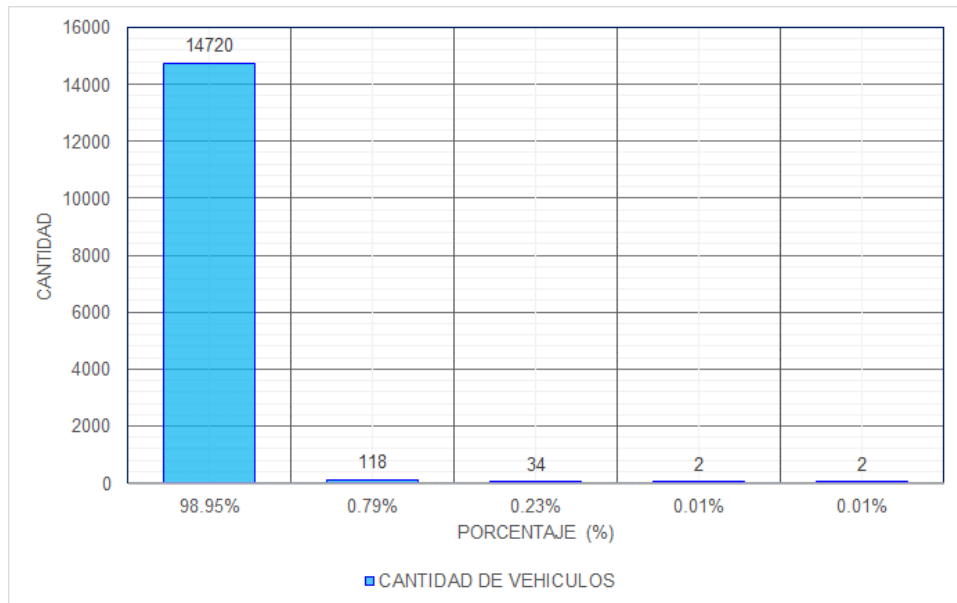
De la figura N° 17 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 98.78% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.99% representa a buses, el 0.22% representa a camiones unitarios, el 0.01% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.01% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 30:** Estación La Libertad, Día Viernes: 15-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	14720	98.95%
BUS	118	0.79%
CAMIONES UNITARIOS	34	0.23%
SEMITRAILER	2	0.01%
TRAILER	2	0.01%
TOTAL	14876	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 20:** Estación La Libertad, Día Viernes: 15-07-2022



Fuente: Elaboración propia

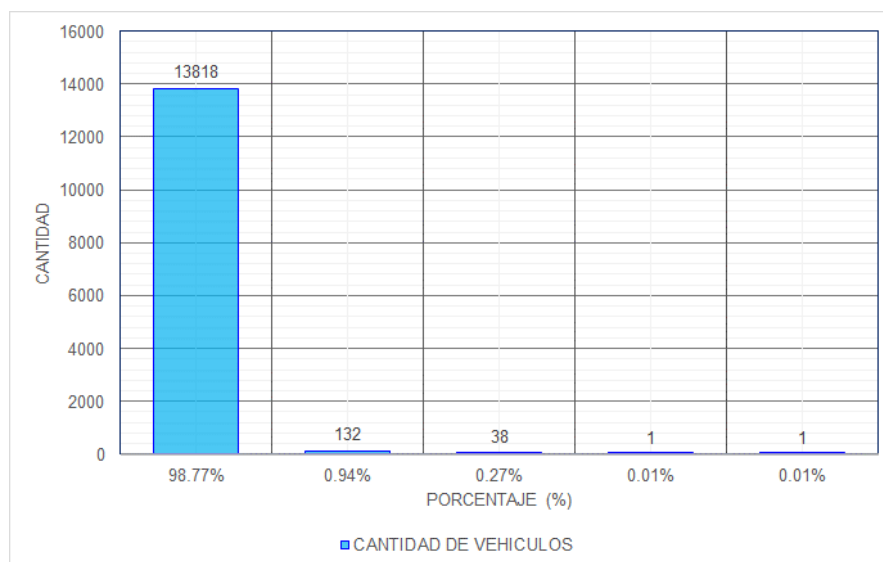
De la figura N° 18 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 98.95% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.79% representa a buses, el 0.23% representa a camiones unitarios, el 0.01% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.01% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 31:** Estación Fac. Ciencias Médicas, Viernes 15-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	13818	98.77%
BUS	132	0.94%
CAMIONES UNITARIOS	38	0.27%
SEMITRAILER	1	0.01%
TRAILER	1	0.01%
TOTAL	13990	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 21:** Estación Facultad Ciencias Médicas, Viernes 15-07-2022



Fuente: Elaboración propia

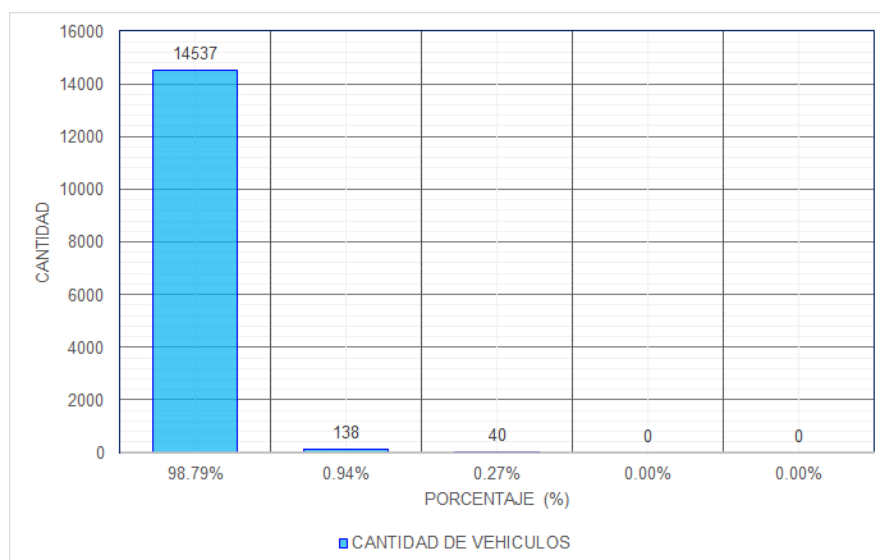
De la figura N° 19 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 98.77% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.94% representa a buses, el 0.27% representa a camiones unitarios, el 0.01% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.01% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 32:** Estación La Libertad, Día Sábado: 16-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	14537	98.79%
BUS	138	0.94%
CAMIONES UNITARIOS	40	0.27%
SEMITRAILER	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
TOTAL	14715	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 22:** Estación La Libertad, Día Sábado: 16-07-2022



Fuente: Elaboración propia

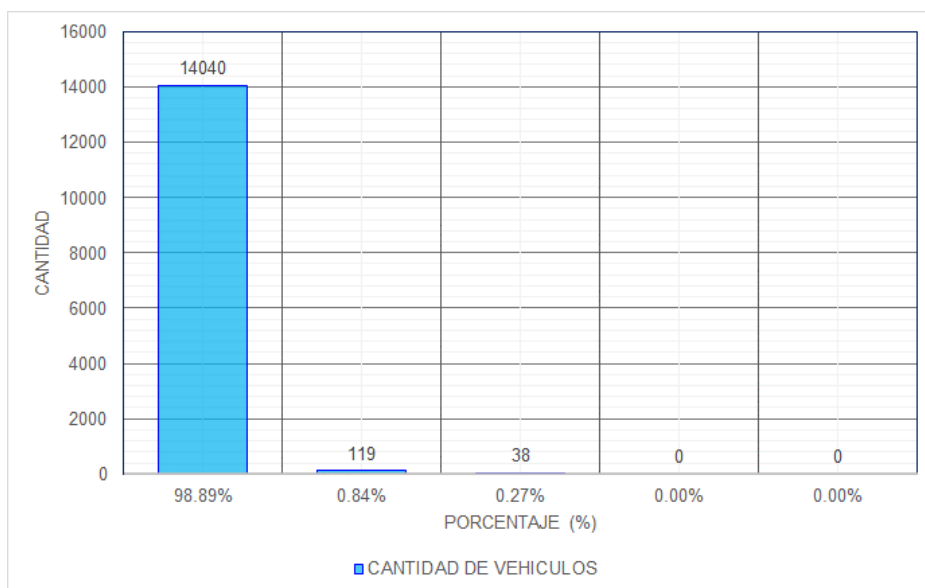
De la figura N° 20 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 98.79% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.94% representa a buses, el 0.27% representa a camiones unitarios, el 0.00% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.00% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 33:** Estación Fac. Ciencias Médicas, Sábado 16-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	14040	98.89%
BUS	119	0.84%
CAMIONES UNITARIOS	38	0.27%
SEMITRAILER	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
TOTAL	14197	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 23:** Estación Facultad Ciencias Médicas, Sábado 16-07-2022



Fuente: Elaboración propia

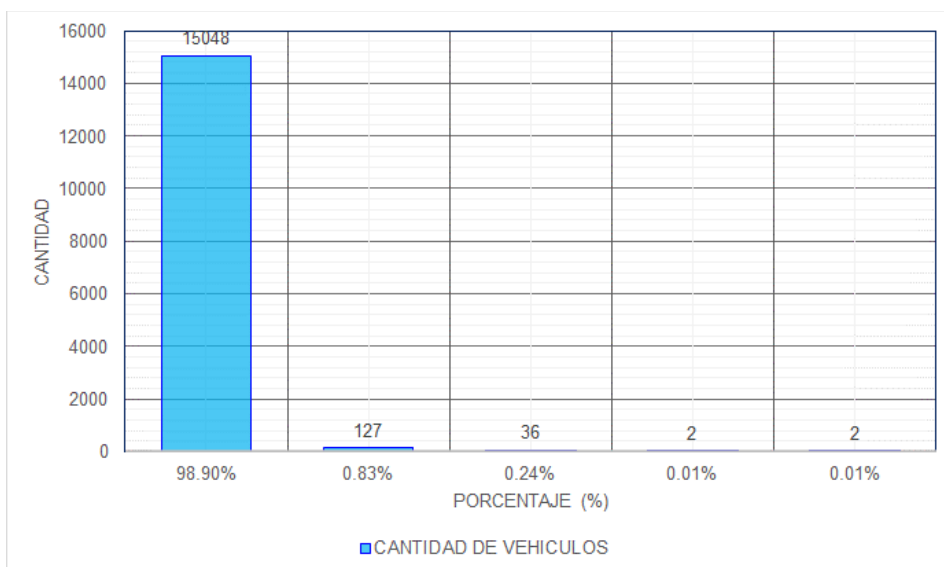
De la figura N° 21 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 98.89% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.84% representa a buses, el 0.27% representa a camiones unitarios, el 0.00% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.00% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 34:** Estación La Libertad, Día Domingo: 17-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	15048	98.90%
BUS	127	0.83%
CAMIONES UNITARIOS	36	0.24%
SEMITRAILER	2	0.01%
TRAILER	2	0.01%
TOTAL	15215	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 24:** Estación La Libertad, Día Domingo: 17-07-2022



Fuente: Elaboración propia

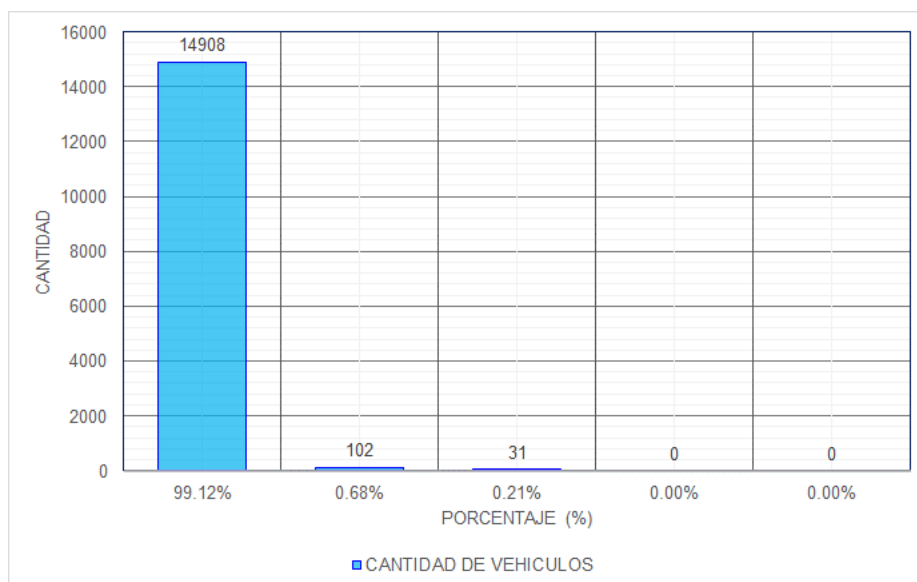
De la figura N° 22 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 98.90% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.83% representa a buses, el 0.24% representa a camiones unitarios, el 0.01% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.01% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 35:** Estación Fac. Ciencias Médicas, Domingo 17-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	14908	99.12%
BUS	102	0.68%
CAMIONES UNITARIOS	31	0.21%
SEMITRAILER	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
TOTAL	15041	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 25:** Estación Facultad Ciencias Médicas, Domingo 17-07-2022



Fuente: Elaboración propia

De la figura N° 23 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 99.12% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.68% representa a buses, el 0.21% representa a camiones unitarios, el 0.00% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.00% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

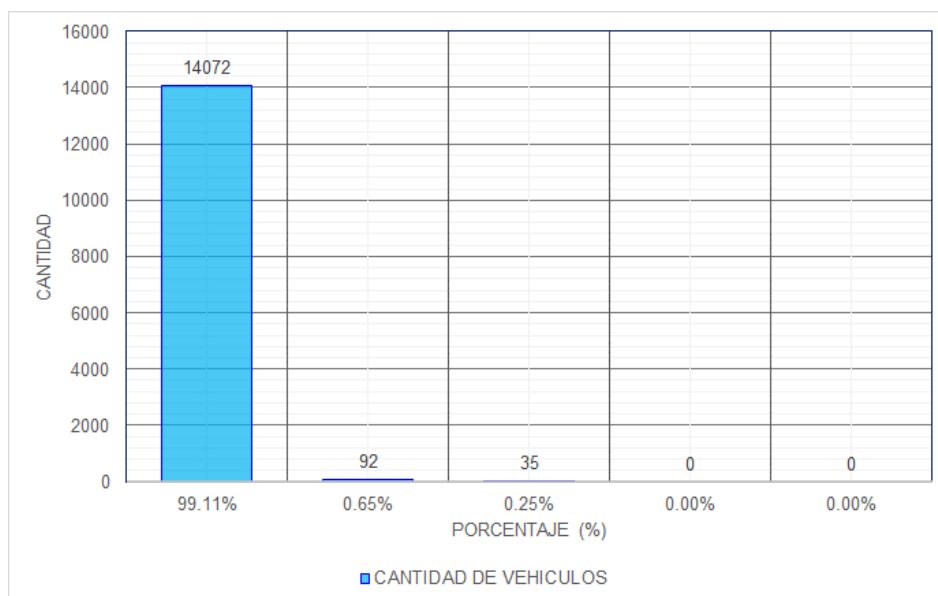
**Tabla 36:** Estación La Libertad, Día Lunes: 18-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	14072	99.11%
BUS	92	0.65%
CAMIONES UNITARIOS	35	0.25%
SEMITRAILER	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
TOTAL	14199	100.00%

Fuente: Elaboración propia



**Figura N° 26:** Estación La Libertad, Día Lunes: 18-07-2022



Fuente: Elaboración propia

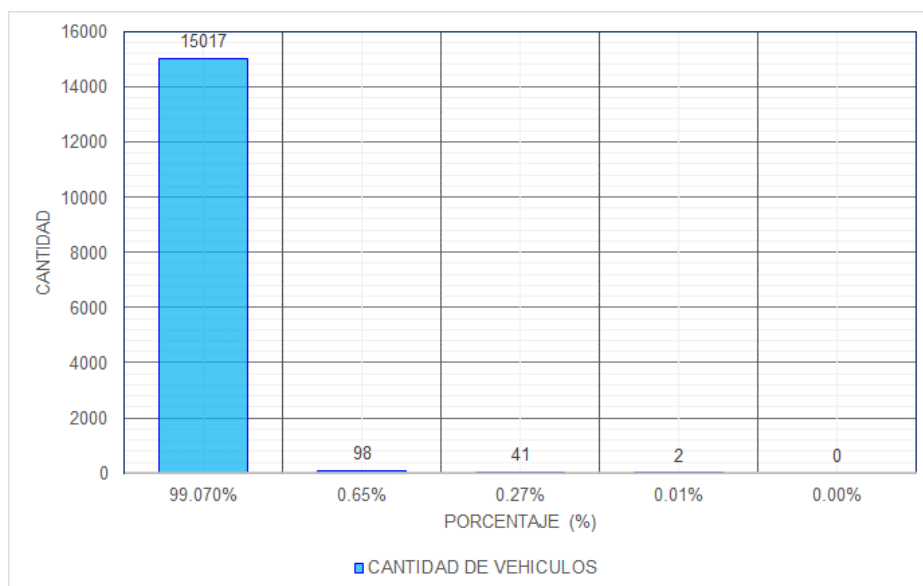
De la figura N° 24 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 99.11% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.65% representa a buses, el 0.25% representa a camiones unitarios, el 0.00% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.00% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 37:** Estación Fac. Ciencias Médicas, Lunes 18-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	15017	99.070%
BUS	98	0.65%
CAMIONES UNITARIOS	41	0.27%
SEMITRAILER	2	0.01%
TRAILER	0	0.00%
TOTAL	15158	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 27:** Estación Facultad Ciencias Médicas, Lunes 18-07-2022



Fuente: Elaboración propia

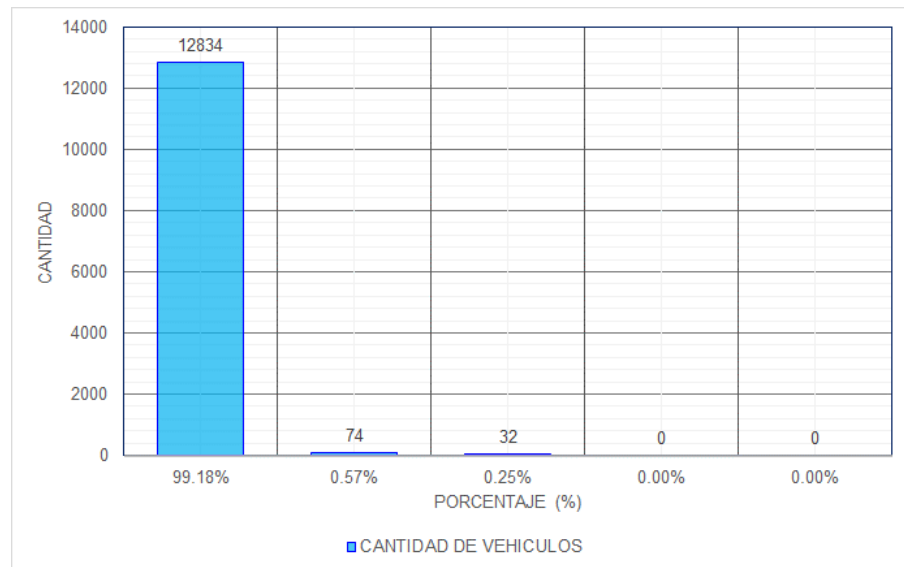
De la figura N° 25 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 99.07% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.65% representa a buses, el 0.27% representa a camiones unitarios, el 0.01% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.00% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 38:** Estación La Libertad, Día Martes: 19-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	12834	99.18%
BUS	74	0.57%
CAMIONES UNITARIOS	32	0.25%
SEMITRAILER	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
TOTAL	12940	100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 28:** Estación La Libertad, Día Martes: 19-07-2022



Fuente: Elaboración propia

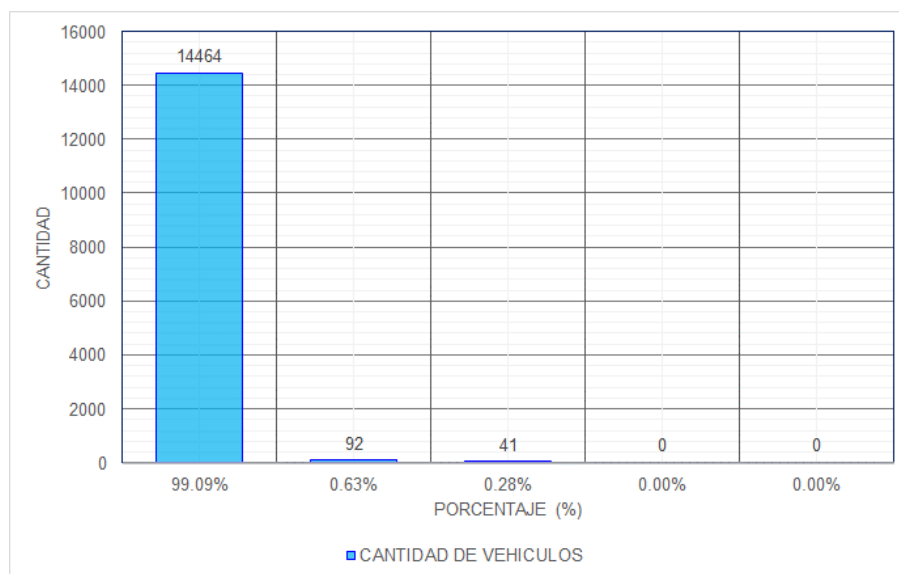
De la figura N° 26 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 99.18% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.57% representa a buses, el 0.25% representa a camiones unitarios, el 0.00% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.00% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 39:** Estación Fac. Ciencias Médicas, Martes 19-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	14464	99.09%
BUS	92	0.63%
CAMIONES UNITARIOS	41	0.28%
SEMITRAILER	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
TOTAL	14597	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 29:** Estación Facultad Ciencias Médicas, Martes 19-07-2022



Fuente: Elaboración propia

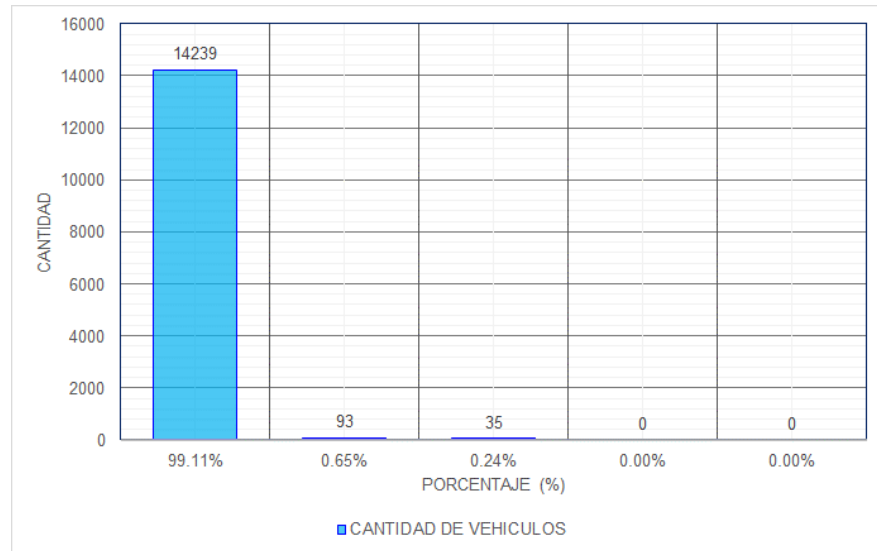
De la figura N° 27 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 99.09% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.63% representa a buses, el 0.28% representa a camiones unitarios, el 0.00% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.00% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 40:** Estación La Libertad, Día Miércoles: 20-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	14239	99.11%
BUS	93	0.65%
CAMIONES UNITARIOS	35	0.24%
SEMITRAILER	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
TOTAL	14367	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 30:** Estación La Libertad, Día Miércoles: 20-07-2022



Fuente: Elaboración propia

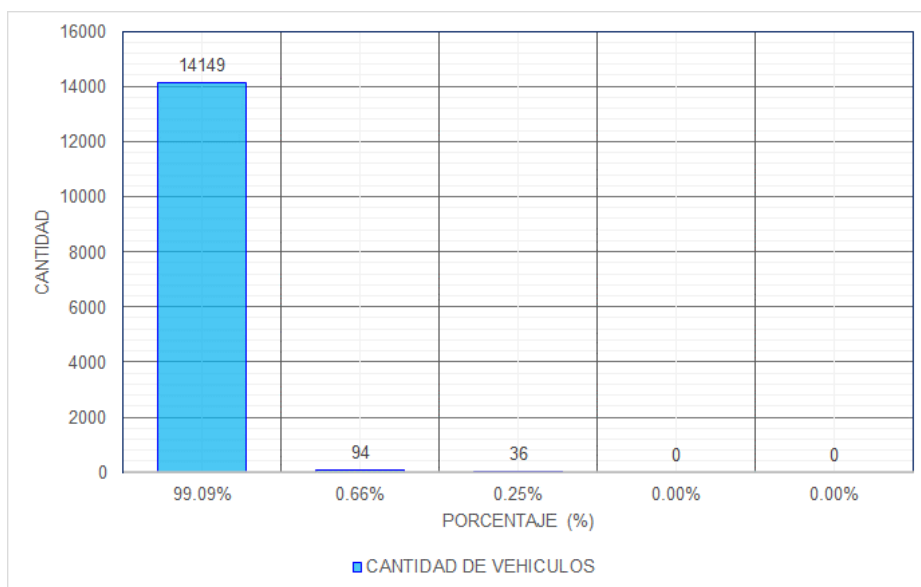
De la figura N° 28 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 99.11% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.65% representa a buses, el 0.24% representa a camiones unitarios, el 0.00% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.00% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 41:** Estación Fac. Ciencias Médicas, Miércoles 20-07-2022

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
VEHICULOS LIGEROS	14149	99.09%
BUS	94	0.66%
CAMIONES UNITARIOS	36	0.25%
SEMITRAILER	0	0.00%
TRAILER	0	0.00%
TOTAL	14279	100.00%

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 31:** Estación Facultad Ciencias Médicas, Miercoles 20-07-2022



Fuente: Elaboración propia

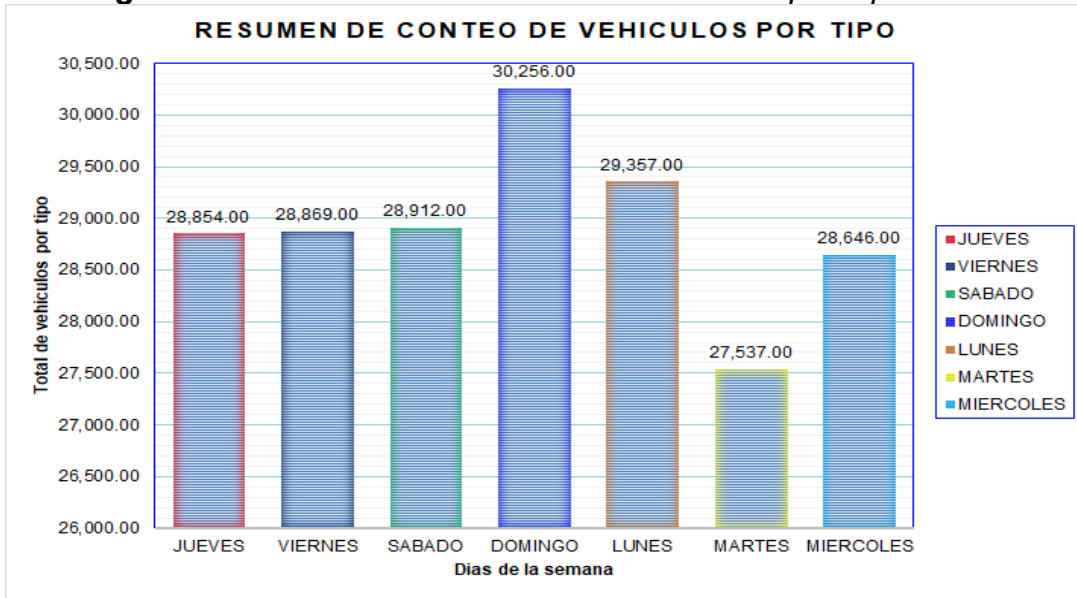
De la figura N° 29 se puede observar que la cantidad de volumen de vehículos el 99.09% representa a vehículos ligeros las cuales están conformado por (autos, c. pick up, c. suv y combis), mientras que el 0.65% representa a buses, el 0.25% representa a camiones unitarios, el 0.00% representa a vehículos pesados semitrailer y el 0.00% representa a vehículo pesado del tipo tráiler, se puede indicar que el predominante dentro del total de la clasificación son los vehículos ligeros.

**Tabla 42:** Resumen del volumen vehicular del conteo de vehículos por tipo en la semana

TIPO DE VEHÍCULOS		CANTIDAD DE VEHÍCULOS							PROMEDIO	% DE APORTACIÓN
		JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES		
VEHÍCULOS LIGEROS	AUTO	9755	9919	9436	10787	9806	8889	9888	9,783.00	33.83
	C. PICK UP	8712	8563	8787	8911	8822	8581	8472	8,693.00	30.06
	C. SUV	9149	9186	9450	9390	9618	9133	9208	9,305.00	32.18
	COMBI	881	870	904	868	843	695	820	840.00	2.90
BUS	2E	261	222	229	205	166	146	167	199.00	0.69
	3E	28	28	28	24	24	20	20	25.00	0.09
CAMIONES UNITARIOS	2E	36	38	40	39	40	37	35	38.00	0.13
	3E	26	34	38	28	36	36	36	33.00	0.11
	4E	0	0	0	0	0	0	0	-	-
SEMITRAILER	2S1/2S2	3	1	0	2	0	0	0	1.00	0.00
	2S3	0	2	0	0	2	0	0	1.00	0.00
	3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	-	-
	>=3S3	0	3	0	0	0	0	0	-	-
TRAILER	2T2	3	3	0	2	0	0	0	1.00	0.00
	2T3	0	0	0	0	0	0	0	-	-
	3T2	0	0	0	0	0	0	0	-	-
	3T3	0	0	0	0	0	0	0	-	-
<b>TOTAL</b>		28,854.00	28,869.00	28,912.00	30,256.00	29,357.00	27,537.00	28,646.00		100.00
<b>PROMEDIO</b>		1,698.00	1,699.00	1,701.00	1,780.00	1,727.00	1,620.00	1,686.00	28,919.00	

Fuente: Elaboración propia

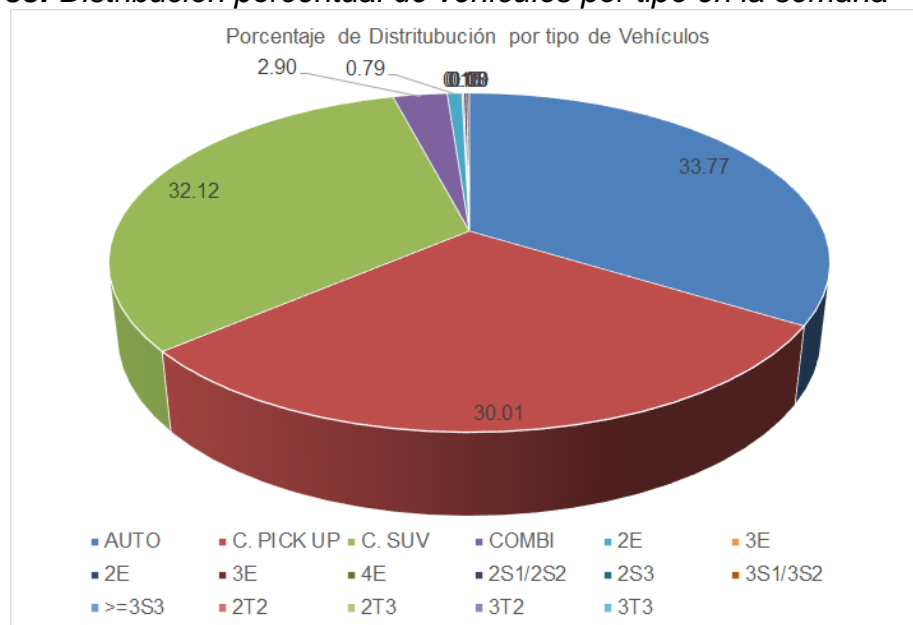
**Figura N° 32: Resumen de Conteo de Vehículos por Tipo**



Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N° 42, resumen de volumen vehicular de conteo de vehículos por tipo en la semana, se puede apreciar que el volumen vehicular máximo fue el día domingo con un total de 30256, seguido del día martes con un total de 29357, durante las 18 horas de conteo, mientras que el día martes fue con un total de 27537 la cual fue el más bajo de la semana; el volumen máximo total de vehículos durante la semana es de 202,431.00 vehículos.

**Figura N° 33: Distribución porcentual de vehículos por tipo en la semana**



Fuente: Elaboración propia



En la figura N° 31, se puede observar la variación porcentual del volumen vehicular total de la semana, la cual es predominante a mayor volumen es el auto con 33.77%, seguidos del tipo de vehículo C. Suv con 32.12% y 30.01% en el tipo de vehículo Pick Up, esto representando a los vehículos menores, mientras que los vehículos pesados son las que poco representan como buses con 0.79% en el tipo 2E, 0.10% en el tipo de vehículo 3E; en vehículos como son camiones unitarios se tiene que el 0.15% representa al tipo 2E, el 0.13% representa el tipo 3E, en el tipo de vehículos como son semitrailer se tiene que el 0.004% representa al tipo 2S/2S2, el 0.004% representa al tipo 2S3, y por último se tiene a los vehículos del tipo tráiler tenemos a 2T2 que representa a 0.004%.

#### **d) Índice medio diario**

El índice medio diario es la proporción del cálculo realizado del promedio de vehículos que transcurren por una vía durante un periodo dado, con la cual se puede obtener los datos de la medición de volumen, periodo de diseño, y demás que son características para el cálculo de la vía a nivel de pavimento rígido o pavimento flexible, el IMD puede ser calculado como Índice Medio Diario Anual, Índice Medio Diario Mensual, Índice Medio Diario Semanal.

#### **Índice medio diario semanal (IMD's)**

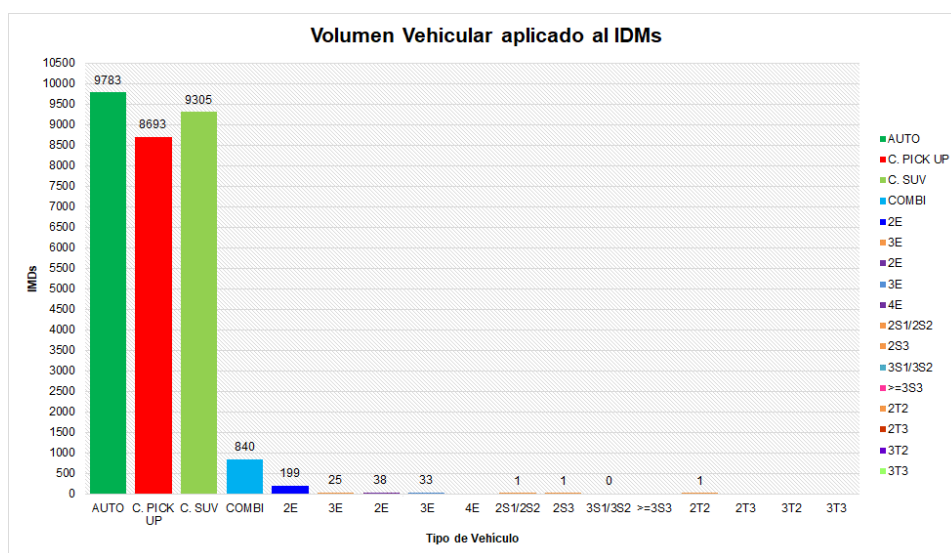
El cálculo del índice medio diario semanal se contempla en el conteo del volumen de vehículos ( $V_i$ ) en un periodo de 07 días calendarios que representa a una semana, se realizó el conteo de vehículos en dos estaciones elegidas que es en la esquina del colegio La Libertad y otro en la Facultad de Ciencias Médicas de la Unasam. Como se observa de acuerdo a los cálculos realizados el volumen total de vehículos es de 202,431.00 y en Índice Medio Semanal (IMDs) es de 28,919 veh/día.

**Tabla 43:** Calculo del Índice Medio Semanal (IMD's)

TIPO DE VEHÍCULOS		Vol. Vehicular	IMDs
VEHÍCULOS LIGEROS	AUTO	68480	9783
	C. PICK UP	60848	8693
	C. SUV	65134	9305
	COMBI	5881	840
BUS	2E	1396	199
	3E	172	25
CAMIONES UNITARIOS	2E	265	38
	3E	234	33
	4E	0	0
SEMITRAILER	2S1/2S2	6	1
	2S3	4	1
	3S1/3S2	0	0
	>=3S3	3	0
TRÁILER	2T2	8	1
	2T3	0	0
	3T2	0	0
	3T3	0	0
TOTAL		202,431	28,919

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 34:** Volumen vehicular aplicado al Índice Medio Semanal (IMD's)



Fuente: Elaboración propia

## Factor de corrección

Los factores de corrección se los datos con el cual son obtenidos de las estaciones de peaje ó los datos estadísticos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), estos datos sirven para el ajuste de conteo de vehículos ó el volumen de vehículos y poder calcular el índice medio diario anual (IMDa), como datos obtenidos al más cercano al ámbito de la investigación se ha optado por la estación de peaje de Catac, con la cual se obtuvo el factor de corrección estacionario para vehículos ligeros que equivale a 0.831611 y el factor de corrección estacionario para vehículos pesados que equivale a 0.959139, con estos datos se calculó el índice medio diario anual (IMDa), por cada tipo de vehículo. Aplicando el factor de corrección por tipo de vehículos, se puede obtener un total de 24,091 veh/día.

**Tabla 44:** Cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDa)

TIPO DE VEHÍCULOS		TOTAL <sub>SEM</sub>	IMDs	F.C	IMDa	Distribución (%)
VEHÍCULOS LIGEROS	AUTO	68480	9783	0.831611	8136.00	33.77
	C. PICK UP	60848	8693	0.831611	7230.00	30.01
	C. SUV	65134	9305	0.831611	7739.00	32.12
	COMBI	5881	840	0.831611	699.00	2.90
BUS	2E	1396	199	0.959139	191.00	0.79
	3E	172	25	0.959139	24.00	0.10
CAMIONES UNITARIOS	2E	265	38	0.959139	37.00	0.15
	3E	234	33	0.959139	32.00	0.13
	4E	0		0.959139	0.00	0.00
SEMITRAILER	2S1/2S2	6	1	0.959139	1.00	0.004
	2S3	4	1	0.959139	1.00	0.004
	3S1/3S2	0	0	0.959139	0.00	0.000
	>=3S3	3		0.959139	0.00	0.000
TRÁILER	2T2	8	1	0.959139	1.00	0.004
	2T3	0		0.959139	0.00	0.00
	3T2	0		0.959139	0.00	0.00
	3T3	0		0.959139	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>202,431</b>	<b>28,919</b>		<b>24,091</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### e) Proyección de tráfico

El manual de carreteras, suelos y pavimentos, usa una fórmula para el cálculo de la tasa de crecimiento de tránsito proyectado en vehículos por día, para lo cual esta proyección de vehículos nos va a proporcionar para el correcto diseño del pavimento, con esta fórmula de progresión geométrica podemos calcular el crecimiento del tráfico, tanto de vehículos de pasajeros como para vehículos de carga, esto con la tasa de crecimiento de la economía que viene a ser el Producto Bruto Interno (PBI), según el manual de carreteras del MTC, la tasa de crecimiento del tráfico varía entre 2% y 6%.

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

Donde:

$T_n$  = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

$T_0$  = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = Año futuro de proyección

r = Tasa anual de crecimiento de tránsito

La tasa de crecimiento por región se plasma por porcentaje, la cual la tasa de crecimiento anual de la población es de 0.59% y la tasa de crecimiento anual del PBI es de 1.05%, para la zona de Ancash – Huaraz.

$r_{vp} = 0.0059$  (T.C. - Tasa de Crecimiento Anual para vehículos de pasajeros)

$r_{vc} = 0.0105$  (T.C. - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional)

n = 3 años (Año futuro de proyección)

**Tabla 45:** *Calculo de la proyección del tránsito al año*

TIPO DE VEHICULOS		IMDa	Tn_2025	TOTAL
VEHICULOS LIGEROS	AUTO	8,136	8232	8,232
	C. PICK UP	7,230	7315	7,315
	C. SUV	7,739	7830	7,830
	COMBI	699	707	707
BUS	2E	191	195	195
	3E	24	25	25
CAMIONES UNITARIOS	2E	37	38	38
	3E	32	33	33
	4E	0	0	-
SEMITRAILER	2S1/2S2	1	1	1
	2S3	1	1	1
	3S1/3S2	0	0	0
	>=3S3	0	0	0
TRAILER	2T2	1	1	1
	2T3	0	0	0
	3T2	0	0	0
	3T3	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

### 3.8.3. Estudio suelos

#### a) Calicata de exploración

Para la presente investigación se realizó 05 calicatas de exploración a cielo abierto en distintos puntos de la Av. Gamarra, denominadas por nomenclaturas para su fácil identificación como son C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, la profundidad promedio de la exploración se realizó a 1.50m, no se halló el nivel freático, las muestras obtenidas de cada calicata son en cantidades proporcionadas para una buena evaluación, clasificación y demás para el ensayo del CBR y Proctor Modificado.

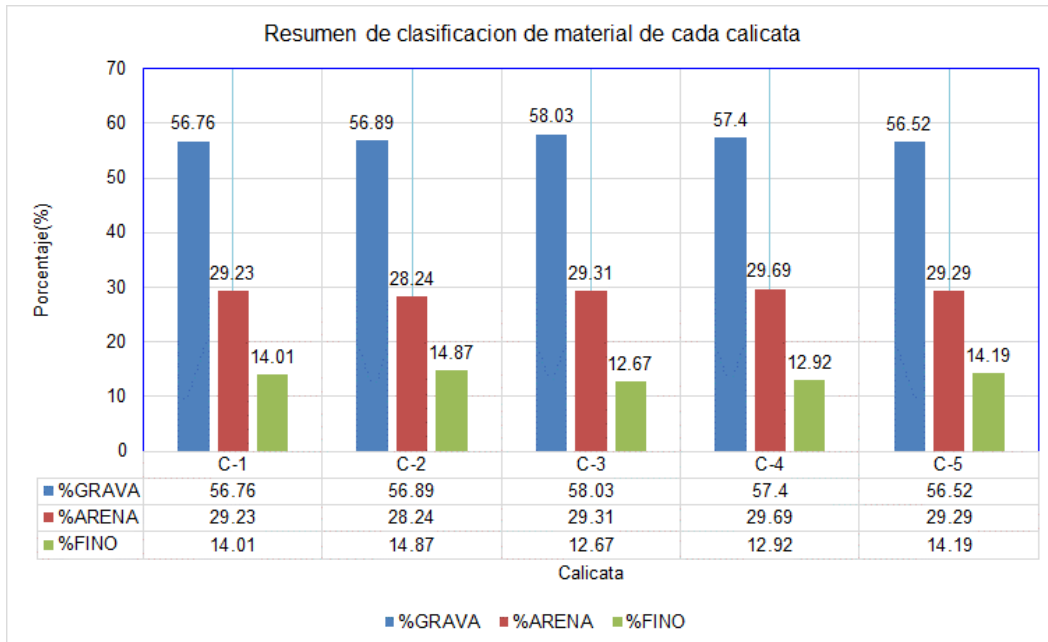
#### ❖ Análisis granulométrico

Todas las muestras han sido clasificados en función al AASHTO y Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) Del análisis

granulométrico, podemos decir que de la calicata C-1 según la clasificación de la AASHTO pertenece a A-a-1 (fragmentos de roca, grama y arena) y por la clasificación del SUCS pertenece a GM (grava limosa, con mezcla de grava, arena y limo), el porcentaje de grava es de 56.76%, el porcentaje de arena tiende a ser 29.23%, y los limos y/o arcilla que son los finos tiende a ser 14.01%, según la clasificación el suelo para esta calicata pertenece como sub grado de excelente a bueno; para la calicata C-2 según la clasificación de la AASHTO pertenece a A-a-1 (fragmentos de roca, grama y arena) y por la clasificación del SUCS pertenece a GM (grava limosa, con mezcla de grava, arena y limo), el porcentaje de grava es de 56.89%, el porcentaje de arena tiende a ser 28.24%, y los limos y/o arcilla que son los finos tiende a ser 14.87%, según la clasificación el suelo para esta calicata pertenece como sub grado de excelente a bueno; para la calicata C-3 según la clasificación de la AASHTO pertenece a A-a-1 (fragmentos de roca, grama y arena) y por la clasificación del SUCS pertenece a GM (grava limosa, con mezcla de grava, arena y limo), el porcentaje de grava es de 58.03%, el porcentaje de arena tiende a ser 29.31%, y los limos y/o arcilla que son los finos tiende a ser 12.67%, según la clasificación el suelo para esta calicata pertenece como sub grado de excelente a bueno; para la calicata C-4 según la clasificación de la AASHTO pertenece a A-a-1 (fragmentos de roca, grama y arena) y por la clasificación del SUCS pertenece a GM (grava limosa, con mezcla de grava, arena y limo), el porcentaje de grava es de 57.40%, el porcentaje de arena tiende a ser 29.69%, y los limos y/o arcilla que son los finos tiende a ser 12.92%, según la clasificación el suelo para esta calicata pertenece como sub grado de excelente a bueno; para la calicata C-5 según la clasificación de la AASHTO pertenece a A-a-1 (fragmentos de roca, grama y arena) y por la clasificación del SUCS pertenece a GM (grava limosa, con mezcla de grava, arena y limo), el porcentaje de grava es de 56.52%, el porcentaje de arena tiende a ser 29.29%, y los limos y/o arcilla que son los finos tiende

a ser 14.19%, según la clasificación el suelo para esta calicata pertenece como sub grado de excelente a bueno. A continuación, se plasma en la figura N° 35 el resumen de material por clasificación de cada calicata realizada.

**Figura N° 35:** Resumen de clasificación porcentual de material de cada calicata

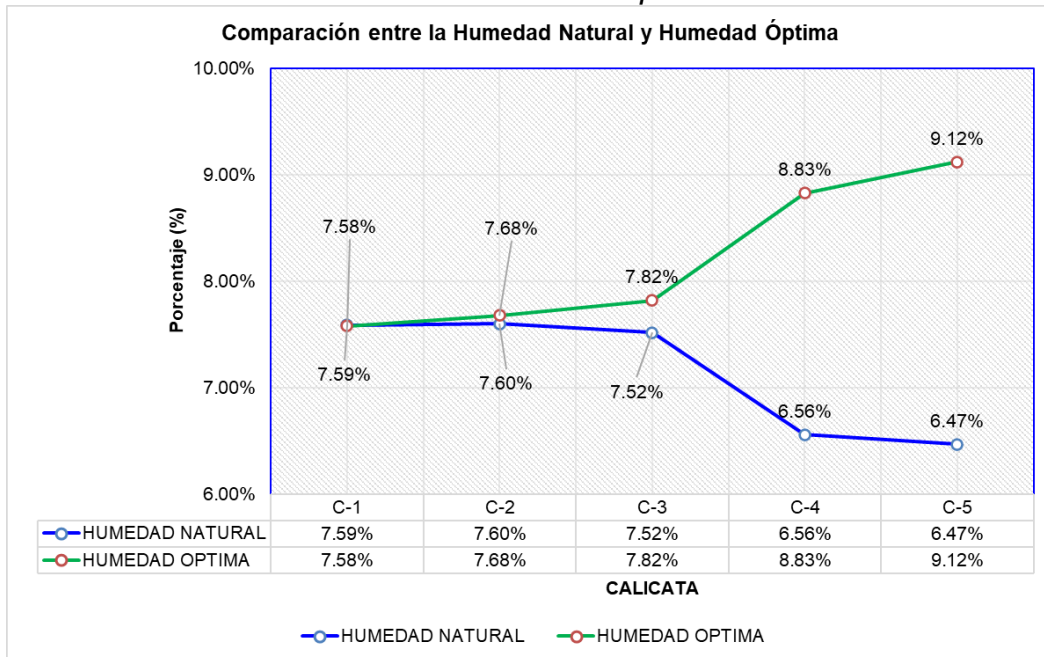


Fuente: Elaboración propia

❖ **Determinación del contenido de humedad del suelo**

El contenido de humedad del suelo natural es para la determinación del porcentaje de agua y la masa del suelo, las condiciones de la humedad y la densidad están directamente asociados a los finos, razón a ello permitirá comparar con la humedad óptima con los ensayos del Proctor para obtener el CBR del suelo.

**Figura N° 36: Comparación de la Humedad Natural del suelo y la Humedad Óptima**



Fuente: Elaboración propia

De la figura N° 36 podemos decir que de la calicata C-1 y C-2 son los más cercanos entre la humedad natural y la humedad óptima, mientras que la C-4 y C-5 son los más lejanos, también podemos decir en función a la comparación obtenida entre la humedad natural y la humedad óptima del ensayo de Proctor modificado, que según lo que indica el manual de carreteras (MTC-2014), si la humedad natural es igual o inferior a la humedad óptima se propone la compactación normal del suelo y el aporte de la cantidad conveniente del agua, si la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo se tiene que aumentar la compactación, airear el suelo o cambiar el material saturado existente, en nuestro caso no se tiene un material saturado, ya que no se ha obtenido una humedad natural superior al 50% respecto a la humedad óptima, no se tiene un alto contenido de agua, ya que su funcionamiento sería adecuado a nivel de subrasante, también se puede decir que no se tuvo un nivel freático elevado, de acuerdo a los resultados logrados en laboratorio.



### ❖ Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad

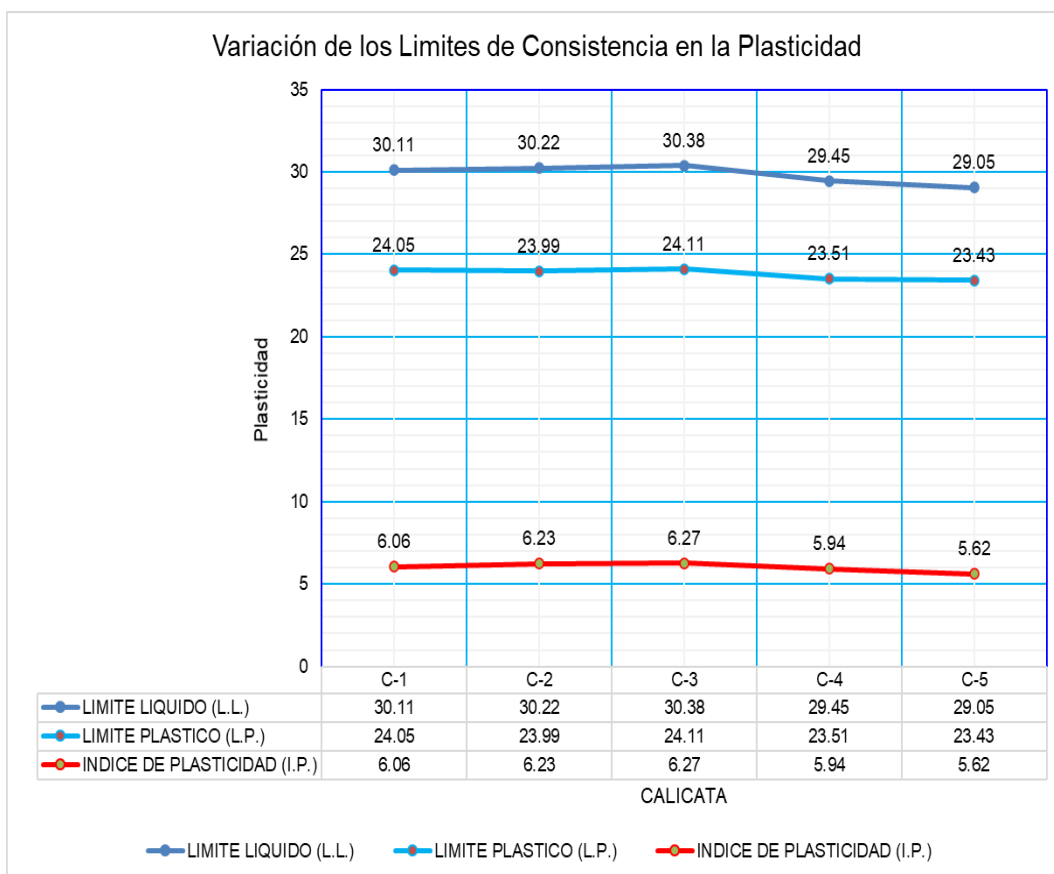
Según los ensayos realizado la plasticidad cumple una función importante ya que se tiene con ello la prioridad de estabilización de un suelo, se verifica únicamente con los elementos finos, ya que con la granulometría no es posible determinar la plasticidad, razón a ello se indica en el Manual de carreteras (MTC-2014), que se tiene la clasificación de suelos según su índice de plasticidad en 04 tipos las cuales son plasticidad “alta” según si índice de plasticidad  $IP > 20$ , “media” según su índice de plasticidad entre  $IP \leq 20$  y  $IP > 7$ , “baja” según su índice de plasticidad  $IP < 7$ , “no plástico” según su índice de plasticidad  $IP = 0$ , normalmente en el suelo es muy importante tener en cuenta el contenido de arcilla, ya que al ser muy plástico tiene una sensibilidad mayor con el agua, provocando un riesgo en la subrasante y la estructura del pavimento, razón a ello se recomienda estabilizar con un material granular y/o retirar dicho suelos y reemplazar.

**Tabla 46:** Limite de consistencia y/o Limite de Atterberg

Descripción	Limite Liquido (L.L.)	Limite Plástico (L.P.)	Índice De Plasticidad (I.P.)
C-1	30.11	24.05	6.06
C-2	30.22	23.99	6.23
C-3	30.38	24.11	6.27
C-4	29.45	23.51	5.94
C-5	29.05	23.43	5.62

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 37:** *Calculo de la variación de los límites de consistencia en la plasticidad*



Fuente: Elaboración propia

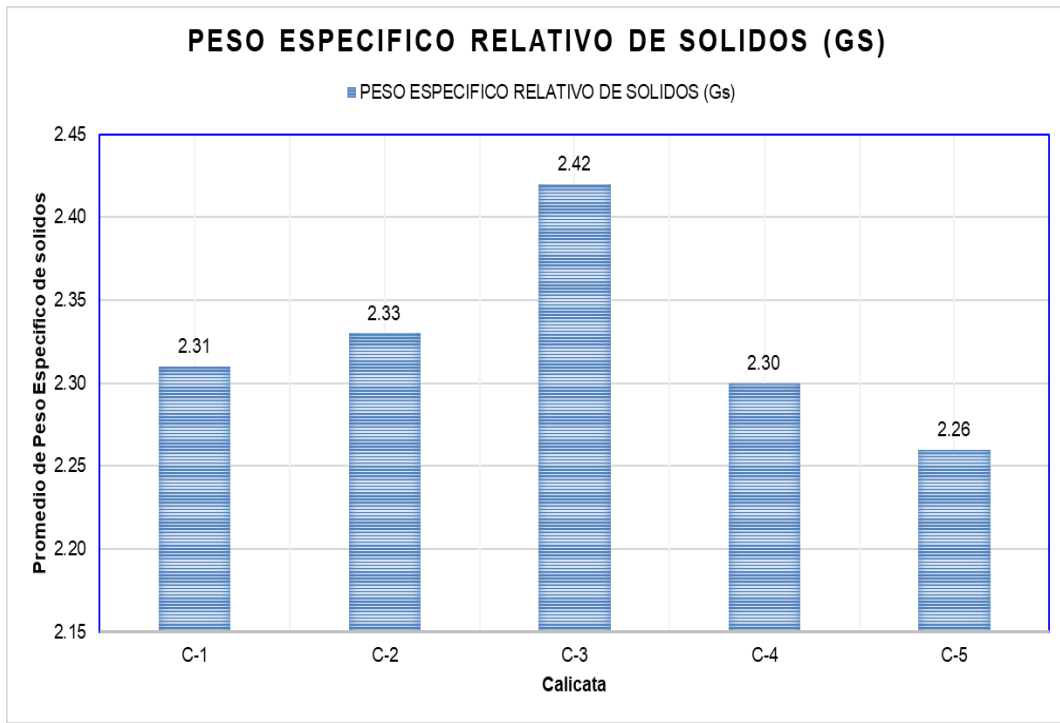
Según la figura N° 37, se puede analizar de las calicatas C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5, que presenta un índice de plasticidad con un promedio de 6.02 de las 5 calicatas, esto quiere decir que su índice de plasticidad es bajo y estaría en  $IP < 7$ , interpretando que la característica sería suelos pocos arcillosos.

#### ❖ **Peso específico de las partículas sólidas de un suelo**

El peso específico conlleva la relación del peso y el volumen, está asociada a la NTP 339.131:1998, con ello podemos determinar el peso específico seco y por la humedad, normalmente se ensaya con el peso retenido del tamiz N° 4 (ASTM N° 4), cuando se tiene muestras menores a 5mm o mayores a 5mm se debe realizar el

ensayo por separado y entre ambos resultados se obtiene el promedio que será el resultado final.

**Figura N° 38:** *Peso específico relativo de solidos*



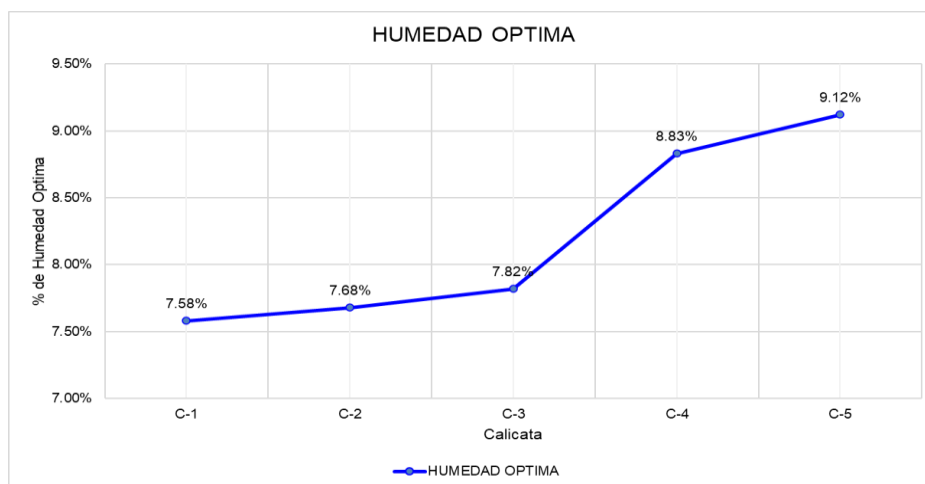
Fuente: Elaboración propia

De la figura N° 38 se puede observar que en la calicata C-3 tiene un peso específico mayor de 2.42 y la calicata C-5 tiene un valor de 2.26 teniendo un valor menor.

#### ❖ **Proctor modificado**

Según lo que se indica el Proctor modificado implica la humedad óptima y la densidad máxima seca en kg/cm<sup>3</sup>, con la cual estos datos son específicos para la determinación del CBR, según la figura N° 39 está en un rango que no presenta un nivel freático alto, al contrario, el nivel freático es bajo. La humedad óptima en la calicata C-5 tiene un porcentaje cerca al 10%, pero no tiene mayor al 50% la cual está en un rango menor.

**Figura N° 39:** Comparativo del Proctor Modificado (Humedad Optima)

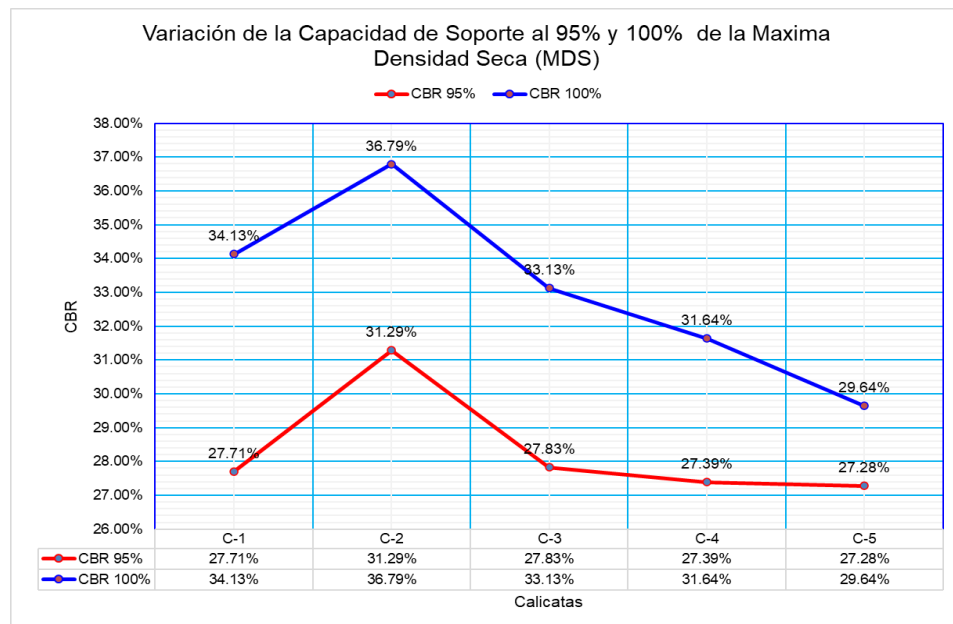


Fuente: Elaboración propia

### ❖ **Ensayo CBR**

Según lo que indica la norma CE.010 – pavimentos urbanos, nos indica que de acuerdo al módulo de residencia de los suelos se clasifica de excelente a bueno que varía el módulo resiliente  $\geq 170$  MPa (25000 psi) lo cual indica un CBR  $\geq 17\%$ ; el indicador de bueno se indica en los suelos de subrasante con propiedades típicas 80 MPa (12000 psi)  $<$  modulo resiliente  $< 170$  MPa (25000 psi) con su  $8\% < \text{CBR} < 17\%$ , para suelos de buena gradación que incluye arena limpia, arenas con gravas y suelos libres perjudiciales de materiales plásticos; el soporte de carga en condición que se indica regular son moderadamente estables bajo condiciones adversas de humedad, para suelos como arenas eólicas, arenas limosas, y arenas gravosas que contiene cantidades moderadas de arcillas y limos, las propiedades típicas varían 30 MPa (4500 psi)  $<$  modulo resiliente  $< 80$  MPa (12000 psi) y esto indica que el  $3\% < \text{CBR} < 8\%$ ; el soporte de carga en condición que se indica pobre son de características de soporte de carga para suelos blandos y plásticos cuando están húmedos, esto para suelos como arcillas y limos, sus propiedades típicas varia modulo resiliente  $\leq 30$  MPa (4500 psi) con su  $\text{CBR} < 8\%$  (Reglamento Nacional de Edificaciones, Sección Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010).

**Figura N° 40:** Variación de la capacidad de soporte al 95% y 100% de la máxima densidad seca (MDS)



Fuente: Elaboración propia

De la figura N° 40 podemos decir que el CBR al 95%, la calicata C-1 tiene un CBR de 27.71% esto quiere decir que es una subrasante muy buena, la calicata C-2 presenta un CBR de 31.29% esto quiere decir que es una subrasante de condición excelente, la calicata C-3 tiene un CBR de 27.83%, la calicata C-4 tiene un CBR de 27.39% y la calicata C-5 tiene un CBR de 27.28%, eso quiere decir que es una sub rasante muy buena, teniendo una conclusión que se tiene de condición muy buena a excelente, ya que su capacidad de soporte sería el adecuado para la estructura de pavimento. El promedio de todas las calicatas tiene a ser a un CBR de 28.30%.

#### 3.8.4. Diseño vial mediante la metodología AASHTO 93

Utilizando dicha metodología AASHTO 93 se desarrollará todos los procedimientos para el diseño del pavimento rígido y así obtener el espesor buscado.

### a) Proyección del tránsito

Los proyectos en la cual se realiza una inversión ya sea por una entidad pública ó privada siempre se basan en un periodo de vida útil en una infraestructura a construir, es con este criterio que se ha optado el periodo de análisis, de acuerdo a las cargas repetidas y el incremento de tránsito por la circulación de los vehículos, se sabe que si no se cuenta con un buen diseño se produce daños a la infraestructura diseñada, tal es en este caso que la investigación contempla el diseño de pavimento rígido, es por ello que se ha considerado un periodo de diseño de 20 años, ya que en la guía del AASHTO en el Diseño de estructuras de pavimentos, para pavimentos con bajos volúmenes de tránsito se considera un periodo de diseño de 15 a 25 años.

**Tabla 47:** Periodo de Diseño y/o Periodo de Análisis

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 -50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

Fuente: Guía AASHTO-“Diseño de estructuras de pavimentos”

### b) Espesor de pavimento

Se deberá asumir un valor inicial del espesor de losa de concreto; se considera 8 in (200mm) como mínimo, para calcular el número de eje equivalente al vehículo de diseño de 8.2 Tn (18 kips), de acuerdo al AASHTO 93.

### c) Serviciabilidad

La serviciabilidad es la habilidad del pavimento de aprovechar al tipo de tráfico (autos y camiones) que transitan en la vía, se mide

en una escala del 0 al 5 en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente. La serviciabilidad es una medida subjetiva de la calificación del pavimento, sin embargo, la tendencia es poder definirla con parámetros medibles (Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC, 2013).

**Tabla 48:** *Tabla de Índice de Servicio por Calificación*

Índice de servicio	Calificación
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Fuente: Elaboración Propia

### Índice de serviciabilidad inicial ( $P_o$ )

Es la condición que tiene un pavimento seguidamente después de la construcción del propio, para su nombramiento es preciso considerar las técnicas de construcción, ya que de esto depende la calidad del pavimento.

Usando buenas técnicas de construcción, el pavimento de concreto puede tener una serviciabilidad:  $P_o = 4.7$  ó  $4.8$ .

**Tabla 49:** *Índice de serviciabilidad inicial ( $P_o$ )*

Tipo de camino	Serviciabilidad inicial ( $P_o$ )
para pavimentos rígidos	4.50
para pavimentos flexibles	4.20

Fuente: Elaboración Propia

$P_o = 4,5$  es la máxima calificación lograda en la AASHO Road Test para pavimento rígido, por lo tanto, se optará por este dato.

### Índice de serviciabilidad final ( $P_t$ )

Es la calificación que se espera que tenga el pavimento al final de su vida útil, o bien, el valor más bajo que pueda ser aceptado, antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación, un refuerzo o la reconstrucción del pavimento.

**Tabla 50:** Índice de serviciabilidad final ( $P_t$ )

Tipo de camino	Serviciabilidad final ( $P_t$ )
Autopistas	3.00
Colectores	2.50
Pavimentos urbanos Principales, comerciales e industriales	2.25
Pavimentos urbanos secundarios, residenciales y estacionamientos	2.00

Fuente: Elaboración Propia

En este caso se tomará el valor de 2.00 al ser un pavimento urbano secundario, residenciales y estacionamientos.

### Variación de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ).

La diferencia entre ambos índices es:  $\Delta PSI = P_o - P_t$ , que se define como pérdida de serviciabilidad (Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC – 2013); el resultado de la diferencia es  $\Delta PSI = 2.50$ .

#### d) Factor de distribución por dirección y factor de distribución por carril

##### Factor de distribución por dirección

El factor de distribución direccional es la contribución al número de vehículos pesados que transitan en una dirección, sentido de tráfico, también puede ser mayor en una dirección que en otra, al cual se definirá según el conteo de tráfico (Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC – 2013).



**Tabla 51: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño**

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos

Tomaremos el valor de  $D = 0.50$  para la cantidad de 2 carriles en ambas direcciones.

### Factor de distribución por carril

Se debe tener en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de direcciones por calzada, según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD (Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC – 2013, Pág. 74).

**Tabla 52: Factor de Distribución por Carril**

N° de carril en cada sentido	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 18 kips en el carril de diseño (FC)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 ó más	50 – 75

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

El factor de distribución por carril será  $L = 1.00$  la cual por será el 100% de eje equivalente.

### Código de eje cargado

Es el cual el tipo de eje en contacto con el pavimento, el valor varía en función al tipo de eje.

**Tabla 53:** Código de eje cargado

Valor	Tipo de eje
$L2 = 1$	Simple
$L2 = 2$	Tándem
$L2 = 3$	Trídem

Fuente: Elaboración propia

Con los datos antes indicados se desarrollará los parámetros para definir el número de ejes equivalentes (EE).

**Tabla 54:** Parámetros requeridos para el calculo de los Ejes Equivalentes

Ítem	Valor para el calculo	unidad
T =	20	Años
Espesor =	200	mm
Pt =	2	Serviciabilidad Final
D =	0.5	Factor de Dirección ida y vuelta
L =	1	Carril en cada sentido
→ W18 =	100%	% de W18 en el carril de diseño

Fuente: Elaboración Propia

con la tabla 54, se calculó los ejes equivalentes para vehículos ligeros, vehículos como Buses, vehículos como camiones unitarios, vehículos semitrailer y vehículos tráiler.

La fórmula para hallar el FEC según el AASHTO 93, para el diseño de pavimentos rígidos se plasma de la manera siguiente:

$$\log \frac{W_{tx}}{W_{t18}} = 4.62 \log(18 + 1) - 4.62 \log(Lx + L2) + 3.28 \log(L2) + \frac{Gt}{\beta x} - \frac{Gt}{\beta 18}$$

$$Gt = \log \left( \frac{4.5 - pt}{4.5 - 1.5} \right)$$

$$\beta x = 1.00 + \frac{3.63(Lx + L2)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46}(L2)^{3.52}}$$

$$\beta 18 = 1.00 + \frac{3.63(Lx + L2s)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46}(L2s)^{3.52}}$$

Donde:

$W_{tx}$  = Numero de aplicaciones de carga definida al final del tiempo "t".

$W_{t18}$  = Número de aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo "t".

El factor de crecimiento se expresa por G.Y

$$G.Y = \frac{(1 + r)^Y - 1}{r}$$

G = Factor de crecimiento

Y = Periodo de diseño en años

r = Tasa de crecimiento

**Tabla 55:** Calculo del ESAL para Pavimento Rígido (Método AASHTO 93)

Tipo de Vehículos		ESAL	ESAL parcial	ESAL total
VEHÍCULOS LIGEROS	AUTO	19071	29,8167.85	<b>6'410,744.70</b>
	C. PICK UP	61303		
	C. SUV	156487		
	COMBI	61307		
BUS	2E	4057653	4'405,106.16	
	3E	347453		
CAMIONES UNITARIOS	2E	790722	1'622,791.86	
	3E	832070		
	4E	0		
SEMITRAILER	2S1/2S2	39891	84,135.12	

	2S3	44244	543.72	
	3S1/3S2	0		
	>=3S3	0		
TRÁILER	2T2	544		
	2T3	0		
	3T2	0		
	3T3	0		

Fuente: Elaboración propia.

Al ser un ESAL total de 6'410,744.70, se opta el ESAL W18 = 7.44 x 10<sup>6</sup>

#### e) Confiabilidad (%R)

A la confiabilidad se le puede decir que es un factor de seguridad, es la incrementación del tránsito previsto en un periodo de diseño, esto quiere decir que el pavimento diseñado tiene que cumplir una satisfacción durante su periodo de vida útil.

**Tabla 56:** Valores del Nivel de Confiabilidad (%R)

Tipo de Carretera	NIVELES DE CONFIABILIDAD (%R)	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85 - 99.9	80 - 99.9
Troncales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	50 - 80

Fuente: Elaboración propia.

Para el diseño se opta por el R = 90%

#### Desviación estándar normal ( $Z_R$ ) y Error estándar combinado ( $S_o$ )

Verificando la desviación y el error estándar de acuerdo al R = 90% de acuerdo a la tabla N° 57 el valor a usar será  $Z_R = -1.282$  y el  $S_o = 0.31$ .

**Tabla 57:** Cuadro de Desviación Estándar Normal

DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL, VALORES QUE CORRESPONDEN A LOS NIVELES SELECCIONADOS DE CONFIABILIDAD		
CONFIABILIDAD R (%)	( Z <sub>R</sub> )	( S <sub>o</sub> )
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32
90	-1.282	0.31
91	-1.340	0.31
92	-1.405	0.30
93	-1.476	0.30
94	-1.555	0.30
95	-1.645	0.30
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.090	0.29
99.99	-3.750	0.29

Fuente: Elaboración propia.

### **Error estándar combinado (S<sub>o</sub>)**

El error de la desviación estándar normal combinado tiene una variación de 0.30 – 0.40 para pavimentos rígidos, para la investigación se toma el valor de S<sub>o</sub> = 0.31.

Según la AASHTO sugiere un valor desde  $0,40 \leq S_o \leq 0,50$ .

**Tabla 58:** Valor de desviación estándar total ( $S_o$ )

Tipo	$S_o$
Pavimentos Rígidos	0.30 – 0.40
Pavimentos flexibles	0.40 – 0.50
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40

Fuente: Elaboración propia.

**f) Módulo de Resistencia de la subrasante K (Mpa/m)**

Se utilizará el método empírico mecanístico de ábaco, también se utiliza la ecuación guía mecánica empírica NCHRP del 2002 y la ecuación de Kentucky, y por último también se plasma con el método gráfico del AASHTO para hallar el módulo de la subrasante (K). Como dato tenemos la subbase, CBR = 20.00%.

**Ecuación Guía Mecánica Empírica - NCHRP (2002)**

$$MR = 2555(CBR)^{0.64}$$

El Módulo de Resistencia es (MR) es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR, recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide) (Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC, 2013).

Hallando tenemos:

$$MR = 2555(CBR)^{0.64} \rightarrow MR = 2555(20.00)^{0.64}$$

$$MR = 17380.01 \text{ psi}$$

$$MR = 119.06 \text{ MPa}$$

**Ecuación de Kentucky – Regresión Exponencial**

$$MR = 1910(CBR)^{0.68} \rightarrow MR = 1910(20.00)^{0.68}$$

$$MR = 14646.50 \text{ psi}$$

$$MR = 101.06 \text{ MPa}$$

**Ecuación de Kentucky - Regresión Polinómica 2° (solo para CBR < 55%)**

$$MR = -7.5(CBR)^2 + 800(CBR) + 1820$$

$$MR = -7.5(20.00)^2 + 800(20.00) + 1820$$

$$MR = 15220.00 \text{ psi}$$

$$MR = 105.02 \text{ MPa}$$

De lo calculado se tomará el menor valor calculado del módulo de elasticidad de la subbase.

$$MR = 101.06 \text{ MPa}$$

De la figura N° 40 se tomará el menor valor, para el cálculo de la subrasante como dato tenemos CBR = 29.64%.

Hallando tenemos:

**Ecuación Guía Mecánica Empírica - NCHRP (2002)**

$$MR = 2555(CBR)^{0.64} \rightarrow MR = 2555(29.64)^{0.64}$$

$$MR = 22355.94 \text{ psi}$$

$$MR = 154.26 \text{ MPa}$$

**Ecuación de After Van Til et al – Regresión exponencial**

$$MR = 5490(CBR)^{0.30} \rightarrow MR = 5490(29.64)^{0.30}$$

$$MR = 15175.25 \text{ psi}$$

$$MR = 104.71 \text{ MPa}$$

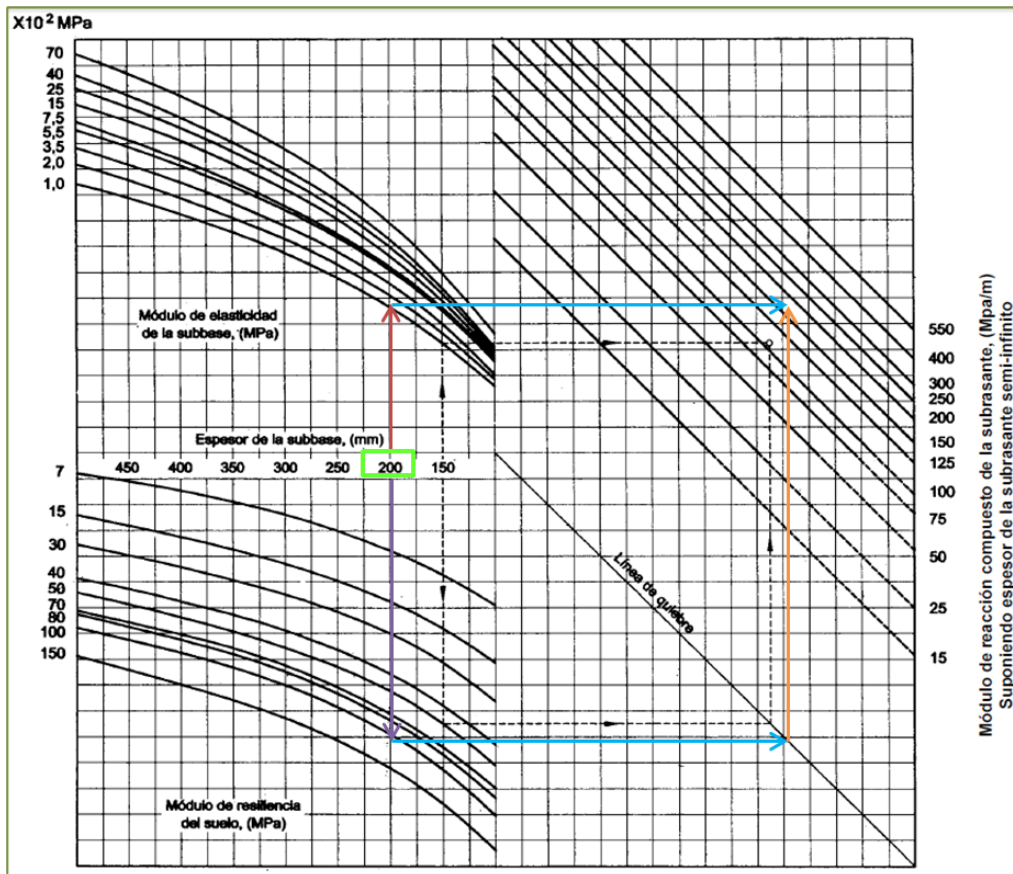
De lo calculado se tomará el menor valor calculado del módulo de elasticidad de la subrasante y/o del suelo.

$$MR = 104.71 \text{ MPa}$$

Con los datos calculados se obtendrá el módulo de elasticidad a través del ábaco.

1. Estimamos el espesor de la sub base como dato preliminar la cual será 200mm.
2. Se obtendrá el módulo resiliente y módulo de elasticidad del suelo de fundación y de la sub base.
3. Por último, se proyectará con las flechas y así obtener el módulo de reacción compuesto.

**Figura N° 41: Monograma para la determinación del módulo de reacción de la subrasante**



Fuente: Elaboración propia.

Determinando mediante el ábaco y/o monograma, el módulo de reacción compuesto de la subrasante (K) será equivalente a 210 Mpa/m.

### **Módulo de reacción compuesto de la subrasante (K) a través del método AASHTO**

Para la subbase, como dato tenemos **CBR = 20.00%**



Si el  $CBR \leq 10$

$$K_0 = 2.55 + 52.5 \log (CBR) \rightarrow K_0 = 2.55 + 52.5 \log (20.00)$$

$$K_0 = 70.85 \text{ Mpa}$$

Si el  $CBR > 10$

$$K_1 = 46 + 9.08 \log (CBR)^{4.34} \rightarrow K_1 = 46 + 9.08 \log (20.00)^{4.34}$$

$$K_1 = 74.45 \text{ Mpa}$$

Por lo tanto, se opta por el valor de 74.45 Mpa. Para el módulo de reacción (K) de la subbase.

Para la subrasante, como dato tenemos **CBR = 29.64%**

Si el  $CBR \leq 10$

$$K_0 = 2.55 + 52.5 \log (CBR) \rightarrow K_0 = 2.55 + 52.5 \log (29.64)$$

$$K_0 = 79.82 \text{ Mpa}$$

Si el  $CBR > 10$

$$K_1 = 46 + 9.08 \log (CBR)^{4.34} \rightarrow K_1 = 46 + 9.08 \log (29.64)^{4.34}$$

$$K_1 = 94.60 \text{ Mpa}$$

Por lo tanto, se opta por el valor de 94.60 Mpa. Para el módulo de reacción (K) de la subrasante.

Finalmente se calcula el módulo de reacción compuesto de la subrasante, los cuales son calculados de los valores  $K_0$  y  $K_1$ , y como resultado será **105.18 Mpa/m**.

#### g) Coeficiente de drenaje (Cd)

El coeficiente de drenaje se determina por criterio en función a como se va a remover la humedad de los pavimentos. Una vez saturado el material con agua y cumple con la calidad de drenaje se puede considerar un drenaje excelente, bueno, regular, pobre y muy pobre.

**Tabla 59: Coeficiente de drenaje (Cd)**

Calidad del Drenaje	Tiempo que tarda el Agua en ser Evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo y/o muy pobre	el agua no evacua

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 60: Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación**

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Elaboración propia.

Habiendo calculado el coeficiente de drenaje (Cd) se opta por el valor de **Cd = 0.90**, con un tiempo de evacuación de 1 semana al ser expuesta el pavimento a niveles de humedad próximos a saturación en condición a calidad de drenaje mediano.

#### **h) Coeficiente de Transferencia de Carga (J)**

La guía AASHTO nos plasma una tabla con los elementos de transferencia de carga para cada tipo de pavimento, con la cual nos da la capacidad de un pavimento en transmitir las cargas y ser distribuidas, toda esta transmisión de carga al ser distribuida no debe provocar deformaciones y estas deben ser distribuidas por las

juntas o grietas. Para nuestro diseño se ha considerado un  $J = 3.00$ , se considera un concreto hidráulico no reforzado o reforzado con juntas en el rango de 2.5 – 3.1.

**Tabla 61:** Cálculo del Coeficiente de Transmisión de Carga (J).

Tipo de Pavimento	Elemento de transmisión de carga (J)			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuó	2.9 - 3.2	--:--	2.3 - 2.9	--:--

Fuente: Elaboración propia

**i) Módulo de elasticidad del concreto ( $E_c$ )**

El módulo de elasticidad del concreto ( $E_c$ ), podemos encontrar en la norma peruana del Reglamento de Edificaciones en la sección de Concreto armado la cual es considerado con una resistencia 350 kg/cm<sup>2</sup> en un periodo de 28 días. Según la AASHTO es un valor estimado que tiene una correlación recomendada por la ACI, para lo cual se usara la siguiente fórmula de cálculo.

$$E_c = 57000(f'c)^{0.5}$$

Donde:

$E_c$  = Modulo elástico del concreto en PSI

$f'c$  = Resistencia del concreto determinada

Para el cálculo se opta por un concreto de resistencia  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>, de Realizando el cálculo se tiene:

$$E_c = 57000(280)^{0.5} \rightarrow E_c = 3597088.02 \text{ psi} \rightarrow E_c = 24819.91 \text{ Mpa}$$

**j) Módulo de rotura del concreto**

Según la AASHTO para pavimentos trabaja a flexión, para lo cual se considera una resistencia de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> considerándose un valor de módulo de rotura de 40 kg/cm<sup>2</sup> para el tipo de pavimento,

normalmente el módulo de rotura debe cumplir para un concreto con cemento portland de un periodo de 28 días. Para ello se usará la siguiente formula.

$$S'c = a\sqrt{f'c}$$

El valor de “a” es en función al valor de  $\alpha$  que varia de 1.99 a 3.18, estos valores son correlacionales.

$$S'c = 8 - 10 \sqrt{f'c}$$

$$S'c = 10\sqrt{280}$$

$$S'c = 631.07 \text{ psi} \rightarrow S'c = 4.35 \text{ Mpa}$$

**k) Cálculo del espesor del pavimento por el método AASHTO.**

Para el cálculo del espesor del pavimento se usa los siguientes paramentos calculados.

**Tabla 62:** Parámetros para el cálculo del diseño.

Parámetros de diseño	Valor calculado	Unidad
ESAL ( $W_{18}$ )	$7.44 \times 10^6$	ESAL
Transito y/o periodo de diseño	20	
Módulo de reacción de la subrasante (k)	105.18	Mpa/m
Coefficiente de drenaje (Cd)	0.90	
Coefficiente de transferencia de carga (J)	3.00	
Módulo de rotura del concreto (S'c) ó Mr	4.35	Mpa
Módulo de elasticidad del concreto (Ec)	24,819.91	Mpa
Desviación estándar combinado ( $S_o$ )	0.31	
Desviación estándar normal ( $Z_R$ )	-1.282	
Confiability (R)	90	%
Perdida de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )	2.5	

Fuente: Elaboración propia

Desarrollando en la formula se tiene:

$$\log_{10}(W18) = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \left[ \frac{\log_{10} \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} \right] + (4.22$$

$$- 0.32 P_t) \log_{10} \left[ \frac{M_r C_d [0.09 D^{0.75} - 1.132]}{1.51 x J \left[ 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$

Asumiendo por tanteo.  $D = 214.50\text{mm}$

$$6.81 = -0.39742 + 7.103222323 + (-2.9773E-143) + 0.106058795$$

$$6.81 = 6.81$$

Determinado el valor del espesor del pavimento nos da  $D = 21.45 \text{ cm}$ .

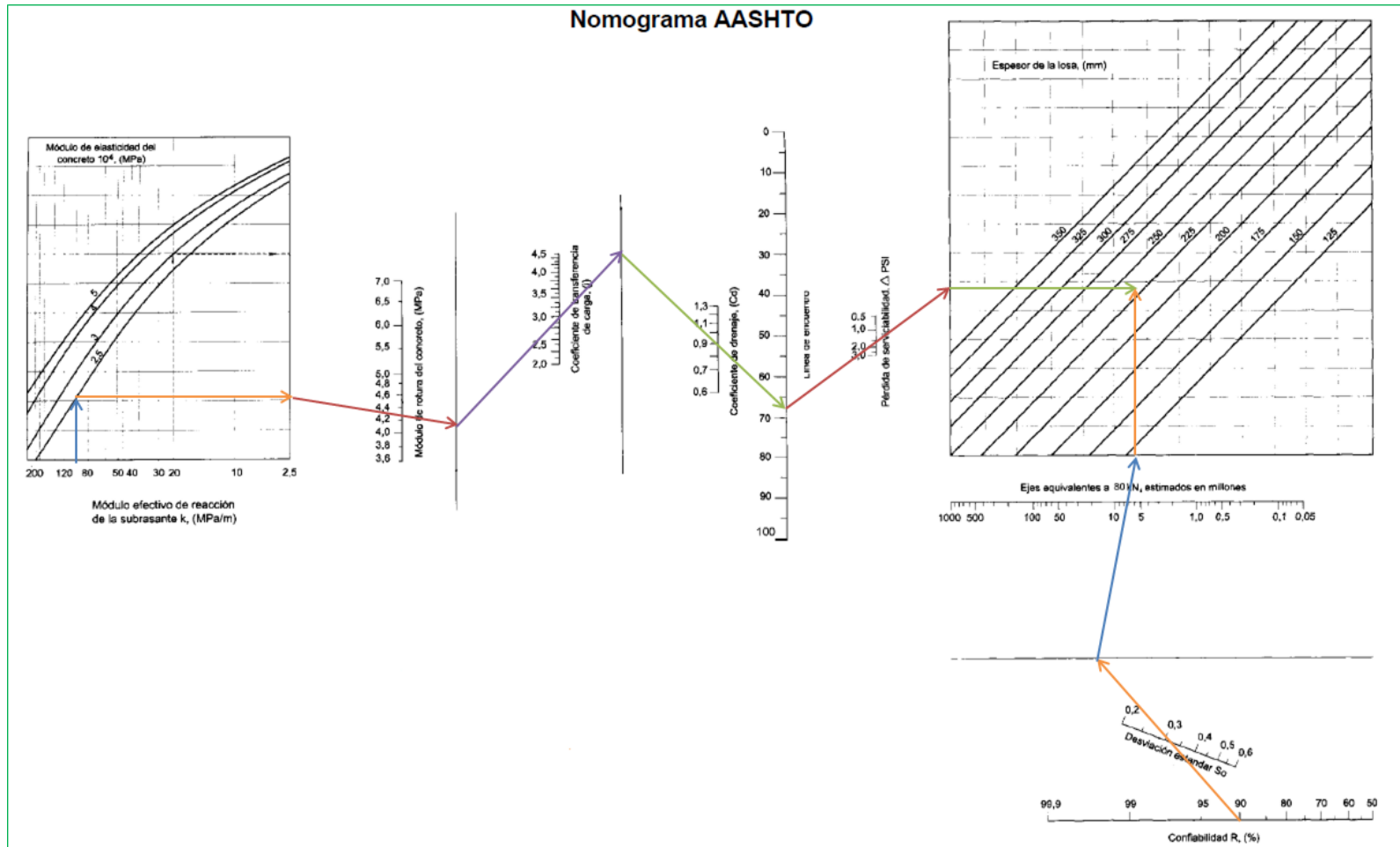
Aplicando un factor de seguridad de 10% se tiene que el espesor sería

igual a  $D = 1.10 \times 21.45 \rightarrow \mathbf{D = 23.60 \text{ cm por tanto optamos por un}$

**espesor en número entero  $D = 25.00\text{m}$**

I) Cálculo del espesor del pavimento por el método AASHTO mediante el ábaco.

Figura N° 42: Espesor del pavimento calculado por el monograma de AASHTO

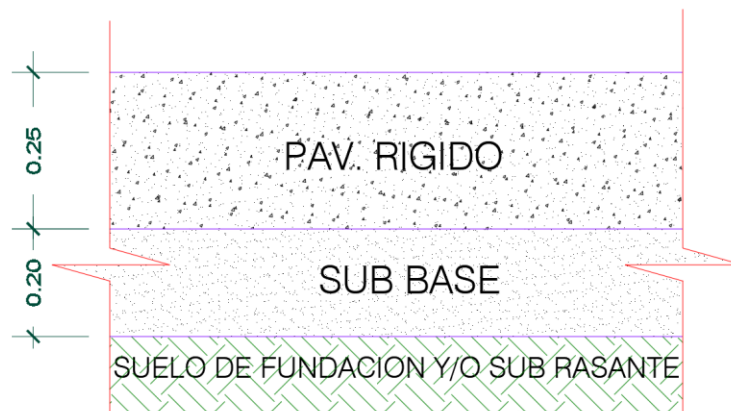


Fuente: Guía AASHTO 1993 para el diseño de estructuras de pavimentos.

Del monograma y/o ábaco se puede deducir que el espesor del pavimento  $D = 225.50\text{mm}$ , aplicando el factor de seguridad de 10% sería  $D = 225.50 \times 1.10 \rightarrow D = 248.50\text{mm}$ , por tanto, se opta por **D = 25.00 cm.**

Habiendo determinado el espesor por dicho método podemos plasmar el espesor de la estructura calculada.

**Figura N° 43:** Estructura del pavimento rígido calculado por la metodología AASHTO



Fuente: Elaboración propia

### 3.8.5. Diseño Vial mediante la Guía Portland Cement Association (PCA)

#### a) Cálculo del tráfico futuro ( $T_n$ )

Como en el método del PCA se determinará el tránsito futuro

$$T_n = T_0(1+r)^n$$

Dato:

$T_n$  = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

$T_0$  = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Para el cálculo:

r = 0.0059 (T.C. - Tasa de Crecimiento Anual de la Población)

r = 0.0105 (T.C. - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional)

n = 20 años

T<sub>0</sub> = 23,804 (Vehículos ligeros)

T<sub>0</sub> = 287 (Vehículos pesados)

Realizando los cálculos se obtiene que la sumatoria total de los vehículos ligeros es de 26,600 vehículos por día, mientras que la sumatoria de los vehículos pesados es de 349 vehículos por día y el total de vehículos ligeros como vehículos pesados es de 26,949 vehículos por día en un futuro de proyección de 20 años.

**Tabla 63:** Composición de la proyección del tránsito para el método PCA

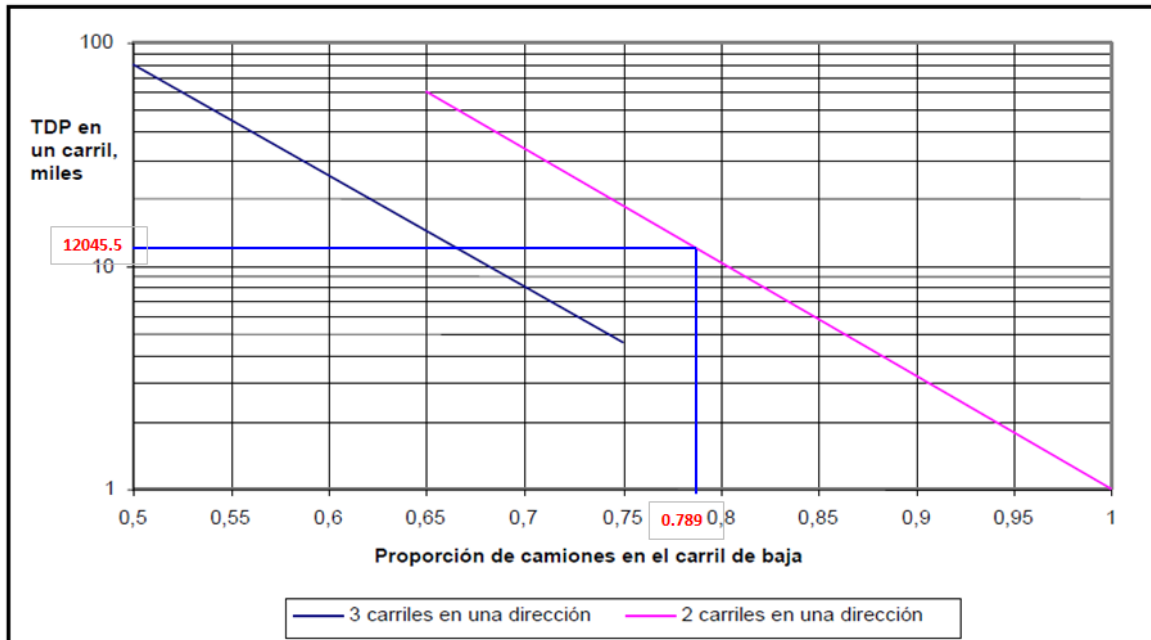
TIPO DE VEHÍCULOS		IMDa	Tn_2042	TOTAL	%
VEHICULOS LIGEROS	AUTO	8,136	9092	26,600	98.70%
	C. PICK UP	7,230	8079		
	C. SUV	7,739	8648		
	COMBI	699	781		
BUS	2E	191	233	349	1.30%
	3E	24	29		
CAMIONES UNITARIOS	2E	37	45		
	3E	32	39		
	4E				
SEMITRAILER	2S1/2S2	1	1		
	2S3	1	1		
	3S1/3S2				
	>=3S3				
TRAILER	2T2	1	1		
	2T3				
	3T2				
	3T3				
			Total	26,949	100.00%

Fuente: Elaboración propia



De la tabla N° 63 se puede decir que el total del IMDa es 24,091 vehículos por día, se realiza la división entre 2 (para obtener el total por cada carril), obteniendo un total por cada sentido de 12045.5 veh/día.

**Figura N° 44:** Factor de distribución de carril por número de direcciones



Fuente: Guía para el Diseño y la Construcción de Pavimentos Rígidos. Ing. Aurelio Salazar Rodríguez, 1998.

De la figura N° 44 podemos deducir que por el TPD en un carril que es 12045.50 veh./día la proporción de camiones en el carril de baja es de 0.789 la cual será el factor de distribución por carril.

**b) Resistencia de la Subrasante K (Mpa/m)**

La resistencia de la subrasante es un dato importante para el cálculo del módulo de reacción (K), es por ello que se tomara los datos obtenidos de campo para lo cual se tiene los datos del porcentaje CBR (California Bearing Ratio).

**Tabla 64:** CBR de las calicatas obtenidas en campo

calicatas de la investigación:			95%	100%
CBR CALICATA N°	1	=	27.71	34.13
CBR CALICATA N°	2	=	31.29	36.79
CBR CALICATA N°	3	=	27.83	33.13
CBR CALICATA N°	4	=	27.39	31.64
CBR CALICATA N°	5	=	27.28	29.64
CBR PROMEDIO	=		<b>28.30</b>	<b>33.07</b>

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 64 se toma el valor de 27.28% que es el dato del 95% de la calicata N° 5 al ser un valor menor, y con ello obtener el valor del módulo de reacción.

Para el módulo de la reacción de la subrasante utilizaremos las siguientes formulas:

Cálculo del módulo de reacción de la subrasante ( $K_0$ ).

$$MR = 2555 (CBR)^{0.64}$$

$$MR = 2555 (27.28)^{0.64}$$

$$MR = 21199.78 \text{ psi} \rightarrow MR = 146.28 \text{ Mpa}$$

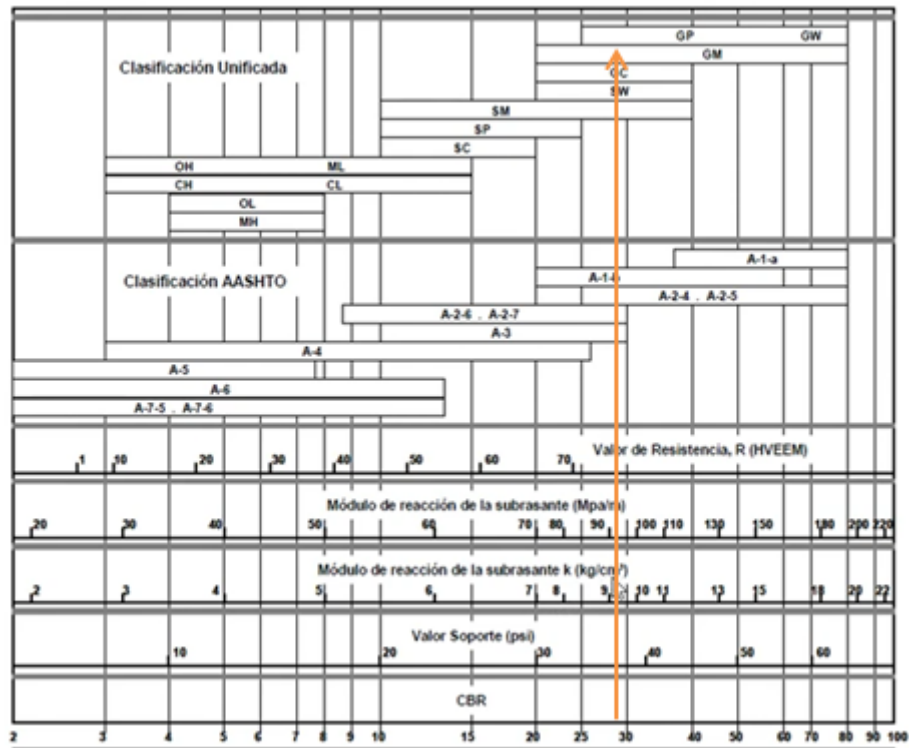
$$K_0 = 51.9791 (CBR)^{0.58262}$$

$$K_0 = 51.9791 (27.28)^{0.58262}$$

$$K_0 = 356.763 \text{ psi} \rightarrow K_0 = 356.763 \text{ pci}$$

Determinando por el grafico de la Relaciones aproximadas entre las clasificaciones de suelos y los valores de soporte.

**Figura N° 45:** Relaciones aproximadas entre las clasificaciones de suelos y los valores del CBR



Fuente: Norma ASTM D2487

De la figura N° 44 podemos deducir que aplicando el CBR de 27.28, obtenemos el valor de  $K_0 = 9.75 \text{ Kg/cm}^3$ ,  $K_0 = 97.75 \text{ Mpa/m}$ ,  $K_0 = 352.268 \text{ pci}$ , para la investigación se usara este dato que es  **$K_0 = 352.268 \text{ pci}$** .

Para el cálculo del módulo de reacción de la subrasante se estima un espesor para la subbase la cual será de 20mm.

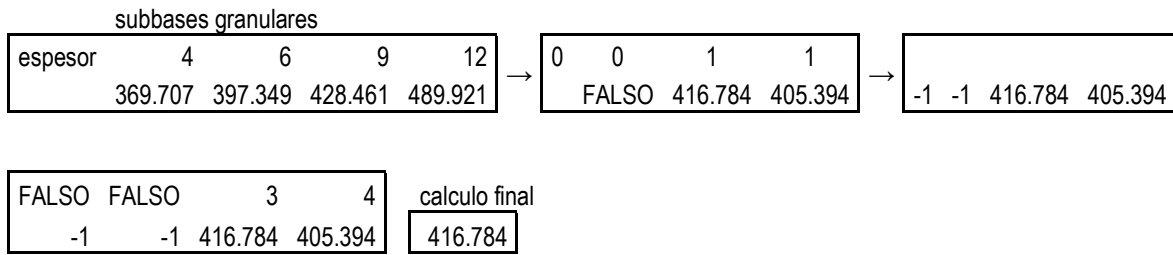
**Tabla 65:** Incremento en el valor de k del suelo, según el espesor de una base granular

Valor de K para subrasante			Valor de K para subbase granular											
			100 mm			150 mm			225 mm			300 mm		
Mpa/m	Lb/plg <sup>3</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	Mpa/m	Lb/plg <sup>3</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	Mpa/m	Lb/plg <sup>3</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	Mpa/m	Lb/plg <sup>3</sup>	kg/cm <sup>3</sup>	Mpa/m	Lb/plg <sup>3</sup>	kg/cm <sup>3</sup>
20	73	2.02	23	85	2.35	26	96	2.66	35	117	3.24	38	140	3.87
40	147	4.07	45	165	4.57	49	180	4.98	57	210	5.81	66	245	6.78
60	220	6.09	64	235	6.5	66	245	6.78	76	280	7.75	90	330	9.13
80	295	8.16	87	320	8.86	90	330	9.13	100	370	10.24	117	430	11.9

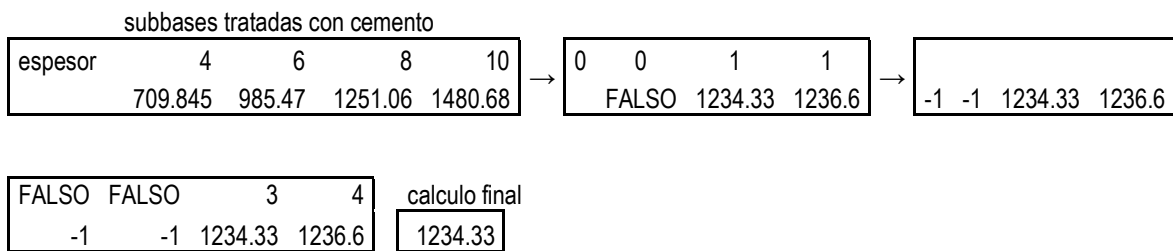
Fuente: Canadian Portland Cement Association. Thickness Desing for Concrete Highway and Street

Realizando la operación de interpolación y el cálculo para sub base granular y subbase tratada con cemento.

**Para bases granulares:**



**Para subbases tratadas con cemento:**



Realizando los calculo obtenemos que para las bases granulares tenemos un módulo de reacción combinado ( $K_c$ ) es de 416.78 pci, mientras que para la subbase tratada con cemento es de 1234.33 pci., para la investigación se trabajara con  **$K_c = 416.78$  pci.**

**Tabla 66:** Valor de ( $K_c$ ) de la subbase

Valor K de la subrasante (PCI)	Espesor definido (plg)	Valor k de la subbase (PCI)
352.268	8"	416.78

Fuente: Elaboración propia

**c) Cargas de tránsito (Tonelada)**

Para hallar las cargas en toneladas se clasifica por vehículos ligeros, vehículos pesados, además de ello se trabajará con el IMDa.

Para obtener la relación de cargas por eje se opta por el uso de la tabla N° 66, para cada tipo de eje y con ello poder calcular el factor de equivalente para cada tipo de eje por tipo de vehículo.

**Tabla 67:** Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE8.2tn)
Eje Simple de ruedas simple (EE <sub>s1</sub> )	$EE_{s1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>s2</sub> )	$EE_{s2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tándem (1 eje de ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Eje Trídem (2 ejes de ruedas dobles + 1 eje de rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Eje Trídem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$

Fuente: Manual de carreteras, suelos geología, geotecnia y pavimentos – 2014.

Para el cálculo del PCA, se realiza el cálculo del IMDa por la relación de cargas por eje de pavimentos para el cálculo de Ejes equivalentes para luego convertir del tránsito ordenado que se convertirá en kips, para ello se tiene que 1 ton = 2 kips.

**Tabla 68:** Cálculo del factor de índice medio diario anual del total de vehículos

**Cálculo del factor de Índice Medio Diario Anual del total de vehículos**

TIPOS DE VEHICULOS			EE (8.2 Tn) RIGIDO	CLASIFICACIÓN EJE	TIPO DE EJE	Nº DE RUEDAS	Carga (TN)	Total de Ejes Simples	Factor de Equivalencia	F.IMDA
VEHICULOS LIGEROS	AUTOS	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	1	9092	0.000436	3.97
		post.	EES1	2 EJE	SIMPLE	2	0.8	9092	0.000175	1.59
	C. PICK UP	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	1.2	8079	0.000922	7.45
		post.	EES1	2 EJE	SIMPLE	2	1.5	8079	0.002301	18.59
	C. SUV	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	1.5	8648	0.002301	19.90
		post.	EES1	2 EJE	SIMPLE	2	2	8648	0.007483	64.72
	COMBI	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	2	781	0.007483	5.84
		post.	EES1	2 EJE	SIMPLE	2	3	781	0.039452	30.81
BUS	2E	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	233	1.272834	296.57
		post.	EES1	2 EJE	SIMPLE	4	11	233	8.120446	1892.06
	3E	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	29	1.272834	36.91
		post.	EES1	2 EJE	TANDEM	6	16	29	37.736515	1094.36
CAMIONES UNITARIOS	2E	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	45	1.272834	57.28
		post.	EES2	2 EJE	SIMPLE	4	11	45	3.334826	150.07

	3E	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	39	1.272834	49.64	
		post.	EETA2	2 EJE	TANDEM	8	18	39	3.458004	134.86	
	4E	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	0	1.272834	0.00	
		post.	EETR1	2 EJE	TRIDEM	10	23	0	3.685352	0.00	
	SEMITRAILER	2S1/2S2	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	1	1.272834	1.27
			centr.	EES2	2 EJE	SIMPLE	4	11	1	3.334826	3.33
post.			EES2	3 EJE	SIMPLE	4	18	1	25.117735	25.12	
2S3		delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	1	1.272834	1.27	
		centr.	EES2	2 EJE	SIMPLE	4	11	1	3.334826	3.33	
		post.	EES2	3 EJE	TRIDEM	12	25	1	96.586681	96.59	
3S1/3S2		delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	0	1.272834	0.00	
		centr.	EETA2	2 EJE	TANDEM	8	18	0	3.458004	0.00	
		post.	EES2	3 EJE	SIMPLE	4	18	0	25.117735	0.00	
>=3S3		delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	0	1.272834	0.00	
		centr.	EETA2	2 EJE	TANDEM	8	18	0	3.458004	0.00	
		post.	EETR2	3 EJE	TRIDEM	12	25	0	4.164931	0.00	
TRAILER	2T2	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	1	1.272834	1.27	
		centr.	EES2	2 EJE	SIMPLE	4	11	1	3.334826	3.33	
		centr.	EES2	3 EJE	SIMPLE	4	11	1	3.334826	3.33	
		post.	EES2	4 EJE	SIMPLE	4	11	1	3.334826	3.33	

	2T3	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	0	1.272834	0.00
		centr.	EES2	2 EJE	SIMPLE	4	11	0	3.334826	0.00
		centr.	EES2	3 EJE	SIMPLE	4	11	0	3.334826	0.00
		post.	EETA2	4 EJE	TANDEM	8	18	0	3.458004	0.00
	3T2	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	0	1.272834	0.00
		centr.	EETA2	2 EJE	TANDEM	8	18	0	3.458004	0.00
		centr.	EES2	3 EJE	SIMPLE	4	11	0	3.334826	0.00
		post.	EES2	4 EJE	SIMPLE	4	11	0	3.334826	0.00
	3T3	delant.	EES1	1 EJE	SIMPLE	2	7	0	1.272834	0.00
		centr.	EETA2	2 EJE	TANDEM	8	18	0	3.458004	0.00
		centr.	EES2	3 EJE	SIMPLE	4	11	0	3.334826	0.00
		post.	EETA2	4 EJE	TANDEM	8	18	0	3.458004	0.00

Fuente: Elaboración propia



### El número de repeticiones por cada eje (ESALs).

La información obtenida al tráfico es con la cual se va a obtener el número de repeticiones esperadas para el periodo de diseño para cada tipo de eje, para ello es un dato importante el tránsito promedio diario anual (TPDA), el porcentaje calculado por cada tipo de eje en el TPDA, factor de crecimiento del tráfico, el factor sentido, factor carril y por último el periodo de diseño, para ello se utilizará la siguiente fórmula.

$$ESALs = 365 \times F_d \times F_c [F.IMDA] \times F_{ca}$$

Donde:

$F_d$  = Factor de Dirección

$F_c$  = Factor carril

$F_{ca}$  = Factor de crecimiento acumulado

F.IMDA = Factor de índice medio diario anual

### Factor de crecimiento

Para el proyecto se considera un crecimiento de tráfico con una constante para lo cual se considera de acuerdo a la tabla siguiente.

**Tabla 69:** Factor de crecimiento acumulado ( $F_{ca}$ ) para el cálculo de número de repeticiones de EE

Periodo de análisis en años	Factor de crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	3.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44

9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.03	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Elaboración propia

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

Donde:

r = Factor de crecimiento → 4.00/100 = 0.04

n = Periodo de Diseño → 20 años

$$F_{ca} = \frac{(1 + 0.04)^{20} - 1}{0.04}$$

Fca = 29.78

### Factor de dirección

Para ello se usará la tabla del factor de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño (Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos – MTC – 2014).

Para ello el número de calzadas será 1 calzada (IMDa total de la calzada) ya que como en el método AASHTO se opta por el mismo, numero de sentidos, se optó por 2 sentidos, el número de carriles por sentido será de 1, el factor dirección se opta por Fd = 0.50, el factor carril será de Fc = 1.00, por último, se trabajará con el factor

ponderado ( $F_d \times F_c$ ) para el carril de diseño será 0.50; con estos datos se calculará el resultado de los ejes equivalentes.

**Tabla 70:** *Calculo de ejes equivalente (ESALs) de Ejes Simples*

**ESALs Ejes Simples**

Eje Simple	1 año	Fd	Fc	F.IMDA	Fca	ESALs
0.8	365	0.50	1.00	1.59	29.78	8,636.90
1	365	0.50	1.00	3.97	29.78	21,561.99
1.2	365	0.50	1.00	7.45	29.78	40,460.40
1.5	365	0.50	1.00	38.48	29.78	209,132.55
2	365	0.50	1.00	70.56	29.78	383,458.19
3	365	0.50	1.00	30.81	29.78	167,447.08
7	365	0.50	1.00	444.22	29.78	2,414,108.56
11	365	0.50	1.00	2058.81	29.78	11,188,575.45
18	365	0.50	1.00	25.12	29.78	136,502.31

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 71:** *Calculo de ejes equivalente (ESALs) de Ejes Tándem*

**ESALs Ejes Tandem**

Eje Simple	1 año	Fd	Fc	FIMDA	FCA	ESALs
16	365	0.50	1.00	1094.36	29.78	5,947,292.95
18	365	0.50	1.00	134.86	29.78	732,908.38

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 72:** *Calculo de ejes equivalente (ESALs) de Ejes Trídem*

**ESALs Ejes Trídem**

Eje Simple	1 año	Fd	Fc	FIMDA	FCA	ESALs
23	365	0.50	1.00	0.00	29.78	0.00
25	365	0.50	1.00	488.09	29.78	2,652,506.74

Fuente: Elaboración propia

#### d) Factor de Seguridad (Fs)

Los factores de seguridad serán de acuerdo al tipo de vía y/o tipo de carretera, con la cual se trabajará, para la investigación se optó por el dato de FS(LSF) = 1.2 (Carreteras con alto volumen de tráfico, sin interrupción), este dato es de la tabla siguiente.

**Tabla 73:** Factores de seguridad del diseño PCA

**Factores de seguridad de diseño PCA**

Tipo de Carretera	Factor de Seguridad
Carreteras con alto volumen de tráfico, sin interrupción	1,2
Carreteras y calles principales con tránsito pesado moderado	1,1
Caminos locales, calles residenciales y otros con poco tránsito pesando	1,0

Fuente: Guía para el Diseño y la Construcción de Pavimentos Rígidos. Ing. Aurelio Salazar Rodríguez, 1998.

#### e) Módulo de Elasticidad del concreto (E)

Como dato tenemos que el concreto será de resistencia  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, aplicando en la fórmula obtendremos el valor.

$$S'c = 8 - 10 ( f'c )^{0.5}$$

$$S'c = 10 (280)^{0.5}$$

$$S'c = 631.07 \text{ psi} \rightarrow S'c = 4.35 \text{ Mpa}$$

#### f) Módulo de elasticidad del concreto

Como dato tenemos que el concreto será de resistencia  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, aplicando en la fórmula obtendremos el valor.

$$E_c = 57000 (f'c)^{0.5}$$

$$E_c = 57000 (280)^{0.5}$$

$$E_c = 3597088.02 \text{ psi} \rightarrow E_c = 24819.91 \text{ Mpa}$$

### g) Parámetros para el cálculo del espesor del pavimento

El método del PCA (Portland Cement Association) nos pide que asumamos el espesor del pavimento, será un dato indispensable, para que al final se pueda cumplir el diseño por fatiga y por erosión, las cuales deben ser menor que el 100%.

**Tabla 74:** Parámetros de diseño para el cálculo del espesor del pavimento por el método PCA

Parámetros para el cálculo del espesor del pavimento:		
Espesor de la losa:	10.50 pulg	26.67 cm
Número de carriles por sentido:	1	
Tipo de subbase:	Granular	
Periodo de Diseño:	20 años	
Módulo de K de la Subrasante	352.27 pci	95.46 Mpa/m
Módulo de Kc combinado:	416.784 pci	112.95 Mpa/m
Bermas de hormigón:	No	
Junta con pasadores:	Si	
Factor de seguridad de cargas:	1.2	
Módulo de rotura del concreto (MR):	615.23 psi	4.35 Mpa

Fuente: Elaboración propia

### h) Calculo por el análisis por fatiga

Para el cálculo del dato por análisis de fatiga primero se calculará el esfuerzo equivalente, para ello se optó por tomar el valor de 10.50 pulg como espesor de pavimento; como dato tenemos el módulo de reacción de la subrasante - subbase combinado  $K_c = 416.784$ . cómo no se tiene los datos para el esfuerzo equivalente se interpolará para obtener los datos correctos para cada tipo de eje.

**Tabla 75:** Interpolación para el cálculo del esfuerzo equivalente

Interpolando con la subbase granular

EJE SIMPLE		EJE TÁNDEM		EJE TRÍDEM	
300	153	300	136	300	103
416.78 pci	x	416.78 pci	x	416.78 pci	x
500	140	500	119	500	89
x = 145.409		x = 126.073		x = 94.825	

Fuente: Elaboración propia

Para la obtención de datos para la interpolación se encuentra entre el rango de 300 y 500 para lo cual por el espesor en pulgadas serán los datos para cada tipo de eje; para realizar la operación de interpolación, los datos se obtienen de la tabla 76:

K = 300 pci para un espesor de 10.5 pulg, se tiene:

Eje sencillo = 153

K = 500 pci para un espesor de 10.5 pulg, se tiene:

Eje sencillo = 140

K = 300 pci para un espesor de 10.5 pulg, se tiene:

Eje tándem = 136

K = 500 pci para un espesor de 10.5 pulg, se tiene:

Eje tándem = 119

K = 300 pci para un espesor de 10.5 pulg, se tiene:

Eje trídem = 103

K = 500 pci para un espesor de 10.5 pulg, se tiene:

Eje trídem = 89

**Tabla 76:** Esfuerzo Equivalente para Pavimentos Sin Apoyo Lateral para Eje Sencillo / Eje Tándem / Eje Trídem

Espesor de Losa, (pulgadas)	k de la subrasante, pci																				
	50			100			150			200			300			500			700		
	Sen	Tán	Tri	Sen	Tán	Tri	Sen	Tán	Tri	Sen	Tán	Tri	Sen	Tán	Tri	Sen	Tán	Tri	Sen	Tán	Tri
4.0	825	679	510	726	585	456	671	542	437	634	516	428	584	486	419	523	457	414	484	443	412
4.5	699	586	439	616	500	380	571	460	359	540	435	349	498	406	339	448	378	331	417	363	328
5.0	602	516	387	531	436	328	493	399	305	467	376	293	432	349	282	390	321	272	363	307	269
5.5	526	461	347	464	387	290	431	353	266	409	331	253	379	305	240	343	278	230	320	264	226
6.0	465	416	315	411	348	261	382	316	237	362	296	223	336	271	209	304	246	198	285	232	193
6.5	417	380	289	367	317	238	341	286	214	324	267	201	300	244	186	273	220	173	256	207	168
7.0	375	349	267	331	290	219	307	262	196	292	244	183	272	222	167	246	199	154	231	186	148
7.5	340	323	247	300	268	203	279	241	181	265	224	168	246	203	153	224	181	139	210	169	132
8.0	311	300	230	274	249	189	255	223	168	242	208	156	225	188	141	205	167	126	192	155	120
8.5	285	281	215	252	232	177	234	208	158	222	193	145	206	174	131	188	154	116	177	143	109
9.0	264	264	200	232	218	166	216	195	148	205	181	136	190	163	122	174	144	108	163	133	101
9.5	245	248	187	215	205	157	200	183	140	190	170	129	176	153	115	161	134	101	151	124	93
10.0	228	235	174	200	193	148	186	173	132	177	160	122	164	144	108	150	126	95	141	117	87
10.5	213	222	163	187	183	140	174	164	125	165	151	115	153	136	103	140	119	89	132	110	82
11.0	200	211	153	175	174	132	163	155	119	154	143	110	144	129	98	131	113	85	123	104	78
11.5	188	201	142	165	165	125	153	148	113	145	136	104	135	122	93	123	107	80	116	98	74
12.0	177	192	133	155	158	119	144	141	108	137	130	100	127	116	89	116	102	77	109	93	70
12.5	168	183	123	147	151	113	136	135	103	129	124	95	120	111	85	109	97	73	103	89	67
13.0	159	176	114	139	144	107	129	129	98	122	119	91	113	106	81	103	93	70	97	85	64
13.5	152	168	105	132	138	101	122	123	93	116	114	87	107	102	78	98	89	67	92	81	61
14.0	144	162	97	125	133	96	116	118	89	110	109	83	102	98	75	93	85	65	88	78	59

Fuente: Elaboración propia

x = 145.409 → esfuerzo equivalente eje simple  
 x = 126.073 → esfuerzo equivalente eje tándem  
 x = 94.825 → esfuerzo equivalente eje trídem

Factor de relación de esfuerzos:

$$F_{relación} = \frac{\text{Esfuerzo equivalente}}{Mr}$$

$$F_{relación} = \frac{145.409}{615.23} = 0.24 \text{ (Para eje simple)}$$

$$F_{relación} = \frac{126.073}{615.23} = 0.20 \text{ (para eje tándem)}$$

$$F_{relación} = \frac{94.825}{615.23} = 0.15 \text{ (para eje trídem)}$$

### i) Cálculo por el análisis por erosión

Para el cálculo del dato por análisis de erosión primero se calculará el factor de erosión, para ello se optó por tomar el valor de 10.50 pulg como espesor de pavimento; como dato tenemos el módulo de reacción de la subrasante - subbase combinado  $K_c = 416.784$ . cómo no se tiene los datos para el factor de relación se interpolará para obtener los datos correctos para cada tipo de eje.

**Tabla 77:** Interpolación para el cálculo del factor de erosión

Interpolando con subbase granular

EJE SIMPLE		EJE TANDEM		EJE TRIDEM	
300	2.44	300	2.59	300	2.72
416.78 pci	x	416.78 pci	x	416.78 pci	x
500	2.42	500	2.54	500	2.64
x = 2.428		x = 2.561		x = 2.673	

Fuente: Elaboración propia

Para la obtención de datos para la interpolación se encuentra entre el rango de 300 y 500 para lo cual por el espesor en pulgadas serán



los datos para cada tipo de eje; para realizar la operación de interpolación, los datos se obtienen de la tabla 78:

K = 300 pci para un espesor de 10.5 pulg, se tiene:

Eje sencillo = 2.44

K = 500 pci para un espesor de 10.5 pulg, se tiene:

Eje sencillo = 2.42

K = 300 pci para un espesor de 10.5 pulg, se tiene:

Eje tándem = 2.59

K = 500 pci para un espesor de 10.5 pulg, se tiene:

Eje tándem = 2.54

K = 300 pci para un espesor de 10.5 pulg, se tiene:

Eje trídem = 2.72

K = 500 pci para un espesor de 10.5 pulg, se tiene:

Eje trídem = 2.64

Resumiendo, obtenemos el factor de erosión para cada tipo de eje, con la cual se calculará el análisis de erosión.

$x = 2.428 \rightarrow$  factor de erosión eje simple

$x = 2.561 \rightarrow$  factor de erosión eje tándem

$x = 2.673 \rightarrow$  factor de erosión eje trídem

**Tabla 78:** Factores de Erosión, para Pavimentos con pasa juntas y Sin Apoyo Lateral - Eje Sencillo / Eje Tándem / Eje Trídem.

Espesor de Losa, (pulgadas)	k de la subrasante, pci																	
	50			100			200			300			500			700		
	Sen	Tán	Tri	Sen	Tán	Tri	Sen	Tán	Tri	Sen	Tán	Tri	Sen	Tán	Tri	Sen	Tán	Tri
4.0	3.74	3.83	3.89	3.73	3.79	3.82	3.72	3.75	3.75	3.71	3.73	3.70	3.70	3.70	3.61	3.68	3.67	3.53
4.5	3.59	3.70	3.78	3.57	3.65	3.69	3.56	3.61	3.62	3.55	3.58	3.57	3.54	3.55	3.50	3.52	3.53	3.44
5.0	3.45	3.58	3.68	3.43	3.52	3.58	3.42	3.48	3.50	3.41	3.45	3.46	3.40	3.42	3.40	3.38	3.40	3.34
5.5	3.33	3.47	3.59	3.31	3.41	3.49	3.29	3.36	3.40	3.28	3.33	3.36	3.27	3.30	3.30	3.26	3.28	3.25
6.0	3.22	3.38	3.51	3.19	3.31	3.40	3.18	3.26	3.31	3.17	3.23	3.26	3.15	3.20	3.21	3.14	3.17	3.16
6.5	3.11	3.29	3.44	3.09	3.22	3.33	3.07	3.16	3.23	3.06	3.13	3.18	3.05	3.10	3.12	3.03	3.07	3.08
7.0	3.02	3.21	3.37	2.99	3.14	3.26	2.97	3.08	3.16	2.96	3.05	3.10	2.95	3.01	3.04	2.94	2.98	3.00
7.5	2.93	3.14	3.31	2.91	3.06	3.20	2.88	3.00	3.09	2.87	2.97	3.03	2.86	2.93	2.97	2.84	2.90	2.93
8.0	2.85	3.07	3.26	2.82	2.99	3.14	2.80	2.93	3.03	2.79	2.89	2.97	2.77	2.85	2.90	2.76	2.82	2.86
8.5	2.77	3.01	3.20	2.74	2.93	3.09	2.72	2.86	2.97	2.71	2.82	2.91	2.69	2.78	2.84	2.68	2.75	2.79
9.0	2.70	2.96	3.15	2.67	2.87	3.04	2.65	2.80	2.92	2.63	2.76	2.86	2.62	2.71	2.78	2.61	2.68	2.73
9.5	2.63	2.90	3.11	2.60	2.81	2.99	2.58	2.74	2.87	2.56	2.70	2.81	2.55	2.65	2.73	2.54	2.62	2.68
10.0	2.56	2.85	3.06	2.54	2.76	2.94	2.51	2.68	2.83	2.50	2.64	2.76	2.48	2.59	2.68	2.47	2.56	2.63
10.5	2.50	2.81	3.02	2.47	2.71	2.90	2.45	2.63	2.78	2.44	2.59	2.72	2.42	2.54	2.64	2.41	2.51	2.58
11.0	2.44	2.76	2.98	2.42	2.67	2.86	2.39	2.58	2.74	2.38	2.54	2.68	2.36	2.49	2.59	2.35	2.45	2.54
11.5	2.38	2.72	2.94	2.36	2.62	2.82	2.33	2.54	2.70	2.32	2.49	2.64	2.30	2.44	2.55	2.29	2.40	2.50
12.0	2.33	2.68	2.91	2.30	2.58	2.79	2.28	2.49	2.67	2.26	2.44	2.60	2.25	2.39	2.51	2.23	2.36	2.46
12.5	2.28	2.64	2.87	2.25	2.54	2.75	2.23	2.45	2.63	2.21	2.40	2.56	2.19	2.35	2.48	2.18	2.31	2.42
13.0	2.23	2.61	2.84	2.20	2.50	2.72	2.18	2.41	2.60	2.16	2.36	2.53	2.14	2.30	2.44	2.13	2.27	2.39
13.5	2.18	2.57	2.81	2.15	2.47	2.68	2.13	2.37	2.56	2.11	2.32	2.49	2.09	2.26	2.41	2.08	2.23	2.35
14.0	2.13	2.54	2.78	2.11	2.43	2.65	2.08	2.34	2.53	2.07	2.29	2.46	2.05	2.23	2.38	2.03	2.19	2.32

Fuente: Manual de pavimentos de concreto CEMEX

j) Análisis por fatiga y análisis por erosión con los datos calculados

Tabla 79: Calculo de análisis por fatiga y análisis por erosión

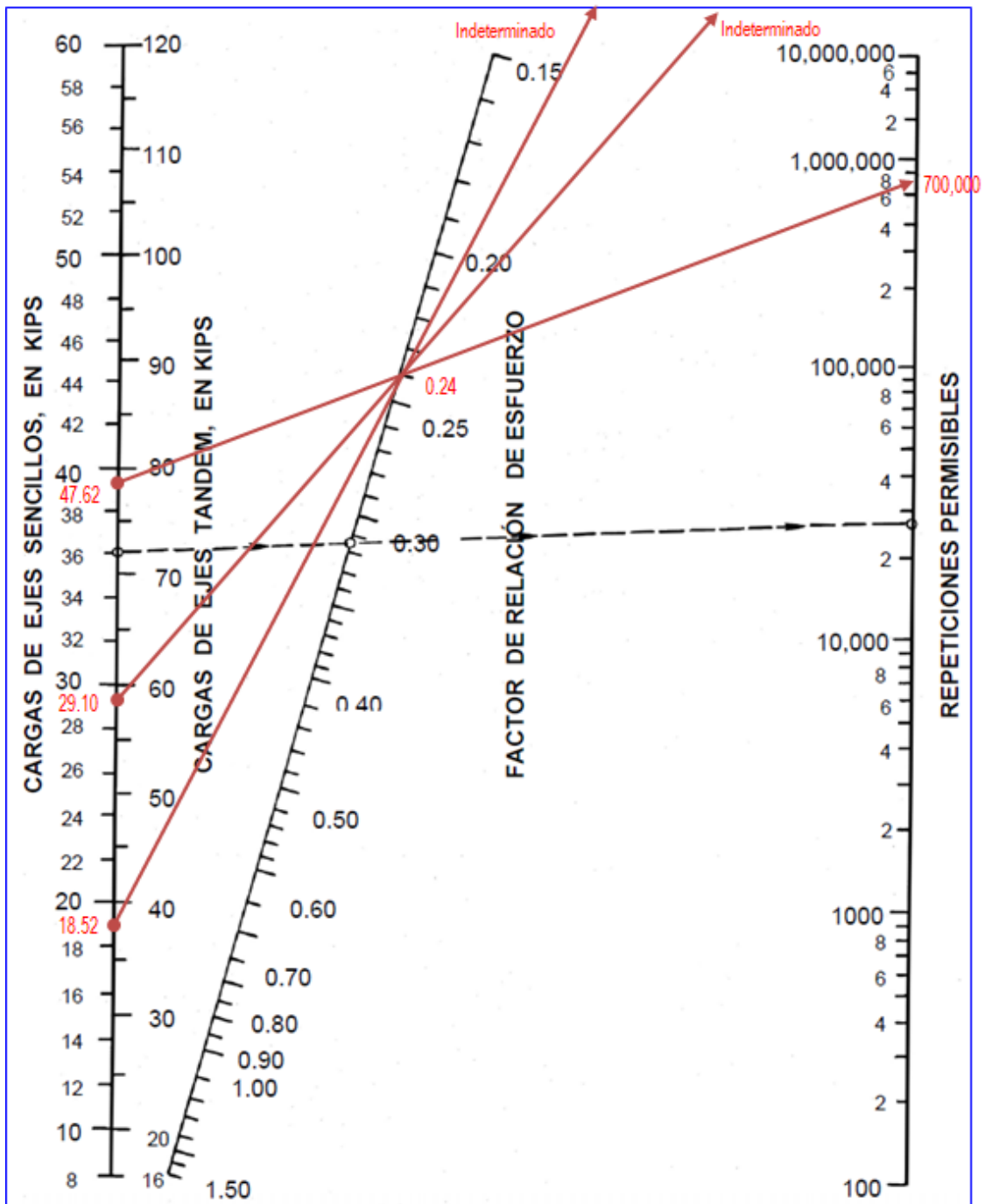
Carga por eje (Kips)	Corrección carga por LSF	Repeticiones en el periodo de diseño	Análisis por fatiga		Análisis por erosión	
			Repeticiones admisibles	Acumulación de fatiga	Repeticiones admisibles	Acumulación erosión
1	2	3	4	5	6	7
<b>EJE SIMPLE</b>						
8. Esfuerzo equivalente:		145.409	10. Factor de erosión:			2.428
9. Relación de esfuerzos:		0.24				
1.76	2.1164	8,636.90	Ilimitadas	0.00	Ilimitadas	0.00
2.20	2.6455	21,561.99	Ilimitadas	0.00	Ilimitadas	0.00
2.65	3.1747	40,460.40	Ilimitadas	0.00	Ilimitadas	0.00
3.31	3.9683	209,132.55	Ilimitadas	0.00	Ilimitadas	0.00
4.41	5.2911	383,458.19	Ilimitadas	0.00	Ilimitadas	0.00
6.61	7.9366	167,447.08	Ilimitadas	0.00	Ilimitadas	0.00
15.43	18.5188	2,414,108.56	Ilimitadas	0.00	Ilimitadas	0.00
24.25	29.1010	11,188,575.45	Ilimitadas	0.00	2000000	55.94
39.68	47.6199	136,502.31	700000	19.50 %	850000	16.06
Total Parcial				19.50 %	Total Parcial	72.00 %
<b>EJE TÁNDEM</b>						
8. Esfuerzo equivalente:		126.073	10. Factor de erosión:			2.561
9. Relación de esfuerzos:		0.20				
35.27	42.3288	5,947,292.95	Ilimitadas	0.00	Ilimitadas	0.00

39.68	47.6199	732,908.38	Ilimitadas	0.00	70000000	1.05
			Total Parcial	0.00 %	Total Parcial	1.05 %
<b>EJE TRIDEM</b>						
8. Esfuerzo equivalente:		94.825	10. Factor de erosión:		2.673	
9. Relación de esfuerzos:		0.15				
50.71	60.8476	0.00	Ilimitadas	0.00	Ilimitadas	0.00
55.12	66.1387	2652506.74	Ilimitadas	0.00	40000000	6.63
			Total Parcial	0.00 %	Total Parcial	6.63 %

Fuente: Elaboración propia

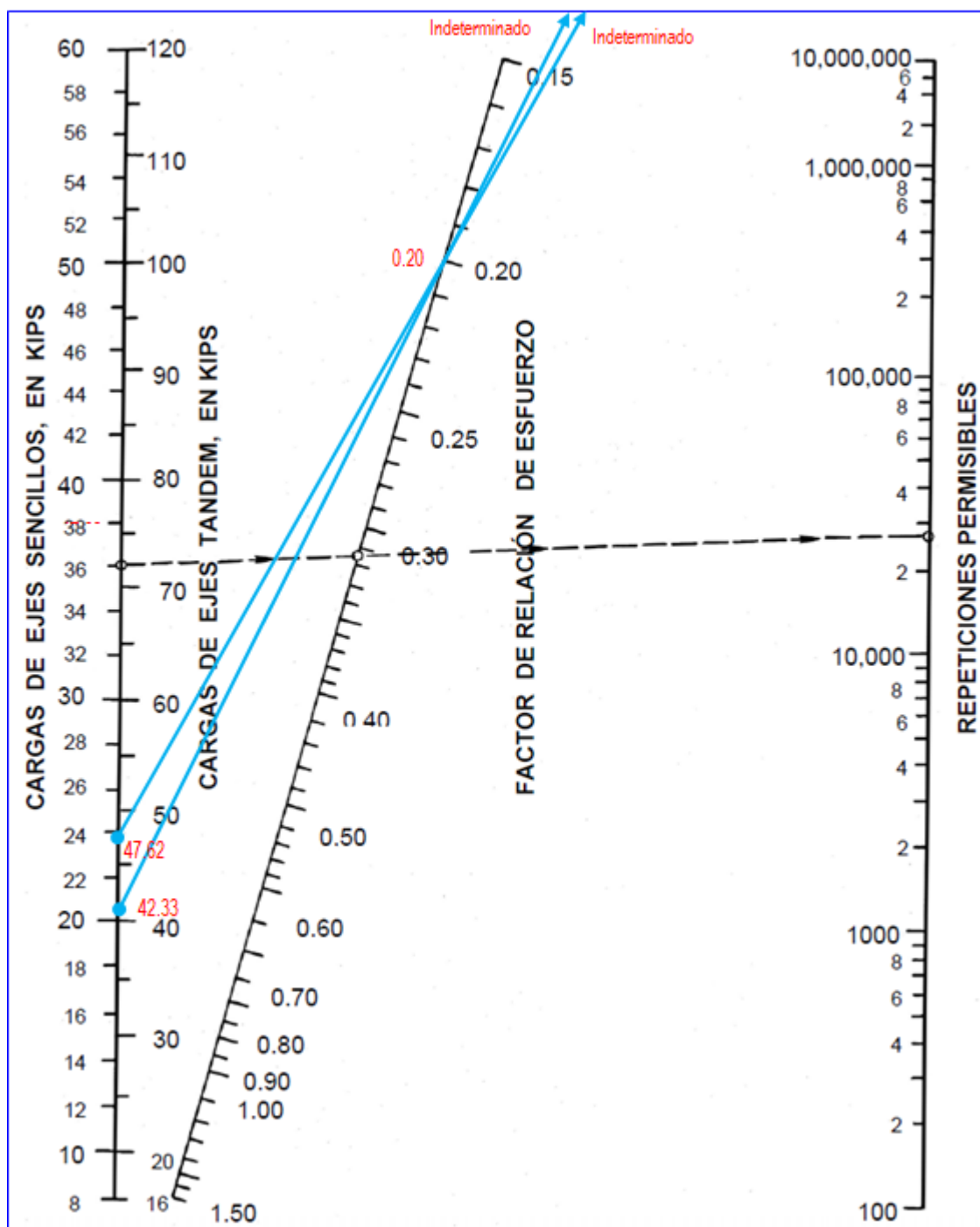
Para hallar la tabla 79 se utilizó los gráficos y/o ábacos para su interpretación y realizar la acumulación de fatiga y acumulación de erosión para sumar el porcentaje permitido por dicho método.

**Figura N° 46:** Análisis de fatiga (Repeticiones permisibles basadas en el factor de relación de esfuerzo, con o sin apoyo lateral para eje simple



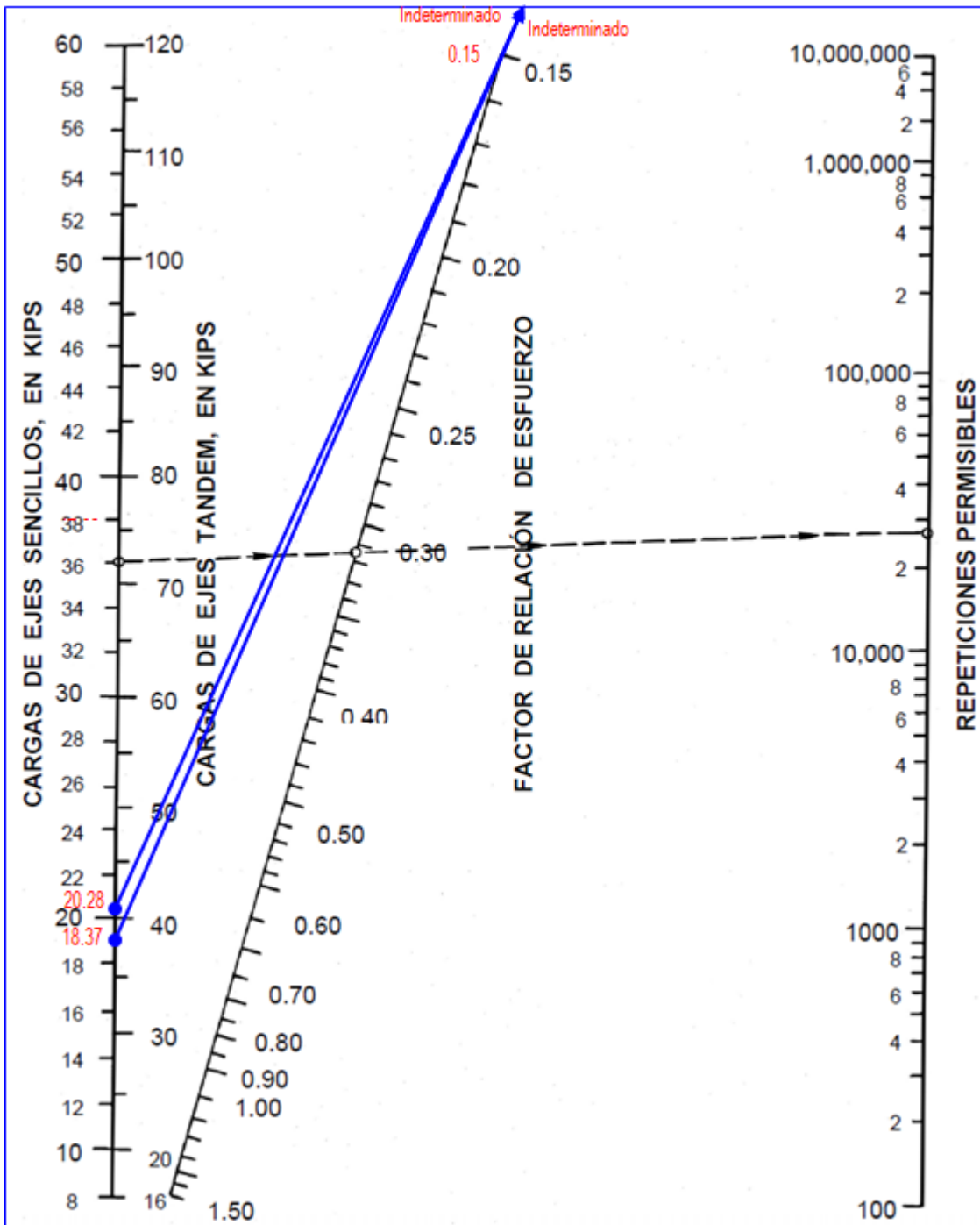
Fuente: Manual de pavimentos de concreto – Cemex

**Figura N° 47:** Análisis de fatiga (Repeticiones permisibles basadas en el factor de relación de esfuerzo, con o sin apoyo lateral para eje tándem)



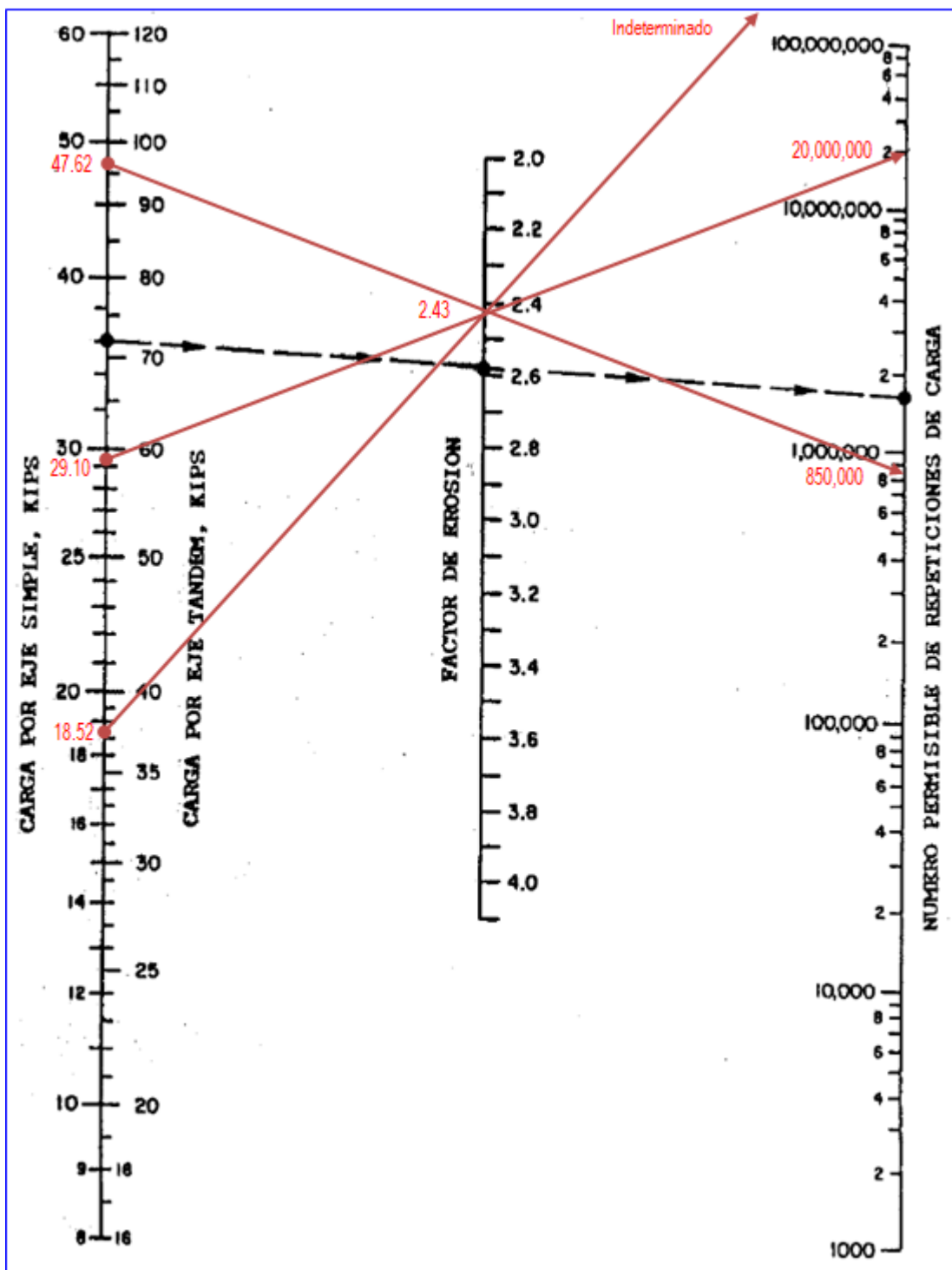
Fuente: Manual de pavimentos de concreto – Cemex

**Figura N° 48:** Análisis de fatiga (Repeticiones permisibles basadas en el factor de relación de esfuerzo, con o sin apoyo lateral para eje trídrem)



Fuente: Manual de pavimentos de concreto – Cemex

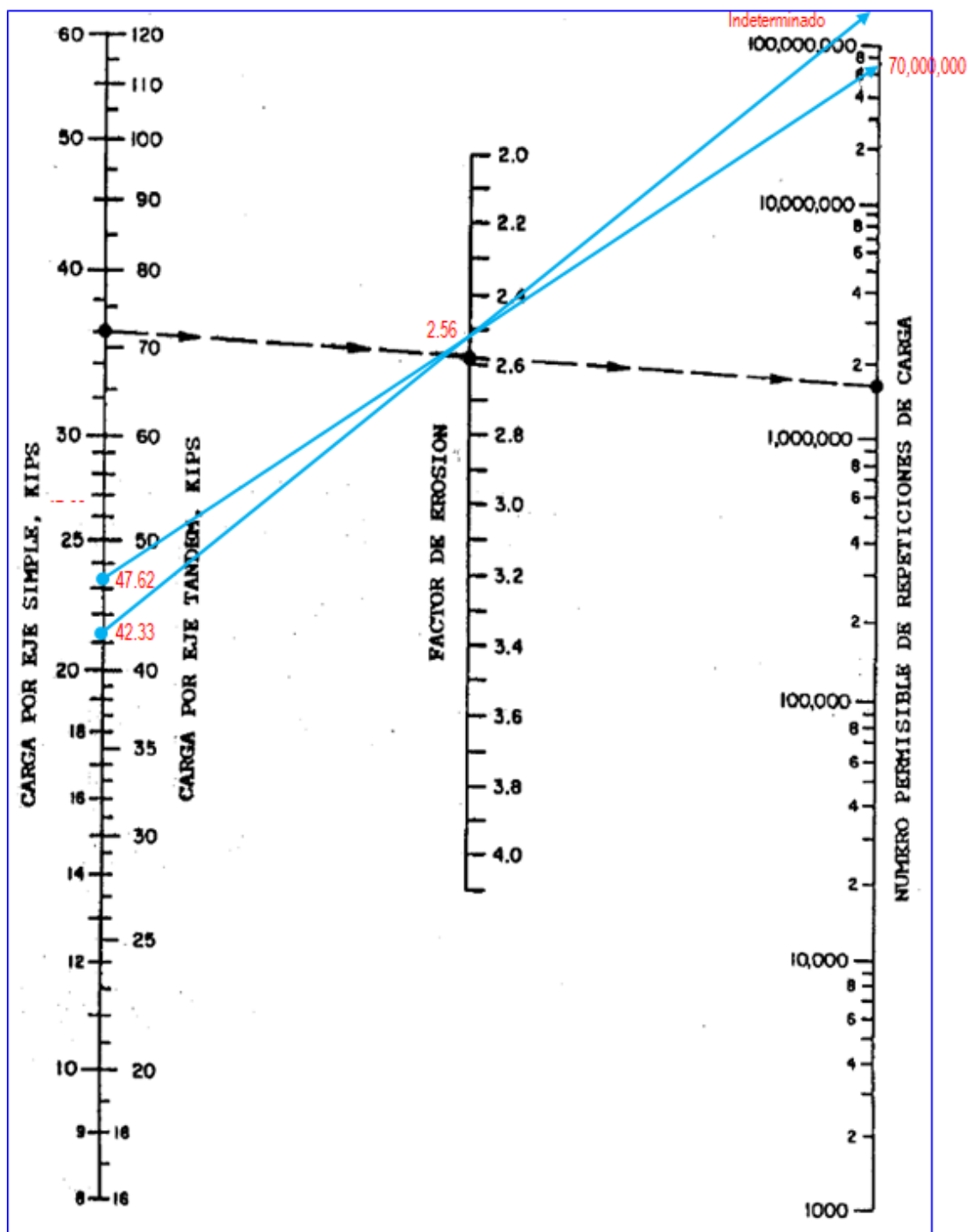
Figura N° 49: Análisis de Erosión. (Repeticiones permitidas basadas en el factor de erosión, sin apoyo lateral) eje simple



Fuente: Manual de pavimentos de concreto – Cemex

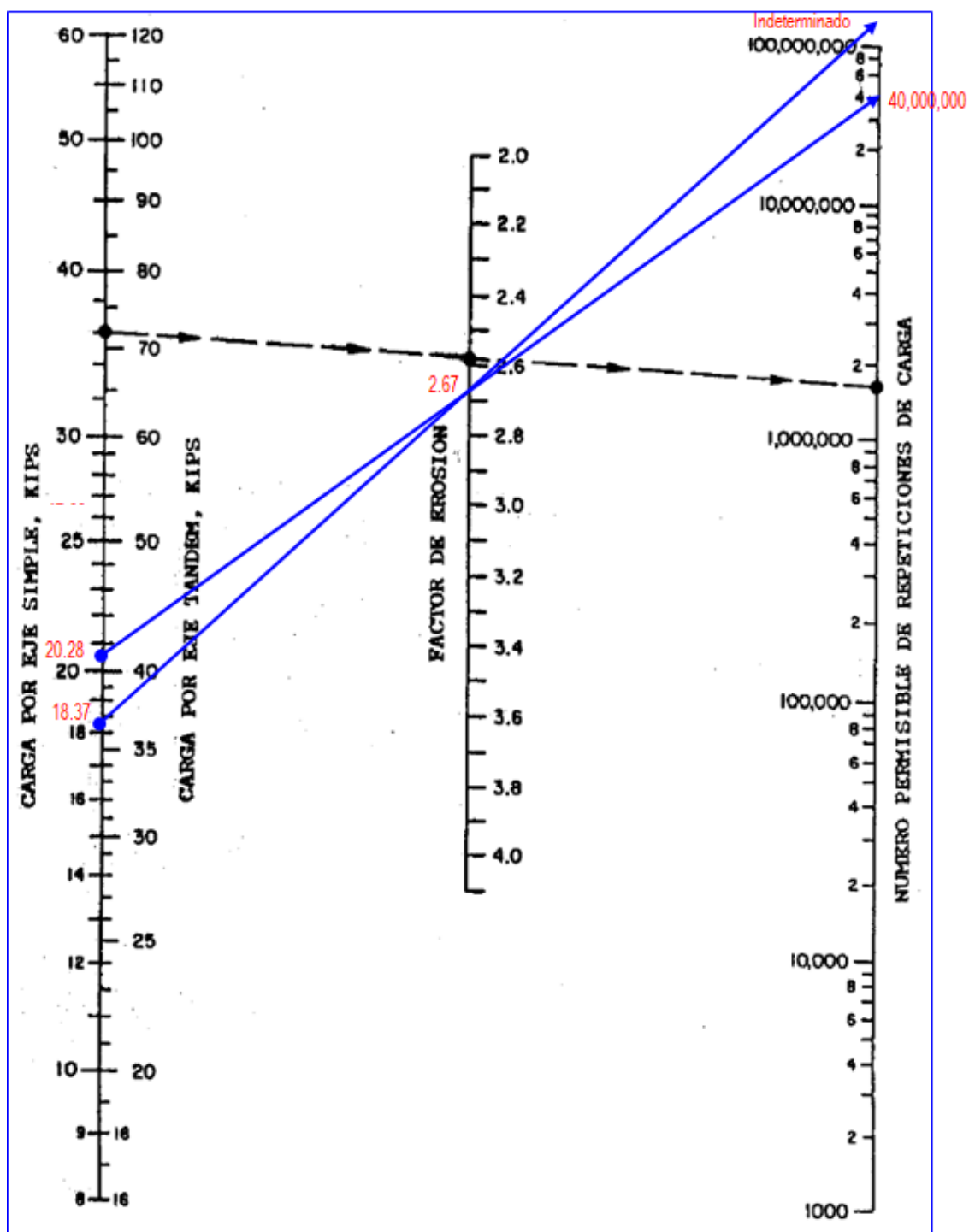


Figura N° 50. Análisis de Erosión. (Repeticiones permitidas basadas en el factor de erosión, sin apoyo lateral) eje tándem



Fuente: Manual de pavimentos de concreto – Cemex

**Figura N° 51: Análisis de Erosión. (Repeticiones permitidas basadas en el factor de erosión, sin apoyo lateral) eje trídém**



Fuente: Manual de pavimentos de concreto – Cemex

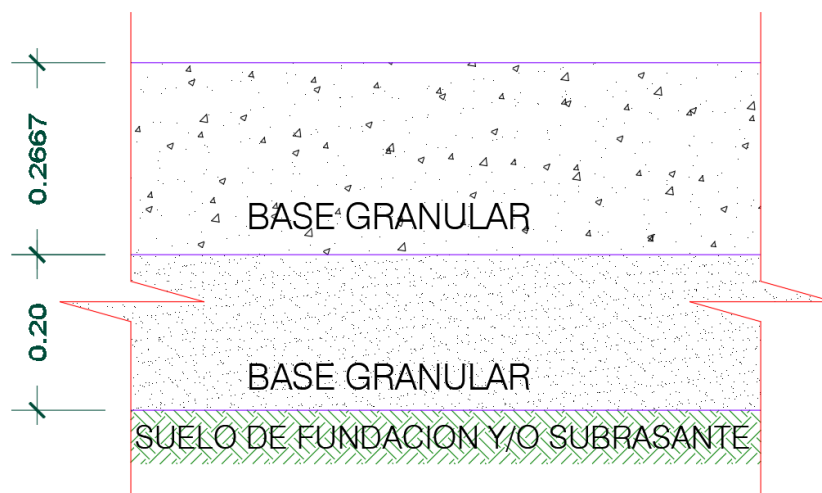
Habiendo obtenido el número de repeticiones permitidas de carga se multiplica por las repeticiones en el periodo de diseño y se multiplica por cien

para encontrar el porcentaje de fatiga, de la misma manera se realiza el procedimiento para encontrar el porcentaje de erosión, por ello se obtiene los siguientes datos.

Consumo total por análisis por fatiga	19.50 %
Daño total por análisis por erosión	79.68 %
<b>Consumo total</b>	<b>99.18 %</b>

Habiendo determinado y asumido el espesor para dicho método podemos plasmar el espesor de la estructura calculada.

**Figura N° 52:** Estructura del pavimento rígido calculado por la metodología PCA



Fuente: Elaboración propia

De la tabla 79, podemos decir que el análisis de fatiga y el análisis de erosión nos arroja un porcentaje total de 99.18%, ya que la suma total no sobrepasa el 100% deduciendo que el número de repeticiones admisibles y/o permisibles es mayor que el número de repeticiones esperadas (Repeticiones a través del estudio del tránsito vehicular), con ello se concluye que el espero asumido es correcto para el periodo de 20 años.

### **3.8.6. Análisis comparativo mediante el método AASHTO 93 y la guía Portland Cement Association (PCA)**

#### **a) Análisis de los ensayos**

Del estudio de suelos realizado para la investigación se puede deducir que tanto para el método AASHTO como para el método PCA, se utilizó 05 calicatas las cuales su clasificación es clasificación de la AASHTO pertenece a A-a-1 (fragmentos de roca, grama y arena) y por la clasificación del SUCS pertenece a GM (grava limosa, con mezcla de grava, arena y limo) con CBR Promedio al 95% = 28.30 y al 100% = 33.07, para el PCA se utilizó el CBR de 27.28 al 95%, para el método de AASHTO se usó el valor de CBR de 29.64% al 100%.

#### **b) Análisis del Conteo vehicular (IMD).**

Para el análisis para ambos métodos se optó el mismo dato del IMDs que es 28,918 veh/día, para ello se optó por determinar el factor de corrección estacional de una estación de peaje cercano al lugar de la investigación, la cual para vehículos ligeros es F.E.C.=0.831611 y para vehículos pesados es F.E.C. = 0.959139

#### **c) Evaluar el tráfico para el Periodo de Diseño**

Para el método AASTHO el índice medio diario anual IMDa por el factor de corrección estacionario se tiene la cantidad de 24,091 veh/día con una tasa de crecimiento anual para vehículos de pasajeros de 0.0059 y una tasa de crecimiento anual del PBI regional de 0.0105, con una proyección a futuro de 20 años; para el método del PCA el índice medio diario anual IMDa por el factor de corrección estacionario se tiene la cantidad de 26,949 veh/día con una tasa de crecimiento anual para vehículos de pasajeros de 0.0059 y una tasa de crecimiento anual del PBI regional de 0.0105, con una proyección a futuro de 20 años.

**d) Obtener el espesor de la losa de concreto D (ábaco o fórmula).**

Del Abaco de la metodología AASHTO podemos deducir que el espesor de  $D=225.50\text{mm}$ , aplicando el factor de seguridad nos dar un espesor de  $D=24.50\text{cm}$ ; por formula se obtuvo un espesor de  $D=21.45\text{cm}$ , aplicando el factor de seguridad se tiene un espesor de  $23.60\text{cm}$ , tanto para el ábaco como para el análisis por formula se deduce un espesor de  $D=25.00\text{cm}$ .

Por el método PCA no se tiene un Abaco para poder graficar y obtener el espesor, por este método solo se puede obtener el porcentaje por análisis de fatiga y análisis por erosión, habiendo hallado por el análisis de fatiga y erosión se tiene un porcentaje total de  $99.18\%$ , la cual no está fuera del permitido que es el  $100\%$ , habiendo deducido un espesor de  $D=10.5\text{pulg.}$  que viene a ser  $D=0.2667\text{cm}$ .

**e) Espesor de la sub base granular (cm)**

Para ambos métodos se optó por una subbase granular de  $20.00\text{cm}$ .

**f) Espesor del pavimento rígido (cm)**

Para el método de la AASHTO podemos deducir que el espesor por el cálculo mediante las fórmulas es el más recomendable, habiendo obtenido un espesor de  $D=23.60\text{cm}$ , redondeando se concluye a un espesor de  $D=0.25\text{m}$ .

Para el método de la PCA podemos deducir que el espesor por el cálculo mediante las fórmulas y los ábacos para el análisis por fatiga y por el análisis de erosión, se pufo obtener un espesor de  $10.5''$  que viene a ser  $D=26.67\text{cm}$  que viene a ser  $D=0.27\text{m}$ . De espesor de losa.

## V. DISCUSIÓN

Habiendo realizado el estudio topográfico, podemos decir que la topografía es llana, un poco accidentada con la cual se trabajó realizando la poligonal abierta y la nivelación antes de realizar el levantamiento topográfico de cada hito y/o BMs con georreferenciación, llegando a un error por el mínimo que indica las tolerancias, cumpliendo con los datos para el levantamiento de la calle a nivel de altimetría y planimetría de la Av. Gamarra desde la Av. Raymondi hasta el Jr. Sucre y la segunda parte desde el Jr. 28 de Julio hasta la Av. Villón, específicamente las 16 cuadras con una dimensión de 1679.17 m aproximadamente en levantamiento longitudinal y un ancho de carril promedio de 6.00 a 6.60m aproximadamente en dos paños de 3.00m.

Según el tráfico vehicular se ha determinado la cantidad de vehículos que transitan por la vía por tipo de eje y peso para así determinar el volumen de vehículos por día, además de ellos la verificación estacionaria para un mejor conteo de punto a punto, tanto de ida como de vuelta en un periodo de 7 días continuos, esto también servirá para determinar el diseño de pavimento y se pueda transformar en diferentes tipos de clasificación por tipos de eje estándar equivalente y con ello poder calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes, habiéndose clasificado por vehículos ligeros, tipo bus, camiones unitarios, semitrailer, tráiler, en vehículos ligeros se tiene la cantidad de vehículos por 7 días es de 23,804.00 veh/día que representa el 98.81%, en vehículos tipo bus se tiene 215 veh/día que representa el 0.89%, vehículos tipo camiones unitarios se tiene 69 veh/día que representa el 0.29%, del tipo semitrailer se tiene 2 veh/día que representa el 0.01%, del tipo tráiler se tiene 1 veh/día que representa el 0.004%, habiéndose hallado con un factor de corrección estacionario para vehículos ligeros de 0.83 y con un factor de corrección estacionario para para vehículos pesados de 0.96, haciendo un IMDa total de 24091 veh/día, para el método del PCA se realizó con una proyección de 20 años con una tasa de crecimiento para vehículos de pasajeros de 0.0059 (tasa de crecimiento del PBI regional) y para tasa

de crecimiento anual del PBI para vehículos pesados de 0.0105, llegando a calcular la cantidad de vehículos de 26,949 veh/día, llegando a calcular un ESAL para vehículos de ejes simples con un total de 14,569,883.43, para vehículos de ejes tándem con un ESALs de 6,680,201.34, para vehículos de ejes trídem con un ESALs de 2,652,506.74, aplicando la metodología del PCA nos indica que se tiene que verificar con los datos como son Módulo de reacción de la subrasante ( $k$ ), Módulo de rotura del concreto ( $Sc$ ), Tipo de tránsito y proyección futura, Verificación por fatiga, Factor de tensión, Porcentaje de fatiga consumida, Verificación por erosión, Carga admisible para el análisis de erosión (Portland, Cement Association – PCA, 1984), con esos datos se puede hallar el espesor de pavimento, para el estudio se asume un espesor con la cual será calculado por el análisis de fatiga y análisis por erosión no debe sobrepasar el 100% de la acumulación tanto de fatiga como por erosión, razón a ello se propuso un espesor de  $D = 10.50$  pulg que viene a ser a  $D = 26.67$ cm, obteniendo un total de 99.18% (análisis por fatiga + análisis por erosión), con una sub base aplicada de  $D = 20.00$  cm, estando al límite como se índice por dicho método. Mientras que para el método AASHTO 93 tiene otra técnica de cálculo de cada uno de los procesos se requiere el estudio de suelos, cálculos del Módulo de reacción de la subrasante ( $k$ ), Módulo de rotura del concreto ( $Sc$ ), Coeficiente de transferencia de carga ( $J$ ), Coeficiente de drenaje ( $Cd$ ), Módulo de elasticidad ( $Ec$ ) (ASHHTO, 1993); habiendo asumido un espesor inicial de  $D = 20.00$  cm para el diseño, y llegando a concluir hallando por el método de un espesor de pavimento de  $D = 23.60$  cm redondeando a  $D = 25.00$  cm como espesor de pavimento y con una sub base de 20.00cm.

Habiendo realizado el diseño del espesor de pavimento por ambos métodos se puede decir que para el diseño de pavimento por el método AASHTO 93 es predominante el Coeficiente de transferencia de carga ( $J$ ) y la confiabilidad, mientras que para la metodología PCA 84 es predominante el módulo de reacción de la subrasante ( $k$ ) y módulo de

rotura del concreto (MR), la cual son los parámetros importantes y resaltantes para el diseño de la metodología PCA.

Podemos decir que para hallar por la metodología AASHTO 93 se puede calcular por dos métodos que viene hacer por las fórmulas dadas y por el monograma y/o ábaco, por la formula se llegó a calcular un espesor de  $D = 23.60$  cm este espesor aplicando un factor de seguridad de 10%, mientras que por el ábaco y/o monograma se llegó a calcular un espesor de  $D = 24.80$  cm, llegando a concluir que por la fórmula es el más preciso el cálculo, ya que al aplicar el monograma al tener líneas muy pegadas a los números no se precisa los números correctos al momento de plasmar los resultados, es por ello que no es muy preciso el análisis por el ábaco y/o monograma, optando por el resultado que es por la formula al ser más precisa.

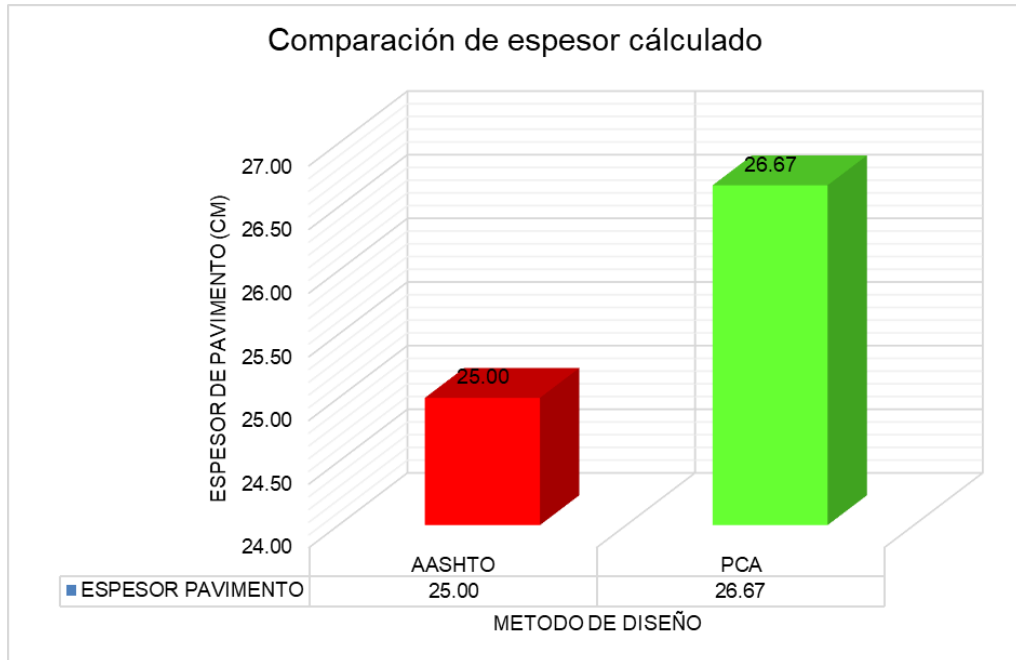
Se puede decir que para el método PCA se debe tener en cuenta la transferencia de carga con pasadores lisos al ser un ancho de vía de 6.00m aproximadamente, para hallar por la metodología PCA 94 se tuvo en cuenta las juntas, base granular de 20cm, el esfuerzo equivalente de la sub rasante, espesor de pavimento optado de 10.5pulg que viene a ser  $D = 26.67$ cm, llegando a desarrollar una capacidad de 19.50% para el análisis por fatiga y 79.68% para el análisis por erosión, llegando a un total de 99.18% con este resultado se tiene una reserva de 0.82% disponible, la cual se cumple con el diseño del espesor optado.

Del análisis realizado se puede decir que por la metodología AASHTO 93 se tiene un espesor de 9.76pulg que viene a ser  $D=24.80$ cm, si este dato se deseará emplear en la metodología PCA 84, produciría falla por erosión y fatiga a nivel excesivo, por ello no cumpliría si se aplicara para dicho método, en cambio la metodología PCA 84 al tener un espesor de 10.5pulg que viene a ser  $D = 26.67$ cm tiene un mayor grado de seguridad, razón a ello es recomendable el método PCA al cumplir con las características de fatiga, erosión, también se puede decir que la diferencia es de 6.67 cm, casi 2.62 pulg concluyendo que no implica



mucho el espesor al ser cercano los resultados, como en el análisis de la metodología AASHTO 93 también no trabaja en las fórmulas por análisis por la erosión y fatiga, es totalmente diferente los resultados, de la misma manera la metodología PCA no lleva como predominante el coeficiente de transferencia de carga y la confiabilidad con la cual se diseña.

**Figura N° 53:** Comparación del espesor de pavimento



Fuente: Elaboración propia

Según el análisis realizado por ambos métodos podemos deducir que el espesor más óptimo sería el PCA 84 al ser mayor y garantizar la seguridad para un periodo de 20 años de transitabilidad vehicular, habiendo verificado que tiene un criterio importante como daños por falla, siendo el análisis por fatiga y erosión los cuales no se tiene en la metodología AASHTO 93.

## VI. CONCLUSIONES

- Haciendo la contrastación con el planteamiento de la hipótesis, se puede decir que de acuerdo al análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz nos muestra como resultado diferentes espesores, ya que cada método tiene parámetros y formulas con las cuales se desarrolla el análisis, se puede concluir que por la metodología AASHTO 93 nos brinda un espesor menor, tal como se indica en la figura N° 43 de la página 171, con un espesor de estructura de pavimento de  $D = 25.00$  cm, y una subbase de  $D = 20.00$  cm.; mientras que por la metodología PCA 84, nos brinda un espesor de estructura de pavimento rígido de  $D = 26.67$  cm, con un espesor de subbase de  $D = 20.00$  cm, tal como se indica en la figura N° 52 de la página 199, de la investigación realizada en la Av. Gamarra, realizando en análisis de los resultados podemos decir que la metodología AASHTO no cumpliría los parámetros por análisis por fatiga y análisis por erosión durante la vida útil aplicado por 20 años, por tanto no sería factible escoger como espesor optimo el método AASHTO, mientras que la metodología PCA cumple con lo indicado.
- Del estudio de suelos realizado para la investigación del material proveniente de la subrasante se puede deducir que tanto para el método AASHTO como para el método PCA, se utilizó 05 calicatas las cuales su clasificación es clasificación de la AASHTO pertenece al tipo A-a-1 (fragmentos de roca, grama y arena) y por la clasificación del SUCS pertenece a GM (grava limosa, con mezcla de grava, arena y limo) con CBR Promedio al 95% = 28.30 y al 100% = 33.07, para el cálculo por la metodología PCA 84 se tomó como dato un CBR de 27.28 al 95%, y para el método de AASHTO se usó el valor de CBR de 29.64% al 100%, estos datos son totamos de la calicata C-5 que se puede observar de acuerdo a la tabla N° 64 de la página 174 del proyecto de investigación, también se puede indicar que el índice de plasticidad máxima tiene la calicata C-3 con un I.P. de 6.27, teniendo

como índice de plasticidad promedio de 6.02 de las 05 calicatas realizadas, llegando a una conclusión que de las calicatas estaría en un índice de plasticidad baja ( $IP < 7$ ), quiere decir que sería un suelo poco arcilloso.

- Habiéndose clasificado los vehículos por cada tipo como son: vehículos ligeros, tipo bus, camiones unitarios, semitrailer, tráiler, se puede concluir que en vehículos ligeros se tiene la cantidad de vehículos por 7 días es de 23,804.00 veh/día que representa el 98.81%, en vehículos tipo bus se tiene 215 veh/día que representa el 0.89%, vehículos tipo camiones unitarios se tiene 69 veh/día que representa el 0.29%, del tipo semitrailer se tiene 2 veh/día que representa el 0.01%, del tipo tráiler se tiene 1 veh/día que representa el 0.004%, deduciendo que los vehículos ligeros son los más predominantes, mientras que los vehículos pesados tienen menor incidencia; habiéndose hallado con un factor de corrección estacionario para vehículos ligeros de 0.83 y con un factor de corrección estacionario para para vehículos pesados de 0.96, se puede concluir que se tiene un IMDa total de 24091 veh/día, para el análisis por el método del PCA se realizó con una proyección de 20 años con una tasa de crecimiento para vehículos de pasajeros de 0.0059 (tasa de crecimiento del PBI regional) y para tasa de crecimiento anual del PBI para vehículos pesados de 0.0105, llegando a calcular la cantidad de vehículos de 26,949 veh/día, y obteniendo un ESAL para vehículos de ejes simples con un total de 14,569,883.43, para vehículos de ejes tándem con un ESALs de 6,680,201.34, para vehículos de ejes trídem con un ESALs de 2,652,506.74, estos datos serán requeridos para analizar con la metodología del PCA que nos indica que se tiene que verificar con los datos como son Módulo de reacción de la subrasante ( $k$ ), Módulo de rotura del concreto ( $Sc$ ), Tipo de tránsito y proyección futura, Verificación por fatiga, Factor de tensión, Porcentaje de fatiga consumida, Verificación por erosión, Carga admisible para el análisis de erosión (Portland, Cement Association – PCA, 1984), con esos

datos se halla el espesor de pavimento, también se puede decir que se asume un espesor con la cual será calculado por el análisis de fatiga y análisis por erosión y estos resultados no deben sobrepasar el 100% de la acumulación tanto de fatiga como por erosión.

- Del desarrollo de la investigación por el análisis realizado por ambos métodos podemos deducir que el espesor más óptimo sería el PCA 84 al ser mayor y garantizar la seguridad para un periodo de 20 años de transitabilidad vehicular, habiéndose verificado que tiene un criterio importante como daños por falla para la estructura de pavimento, siendo calculado por el análisis por fatiga y erosión los cuales no se tiene en la metodología AASHTO 93, esto quiere decir que para un periodo de 20 años es conveniente el método PCA 84.
- En el diseño por el método PCA 84, se puede concluir que, no se tienen en cuenta los efectos del tiempo sobre los materiales de las distintas capas, así como las subestructuras, la humedad y las variaciones de temperatura en las subestructuras en la subrasante, subbase y pavimento rígido, en cambio la metodología AASHTO 93 si cumple con estas características. También se puede deducir que el modelo de elementos finitos utilizado para desarrollar este método solo considera losas planas totalmente apoyadas sin alabeo, pero muchos estudios han encontrado que la falta de apoyo debido a la curvatura de la losa, indica tensiones significativamente más altas debido al alabeo combinado con cargas muertas, razón a ello se propone juntas con pasadores para mayor seguridad.

## VII. RECOMENDACIONES

- Según la aplicación de las metodologías AASHTO 93 y el Portland Cement Association 1984 (PCA), al haber calculado la evaluación técnica del espesor del pavimento rígido de la Av. Gamarra, se recomienda utilizar los módulos de rotura con datos mayores, y con ello generar esfuerzos equivalentes bajos, considerando el tránsito vehicular con la cual permitirán diseñar espesores mínimos.
- Se recomienda considerar para el diseño de pavimento la variación del clima (hidrología), ya que en la zona de la investigación realizada presenta un clima lluvioso, para el proceso constructivo es conveniente prevenir para no afectar la dosificación del concreto y se debe cubrir a fin de evitar el lavado de la superficie para garantizar la durabilidad del concreto.
- Se recomienda que para el diseño de pavimento rígido por el método PCA 84, tomar en cuenta el tipo de bermas y juntas, también es importante considerar si es la subbase es del tipo granular, tratada con cemento o sin tratamiento su aplicabilidad, con estos datos importante se calculara el análisis por fatiga y por erosión, cabe señalar que se debe aplicar las formulas basadas en las tablas que nos indican los datos para los análisis por erosión y fatiga y así lograr la interpolación lineal.
- Se recomienda que para la metodología AASHTO 93 usar las formulas dadas, para el calculo del espesor del pavimento rígido y no los ábacos, ya que al graficar e interceptar no se tendrá un dato real, al estar los numero muy pegados a las líneas propuestas y con ello nos generar un error, pudiendo afectar el análisis o diseño correcto.

## REFERENCIAS

- AASHTO 1993. Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington: S.N., 1993.
- ACUÑA, Jersen Rodrigo y ACUÑA, Brayam Rodney. Evaluación, comparación y diseño de pavimento rígido convencional y con la adición de fibra de acero mediante la guía de la AASHTO 93 y la guía de la Portland Cement Association (PCA) aplicado a la av. La florida y pasajes aledaños, en el distrito de San Jerónimo – Cusco. Tesis de grado. Universidad Católica de Santa María. Cusco Perú. 2019.
- ACUÑA, Manuel S. y SÁNCHEZ, Diógenes A. Diseño del pavimento flexible en caliente de la vía Santa Rosa – Chaupelanche Del Km 0+000 Al Km 13+025.00 Distrito De Chota – Provincia De Chota – Cajamarca. Tesis de grado. Universidad César Vallejo, Chiclayo Perú. 2019.
- AZAÑA, Elizabeth. Análisis comparativo entre pavimento rígido y flexible en la vía urbanización el pinar - centro poblado de Marian, independencia, Huaraz – 2018. Universidad César Vallejo, Huaraz Perú. 2018.
- AZEVEDO, J. CONCEÇÃO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS. Tesis de Maestría. Universidad de Porto, Portugal. 2011.
- BARRIGA, Cristina y NAVARRO, Jesús. Evaluación de la Variabilidad de los Costos de un Pavimento Rígido Mediante el Análisis de Presupuestos de Obra - Caso de Estudio: Proyecto “VÍAS POR LA PAZ” Comparando la Metodología AASHTO Y PCA. Tesis de grado. Universidad de la Costa - Barranquilla. 2018.
- BECERRA, Mario. Tópicos de Pavimentos de Concreto, Diseño Construcción y Supervisión, Lima – 2012. Obtenido de [https://www.academia.edu/9036949/Autor\\_T%C3%B3picos\\_de\\_Pavimentos\\_de\\_Concreto](https://www.academia.edu/9036949/Autor_T%C3%B3picos_de_Pavimentos_de_Concreto).
- BECKER, E. ¿Usar o no usar pasadores en pavimentos urbanos de hormigón? Vial. 2019. Edición N°29

- BELDA, E. Parámetros fundamentales del tráfico: densidad, intensidad y velocidad. Temario General de la ESTT, OEP: Grupo de Materias Generales. 2011.
- CABRERA, Abel B. y URGILES, Diana. Análisis de Sensibilidad de Parámetros en el Diseño de Pavimentos Rígidos por los Métodos de la AASHTO y PCA – 2017. Tesis de grado. Universidad de Cuenca, Ecuador. 2017
- CALO, D. Diseño de Pavimentos Rígidos. San Salvador de Jujuy, Argentina: Instituto del Cemento Portland Argentino. 2012.
- CANAHUIRI, Richard Ricardo. Análisis comparativo técnico económico entre pavimento flexible y rígido por los métodos instituto de asfalto y AASHTO-93, en Jr. Abraham Valdelomar, urbanización Tambopata, Juliaca, provincia San Román – Puno. Tesis de grado. Universidad Peruana Unión. Juliaca, Puno, Perú. 2021.
- CARRASCO, S. Metodología de la investigación científica. Lima. San Marcos EIRL Ltda. 2009.  
ISBN: 978-9972-38-344-1
- CEMEX, Manual de pavimentos de concreto, 2004.
- CHILÓN, Juan. Diseño de la infraestructura vial urbana del Sector 23 (Shudal, Agomarca, Paccha Baja) del Centro Poblado La Paccha, Cajamarca 2019. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú, 2021
- DENG, Y. y YANG, Q. Rapid evaluation of a transverse crack on a semi-rigid pavement utilizing deflection basin data. Road Materials and Pavement Design. 2017. 20(4), 929-942.
- DOMELLY, Jakqui. Paving the conservation of Hiatoric Ground Surfaces. Irlanda: s.n., 2015.
- DUQUE, E., G. Origen, formación y constitución del suelo, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, Colombia. 2002.

- FLORES, David R. Diseño de la estructura de pavimento en el corregimiento de Dantas en el municipio de Ibagué – Tolima, Universidad Cooperativa de Colombia, Colombia, 2021.
- GONZALES, Gisela Patricia y VANEGAS, Emirio Felix. Comparación de las Metodologías AASHTO y PCA para el diseño de Pavimento Rígido. Tesis de grado. Universidad de Cartagena. Colombia. 2016.
- HASS, Ralph y HUDSON, Ronal. 2016. Principles of pavement design. 2016. ISBN: 978-1-119-03870
- HERNÁNDEZ Roberto, FERNÁNDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar. Metodología de la investigación, sexta edición, Mc Graw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V, México D.F, 2014, 589 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0
- HUANG, Yang. Pavement Analysis and Design. (2<sup>o</sup>. ed.). Estados Unidos: Pearson Prentice Hall. 2014.
- HURTADO, Randy Eduardo. Análisis comparativo entre pavimento flexible y rígido para uso en ruta cantonal de El Guarco. Tesis de grado. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2016.
- INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. Ingeniería de Pavimentos: Materiales, diseño y conservación. (3. a ed.). Perú: ICG. 2012.
- JÚAREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. Mecánica de suelos, tomo 1 fundamentos de la mecánica de suelos, Editorial Limusa s.a. de C.V, Grupo Noriega Editores, México D.F. 2005. 638 pp. ISBN: 968-18-0069-9
- KOLESNIKOV, A. y TOLMACHEVA, T. Ways to Minimize Volume (Weight) and Increase the Bearing Capacity of Rigid Pavement. Civil Engineering Journal. 2019. 11(5), 1-7.
- LONDOÑO, C. Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto. Bogotá: s.n., 2005.



- MARROQUÍN, Roberto. Matriz operacionalización de la variable y matriz de consistencia, Sesión N° 01. 2012.
- MENÉNDEZ, J. Ingeniería de Pavimentos. (3ra edición). Lima, Perú: Fondo editorial ICG. 2012.
- MENÉNDEZ, J. Ingeniería de Pavimentos: Materiales, diseño y conservación. Lima, Perú: Fondo editorial ICG. 2009.
- MILIND, V. y KADAM, K. A comparative study on rigid and flexible pavement: a review. IOSR Journal of mechanical and civil engineering. 2016. 13(3), 84-88.
- MINCHÁN, Christian Kevin. Análisis comparativo de estructuras de pavimento rígido mediante métodos de diseño AASHTO y PCA aplicado en una vía pública, Cajamarca – 2019. Tesis de grado. Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú. 2019.
- MICHA, Moisés. Desarrollo de software para el diseño de pavimentos por el método mecanístico - empírico (MEPDG) AASHTO. Tesis de grado. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 2019.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Revisado y corregida a enero de 2018, Perú, 2018, p. 285.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Provías Descentralizado reanudó las actividades relacionadas a 118 proyectos de infraestructura vial. 2020. Obtenido de <https://elcomercio.pe/economia/peru/mtc-reanuda-actividades-en-118-proyectos-de-infraestructura-vial-que-demandan-inversion-de-s605-millones-nndc-noticia/?ref=ecr>

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos, obtenido de <http://www3.vivienda.gob.pe>.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, R.D. N° 10-2014-MTC/14. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html).

MONTEJO, Fonseca A. Ingeniería de Pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño. (3ra ed.). Colombia: Universidad Católica de Colombia. 2010.

NIKOLAIDES, A. *Highway Engineering: Pavements, Materials and Control of Quality*. Boca Raton, Estados Unidos: CR Press. 2015.

OSPINA, Janette Patricia. Diseño Estructural de Pavimento Rígido de las Vías Urbanas en el Municipio del Espinal – Departamento del Tolima. Tesis de grado. Universidad Cooperativa de Colombia. 2018.

PACASMAYO. Introducción a los pavimentos rígidos. Lima, Perú. 2020.

PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements. Estados Unidos de América. 1984.

RAJIB, MALLICK y TAHAR. Pavement engineering. New York: CRS, 2019.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Infraestructuras. 2015. Lima. Perú.

REYNALDO, Juan W. Estudio comparativo de un pavimento rígido aplicando los métodos AASHTO y PCA, Comas, Lima – 2021. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú, 2021.

- REYES y RONDÓN. Pavimentos: Materiales, construcción y diseño. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones Ltda. 2015.
- SÁNCHEZ, Hugo y Reyes, Yuri. Metodología y diseño de la investigación científica. 2015.
- SALAMANCA, María Angélica; ZULUAGA, Santiago Arturo y CHAVES, Saieth Baudilio. Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos INVIAS, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la vía La Ye - Santa Lucía Barranca Lebrija entre las abscisas K19+250 A K25+750 ubicada en el departamento del Cesar. 2014. <http://hdl.handle.net/10983/2569>
- SALAZAR, Aurelio, Guía para el Diseño y la Construcción de Pavimentos Rígidos, 1998.
- SALDARRIAGA, Jimmy Junior. Diseño de Pavimento Rígido aplicando los métodos AASHTO 93 y PCA, calle Los Diamantes y Pedro Ruiz Gallo - Tumbes – 2021. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú. 2021.
- SALTAREN, Mario Marco. Diseño de la Estructura de Pavimento Rígido por Medio del Método PCA y el Método AASHTO de la Vía Ubicada en la Calle 5 entre la Carrera 11 y la Carrera 5, del Barrio Pescaíto de la Ciudad de Santa Marta – Magdalena para Análisis y Selección del Diseño Adecuado. Universidad Militar de Grabada. Colombia. 2020. p. 64.
- SHABAN, A., ALSABBAGH, A., WTAIFE, S. y SUKSAWNG. Effect of pavement foundation materials on rigid pavement response. 2019. IOP Publishing Ltd. 671(3), 4-6.
- SIERRA, Andrea V. y CCORAHUA, Mina K. Comparación entre metodología AASHTO y PCA en el diseño de pavimento rígido en la Av. Ejército,

- Andahuaylas - Apurímac, 2020. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo , Lima Perú. 2020.
- SILVESTRE, I., & HUAMÁN, C. *Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria* (Primera ed.). Lima: San Marcos. 2019.
- SMINKEY, Laura, Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011 – 2020 (UNECE), pág. 3–4. Obtenido de [https://unece.org/DAM/trans/roadsafe/docs/road\\_safety\\_global\\_plan\\_for\\_action\\_es.pdf](https://unece.org/DAM/trans/roadsafe/docs/road_safety_global_plan_for_action_es.pdf)
- SOLANO, Luz Daniela; ESPINOZA, Lucía Florencia y MOGOLLÓN, Joao Emanuel. Análisis comparativo del diseño de espesor de la capa de rodadura de pavimentos rígidos según las metodologías AASHTO 93 y PCA 84. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2021.
- SUAREZ, José L. Análisis del Diseño Estructural del Pavimento Rígido Comparado los Métodos de AASHTO 93 y del PCA, para el Confort del Jirón Malecón Alomía Robles desde la Cuadra 1 al 10 – Huánuco – 2017. Tesis de grado. Universidad Nacional Herminio Valdizán de Huánuco. Perú. 2018.
- TAMAYO, M. El proceso de la investigación científica. México. Limusa. Noriega Editores. 2004.  
ISBN: 968-18-5872-7.
- TEATINO, Edwin F. y VÁSQUEZ, Richar D. Diseño de pavimento rígido para la transitabilidad vehicular con el método AASHTO 93 en la carretera del Distrito Cajamarca – Cumbe mayo – 2021. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo, Cajamarca Perú. 2021.
- TICONA, Chino Wilson Jorge. Evaluación técnica y económica de los métodos AASTHO y PCA En el diseño de pavimento rígido en la avenida Héroes del Cenépa, Ilave, 2021. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo, Lima Perú. 2021.

TIZANO, Bryan J. y ZAVALLETA, Jarib V. "Diseño de Pavimento Rígido aplicando los métodos AASHTO 93 y PCA en la carretera Matacoto, Yungay – Ancash - 2020". Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo, Lima Perú. 2021.

YANG, H. Paviment Analysys and design. Kentucky: University of Kentucky, 2002.

## IX. ANEXOS

### Anexo 01: Matriz de consistencia

Análisis comparativo de pavimento rígido mediante ASHTO 93 y guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz

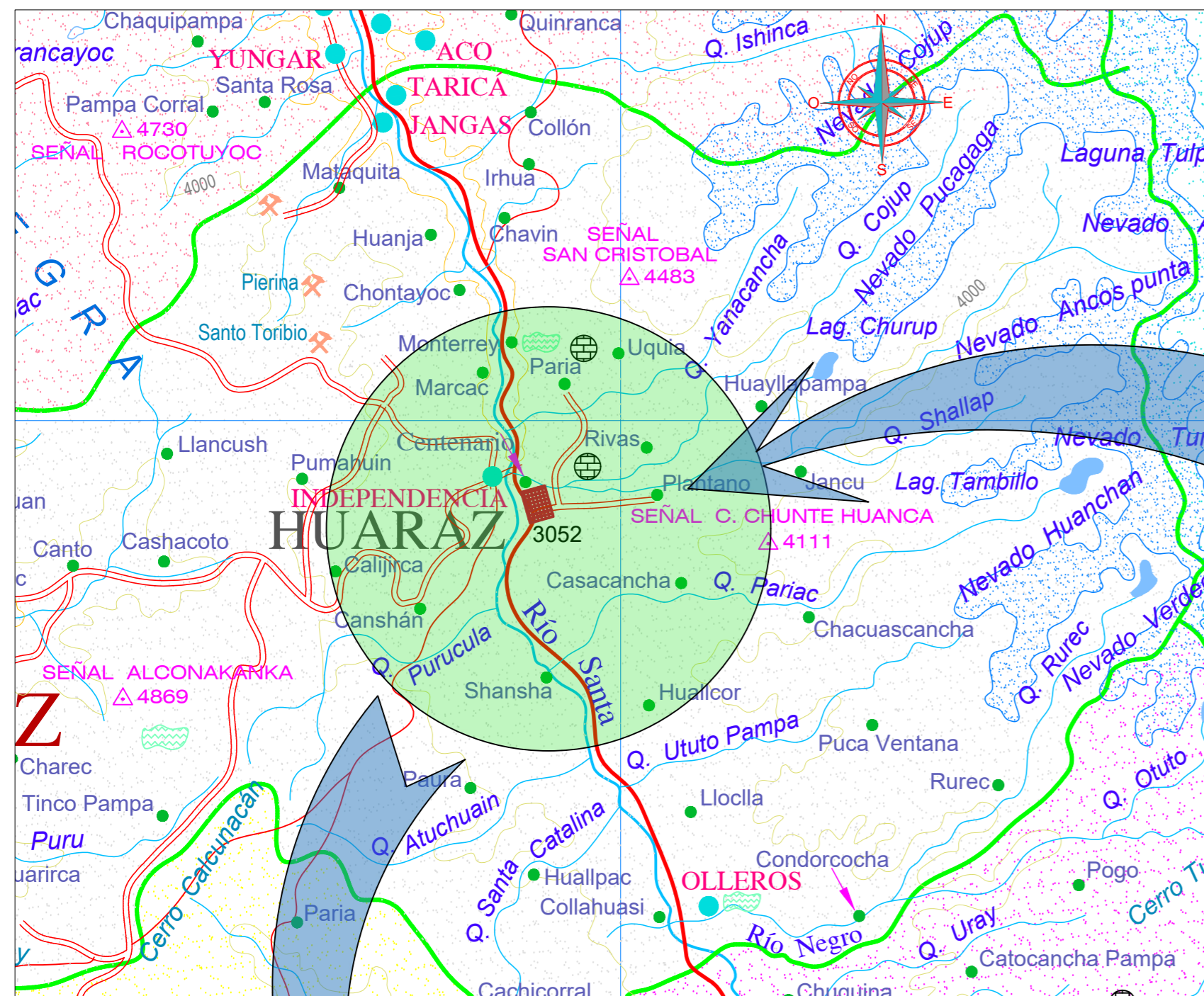
TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
Análisis comparativo de pavimento rígido mediante ASHTO 93 y guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz	<p><b>Problema General</b> ¿Cuál es el análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz, que proporcione el espesor óptimo?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Realizar el Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland Cement Association (PCA) en la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz, que nos indique el espesor óptimo.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Elaborar el estudio de suelos en la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz.</p> <p>Efectuar el estudio topográfico en la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz.</p> <p>Realizar el diseño vial de la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de</p>	<p><b>Hipótesis General</b> El análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz nos indicará el espesor óptimo.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Análisis comparativo de pavimento rígido mediante ASHTO 93 y guía Portland Cement Association</p> <p><b>Dimensiones</b> Estudio de suelos Estudio topográfico Diseño vial ASHTO 93 Guía Portland Cement Association (PCA)</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> No experimental comparativo.</p> <p><b>Diseño de la Investigación</b> <b>Diseño:</b> Descriptivo.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Instrumentos de investigación</b> Check list.</p>	<p><b>Población y Muestra:</b> <b>Muestra Total:</b> Estará conformada por toda la avenida gamarra de la ciudad de Huaraz.</p> <p><b>Población Objetivo:</b> 04 cuadras de la avenida Gamarra de la ciudad de Huaraz.</p>

		<p>Huaraz, mediante las metodologías AASHTO 93.</p> <p>Realizar el diseño vial de la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz, mediante la guía Portland Cement Association (PCA).</p> <p>Realizar el análisis comparativo de pavimento rígido mediante el método AASHTO 93 y la guía Portland Cement Association (PCA) en la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz que nos indique el espesor óptimo.</p> <p>Determinar los costos comparativos de pavimento rígido de la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz, mediante las metodologías AASHTO 93 y la guía Portland Cement Association (PCA).</p>				
--	--	---	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

## **ANEXO 02: Plano topográfico**





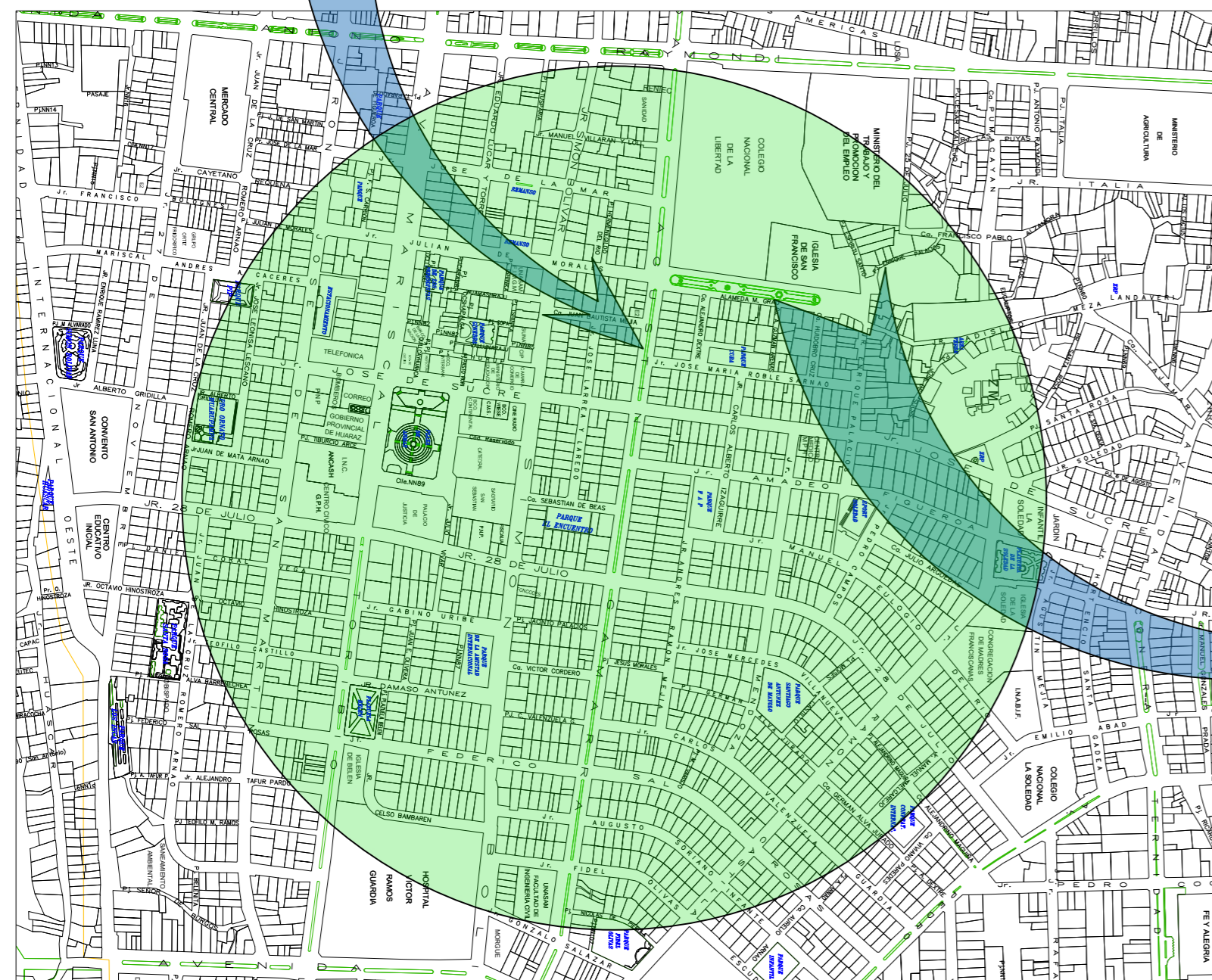
**PLANO UBICACION DISTRITAL**  
ESCALA : 1/20000



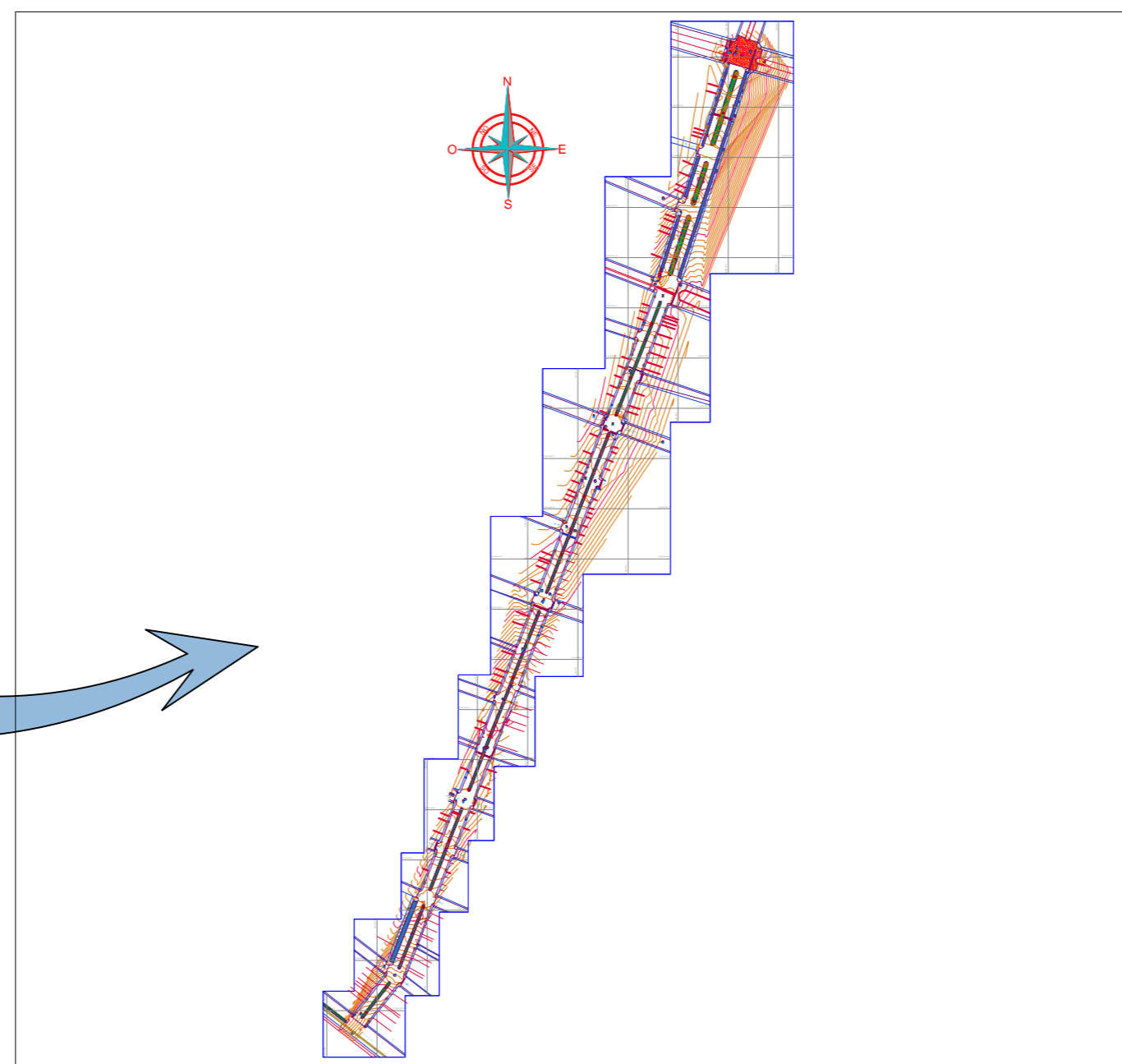
**ANCASH**  
**PLANO UBICACION PROVINCIAL**  
ESCALA : 1/50000



**PERU**  
**PLANO UBICACION REGIONAL**  
ESCALA : 1/100000



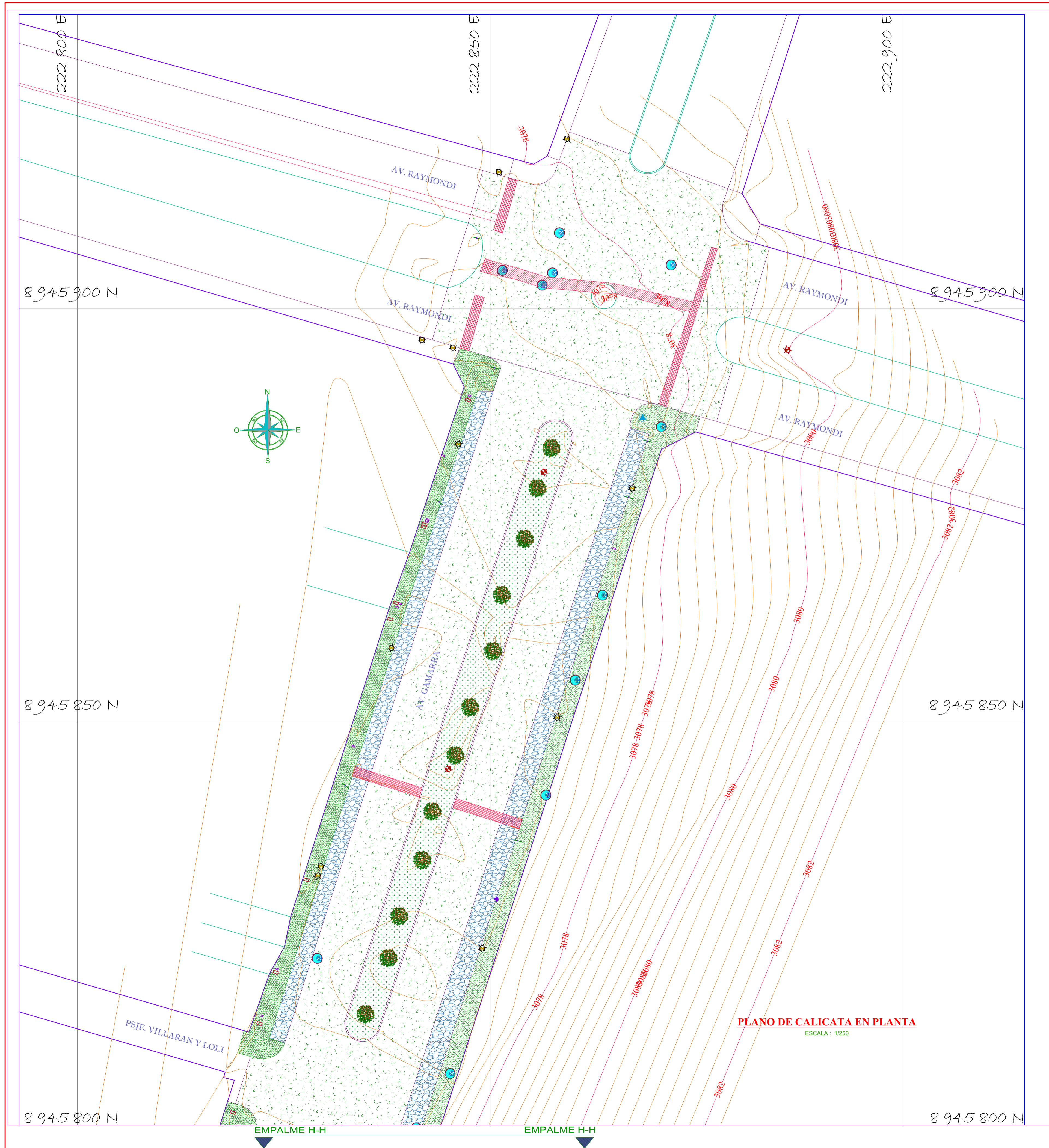
**PLANO UBICACION CATASTRAL**  
ESCALA : 1/20000



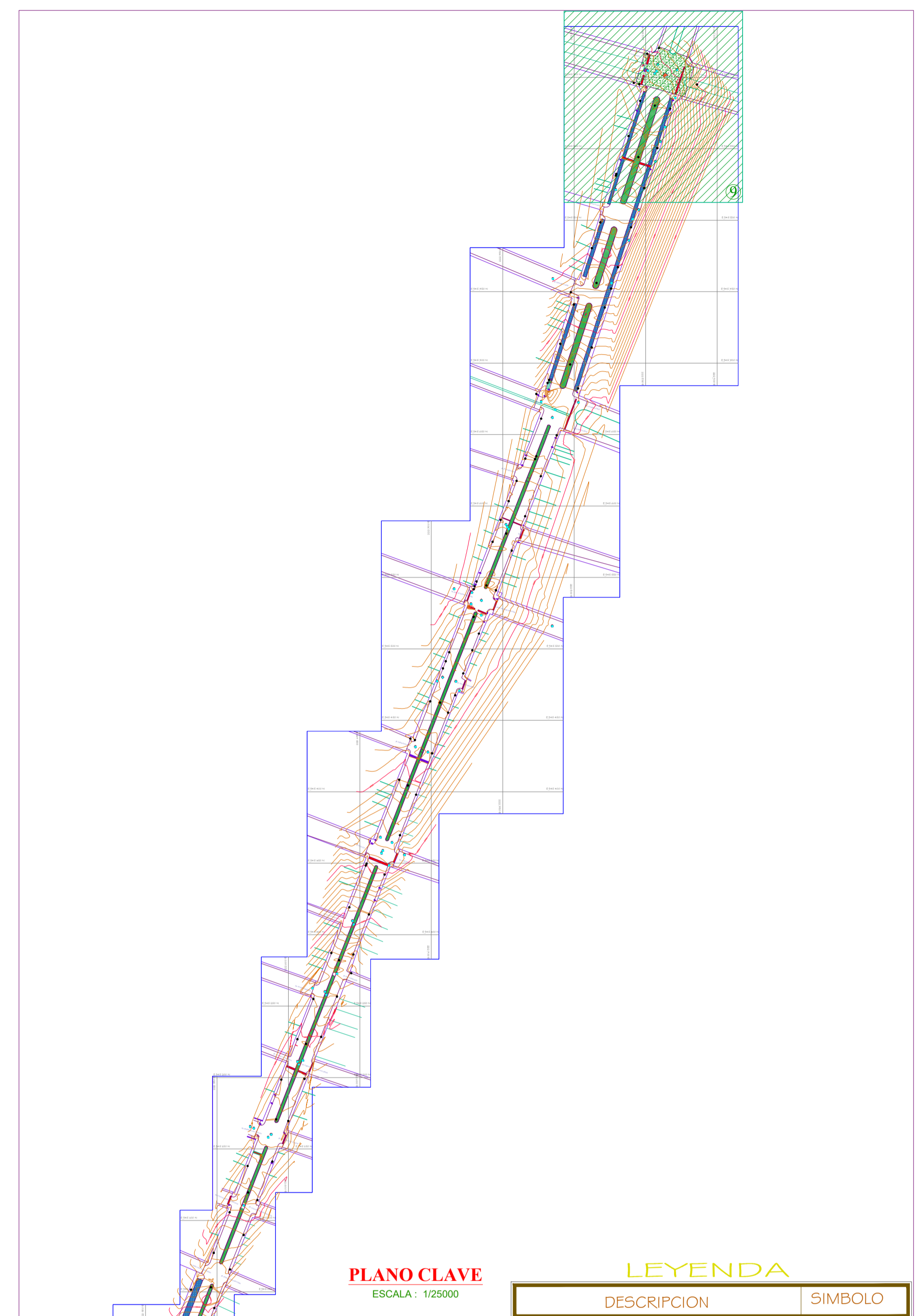
**PLANO UBICACION LOCAL - UBICACION DE LA INVESTIGACION**  
ESCALA : 1/5000

LEYENDA	
Provincia	ANCASH
Capital de Región	[Red square symbol]
Capital de Provincia	[Green circle symbol]
Capital de Distrito	[Blue circle symbol]
Poblados o Cacerios	[Small blue circle symbol]
Monumentos Inkaicos	[Inca symbol]
Aguas Termales	[Wavy line symbol]
Minas	[Cross symbol]
Limite Departamental	[Dashed line symbol]
Limite Provincial	[Green line symbol]
Carretera Panamericana	[Thick orange line symbol]
Carretera Asfaltada	[Red line symbol]
Carretera Afirmada	[Double red line symbol]
Carretera Sin Afirmar - Carrozable	[Thin red line symbol]
Camino de Herradura o Sendero Importante	[Dashed red line symbol]
Aeropuerto - Campo de Aterrizaje	[Airplane symbol]
Ptos. Maritimos	[Anchor symbol]
Señal Geodésica	[Triangle with number 3091 symbol]

<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		UBICACION: DISTRITO: HUARAZ PROVINCIA: HUARAZ REGION: ANCASH LAMINA N°:
PROYECTO: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y Guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz"		<b>U-01</b>
PLANO: UBICACION Y LOCALIZACION		
TESISTAS: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY BACH. ANNIK JAMIRA ROMAN GARCIA ASESOR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS		ESCALA: INDICADA FECHA: JUNIO-2022



**PLANO DE CALICATA EN PLANTA**  
ESCALA : 1/250



**PLANO CLAVE**  
ESCALA : 1/25000

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
ARBOLES DE JARDIN	
VALVULAS EXISTENTE	
GRIFO DE AGUA	
CAJAS DE AGUA	
CAJAS DE DESAGUE	
CAJA DE VALVULAS EXIST.	
BM's	
CALICATA	

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
POSTES EXISTENTES	
BUZON EXISTENTE	
VEREDA EXISTENTE	
PAVIMENTO EXIST. DETER.	
PAVIMENTO NUEVO	
ALCANTARILLA EXISTENTE	
VIVIENDA	
CURVAS DE NIVEL	
SEÑAL INFORMATIVA	
REJILLA DE ALCANTARILLA	
BERMA LATERAL	
JARDIN CENTRAL	

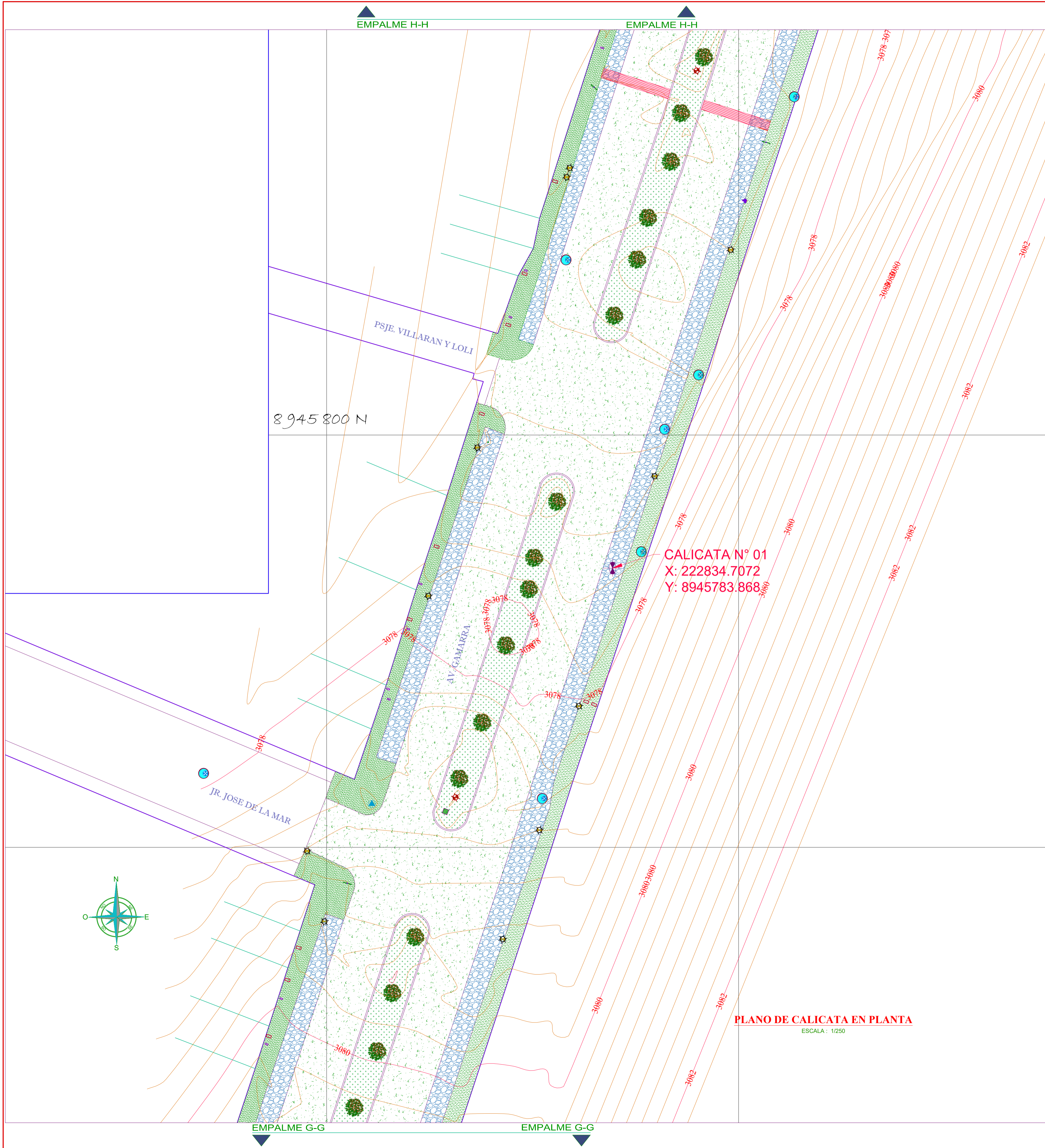
**PUNTO REFERENCIAL DEL PROYECTO PARA EL REPLANTEO**

DESCRIPCION	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m.s.n.m)
Esquina de I.E. LA LIBERTAD	222868.466	8945886.709	3077.701

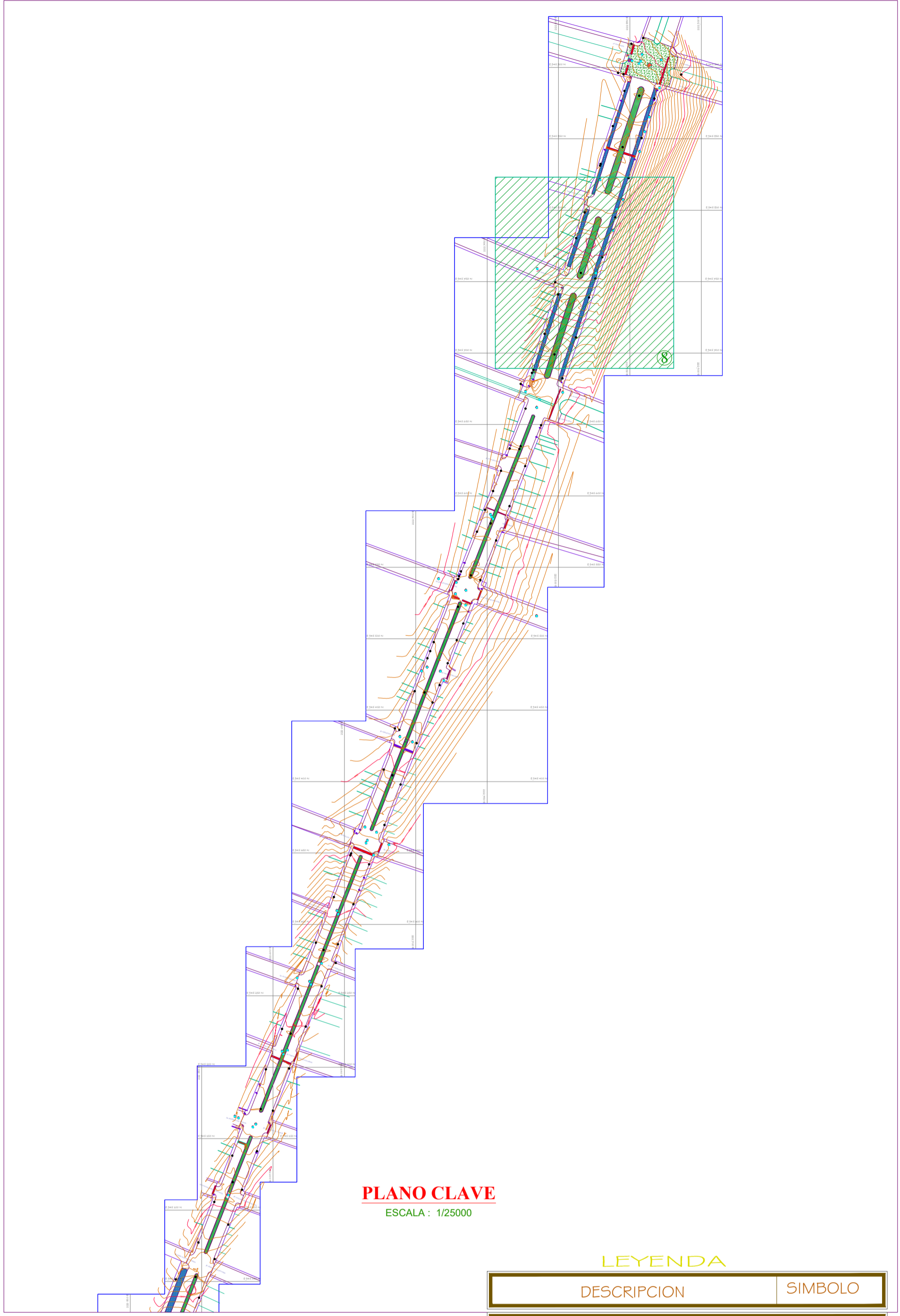
**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

	TÍTULO: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y Guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz" PLAZA: CALICATA DEL PROYECTO	UBICACION: DISTRITO: HUARAZ PROVINCIA: HUARAZ REGION: ANCASH
	DIRECTOR: MAG. RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY ASISTENTE: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS	ESCALA: INDICADA

**PC-09**



**PLANO DE CALICATA EN PLANTA**  
ESCALA: 1/250



**PLANO CLAVE**  
ESCALA: 1/25000

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
ARBOLES DE JARDIN	
VALVULAS EXISTENTE	
GRIFO DE AGUA	
CAJAS DE AGUA	
CAJAS DE DESAGUE	
CAJA DE VALVULAS EXIST.	
BM's	
CALICATA	

PUNTO REFERENCIAL DEL PROYECTO PARA EL REPLANTEO

DESCRIPCION	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m.s.n.m)
Esquina de I.E. LA LIBERTAD	222868.466	8945886.709	3077.701

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
POSTES EXISTENTES	
BUZON EXISTENTE	
VEREDA EXISTENTE	
PAVIMENTO EXIST. DETER.	
PAVIMENTO NUEVO	
ALCANTARILLA EXISTENTE	
VIVIENDA	
CURVAS DE NIVEL	
SEÑAL INFORMATIVA	
REJILLA DE ALCANTARILLA	
BERMA LATERAL	
JARDIN CENTRAL	

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**UCV**  
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y Guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz"

PLAZO: CALICATA

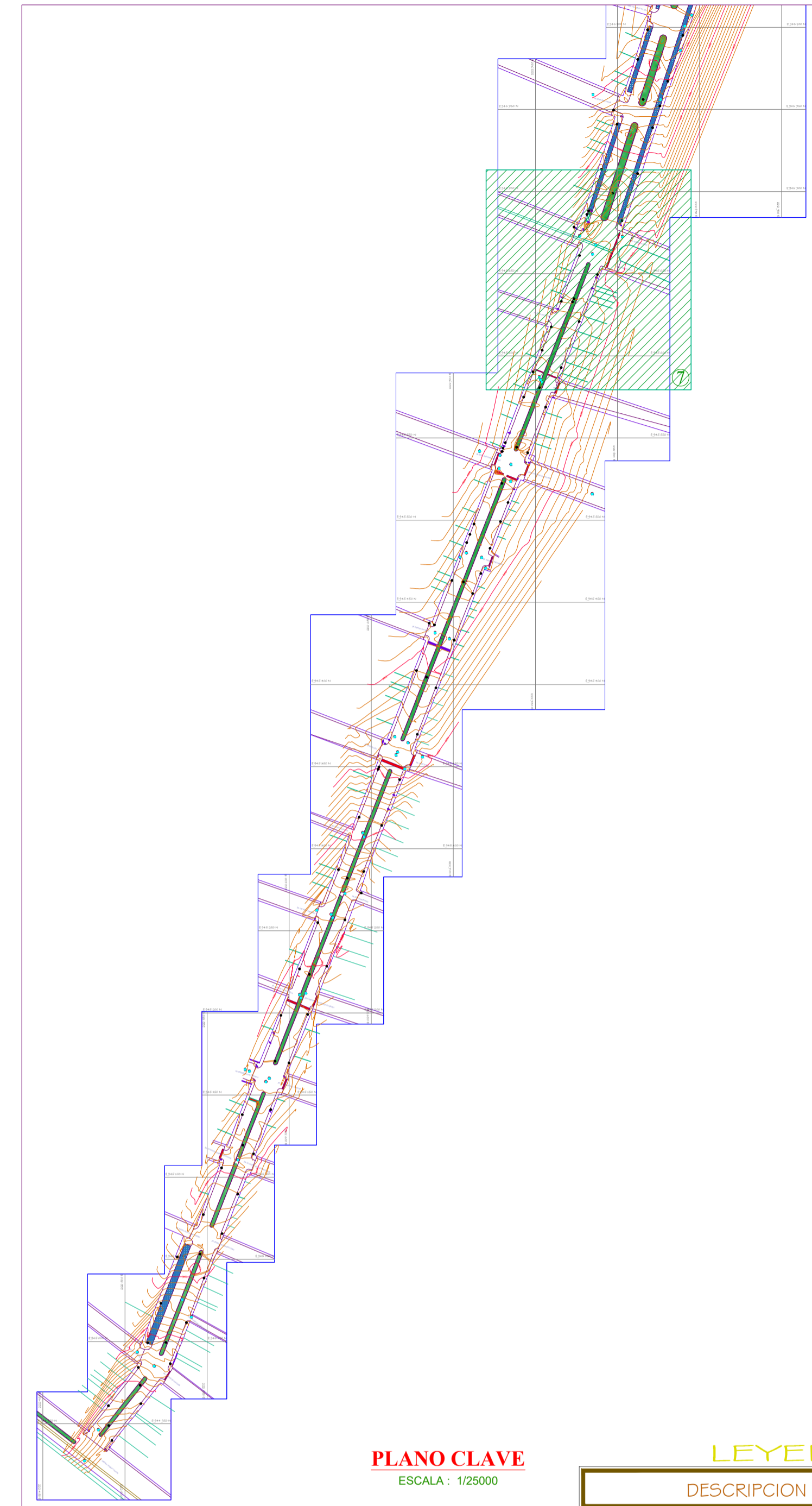
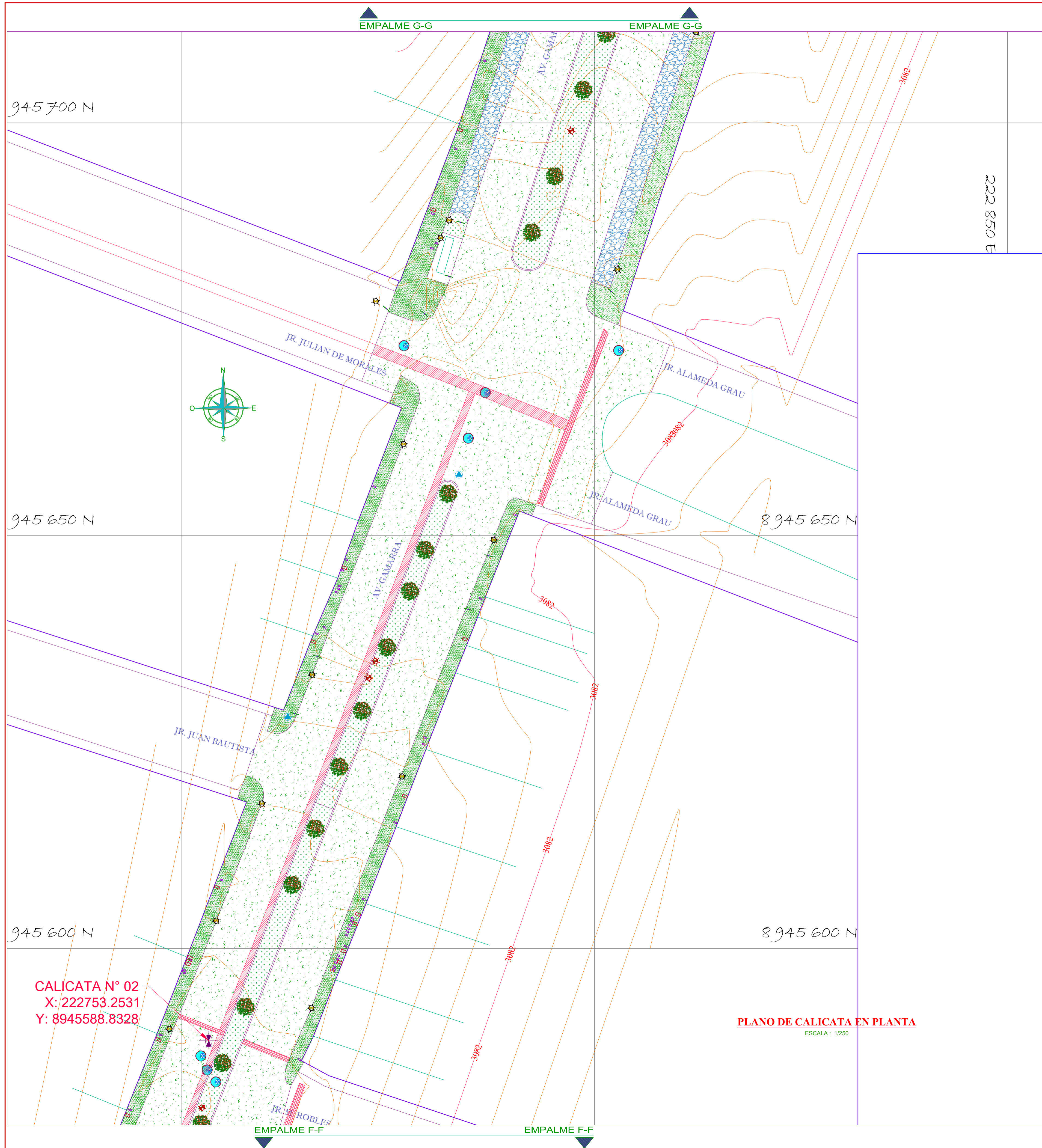
PROFESOR: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHIRCHAY  
BACH. ANNER JIMENA ROSARY GARCIA

ESCALA: INDICADA

FECHA: JUNIO-2022

LIBRACION: DISTRITO: HUARAZ  
PROVINCIA: HUARAZ  
REGION: ANCASH

PC-08



LEYENDA

DESCRIPCION	SIMBOLO
ARBOLES DE JARDIN	
VALVULAS EXISTENTE	
GRIFO DE AGUA	
CAJAS DE AGUA	
CAJAS DE DESAGUE	
CAJA DE VALVULAS EXIST.	
BM's	
CALICATA	

LEYENDA

DESCRIPCION	SIMBOLO
POSTES EXISTENTES	
BUZON EXISTENTE	
VEREDA EXISTENTE	
PAVIMENTO EXIST. DETER.	
PAVIMENTO NUEVO	
ALCANTARILLA EXISTENTE	
VIVIENDA	
CURVAS DE NIVEL	
SEÑAL INFORMATIVA	
REJILLA DE ALCANTARILLA	
BERMA LATERAL	
JARDIN CENTRAL	

PUNTO REFERENCIAL DEL PROYECTO PARA EL REPLANTEO

DESCRIPCION	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m.s.n.m)
Esquina de I.E. LA LIBERTAD	222868.466	8945886.709	3077.701

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LIBRACION: HUIARAZ  
DIRECCION: HUIARAZ  
PROVINCIA: HUIARAZ  
REGION: ANCASH

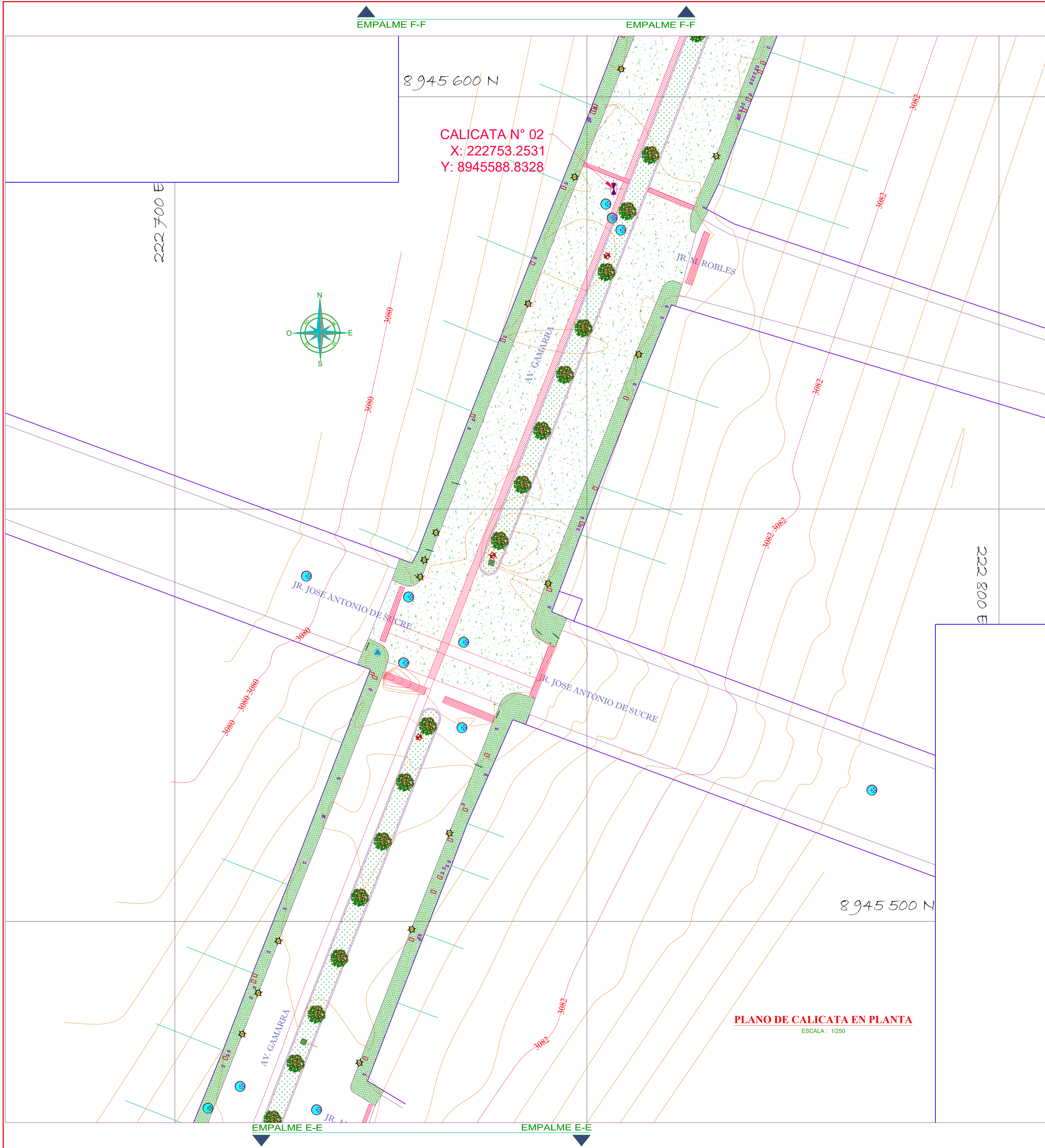
PROYECTO: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y Guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz"

CLASE: CALICATA DEL PROYECTO

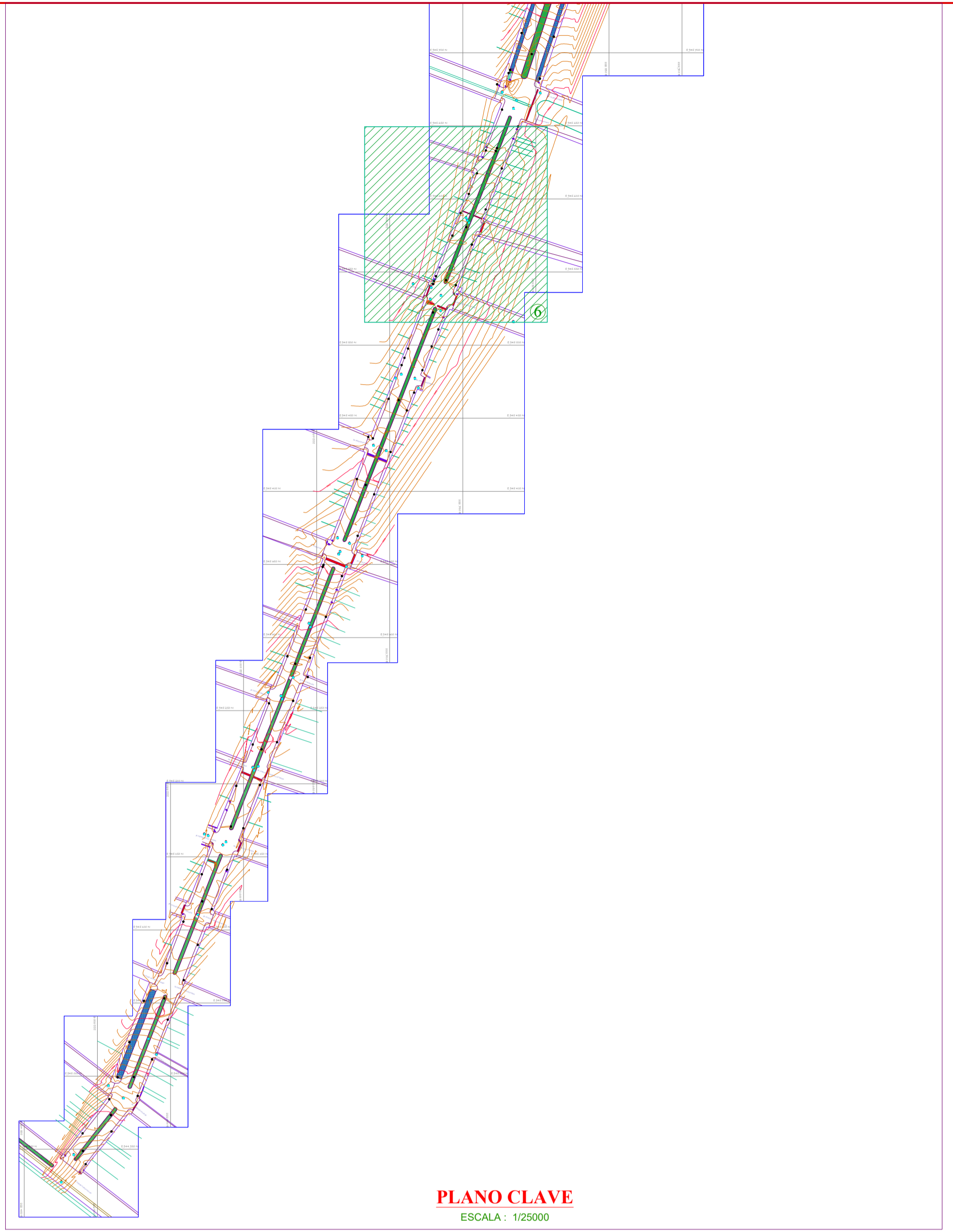
REGISTRAR: MAG. RAUL ORLANDO MORENO ORCHAY  
DISEÑAR: MAG. ANNA JIMENA ROSA GARCIA  
REVISAR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS

ESCALA: INDICADA  
FECHA: JUNIO-2022

PC-07



**PLANO DE CALICATA EN PLANTA**  
ESCALA : 1/250



**PLANO CLAVE**  
ESCALA : 1/25000

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
ARBOLES DE JARDIN	
VALVULAS EXISTENTE	
GRIFO DE AGUA	
CAJAS DE AGUA	
CAJAS DE DESAGUE	
CAJA DE VALVULAS EXIST.	
BM's	
CALICATA	

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
POSTES EXISTENTES	
BUZON EXISTENTE	
VEREDA EXISTENTE	
PAVIMENTO EXIST. DETER.	
PAVIMENTO NUEVO	
ALCANTARILLA EXISTENTE	
VIVIENDA	
CURVAS DE NIVEL	
SEÑAL INFORMATIVA	
REJILLA DE ALCANTARILLA	
BERMA LATERAL	
JARDIN CENTRAL	

**PUNTO REFERENCIAL DEL PROYECTO PARA EL REPLANTEO**

DESCRIPCION	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m.s.n.m)
Esquina de I.E. LA LIBERTAD	222868.466	8945886.709	3077.701

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:  
"Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y Guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz"

PLANO:  
CALICATA DEL PROYECTO

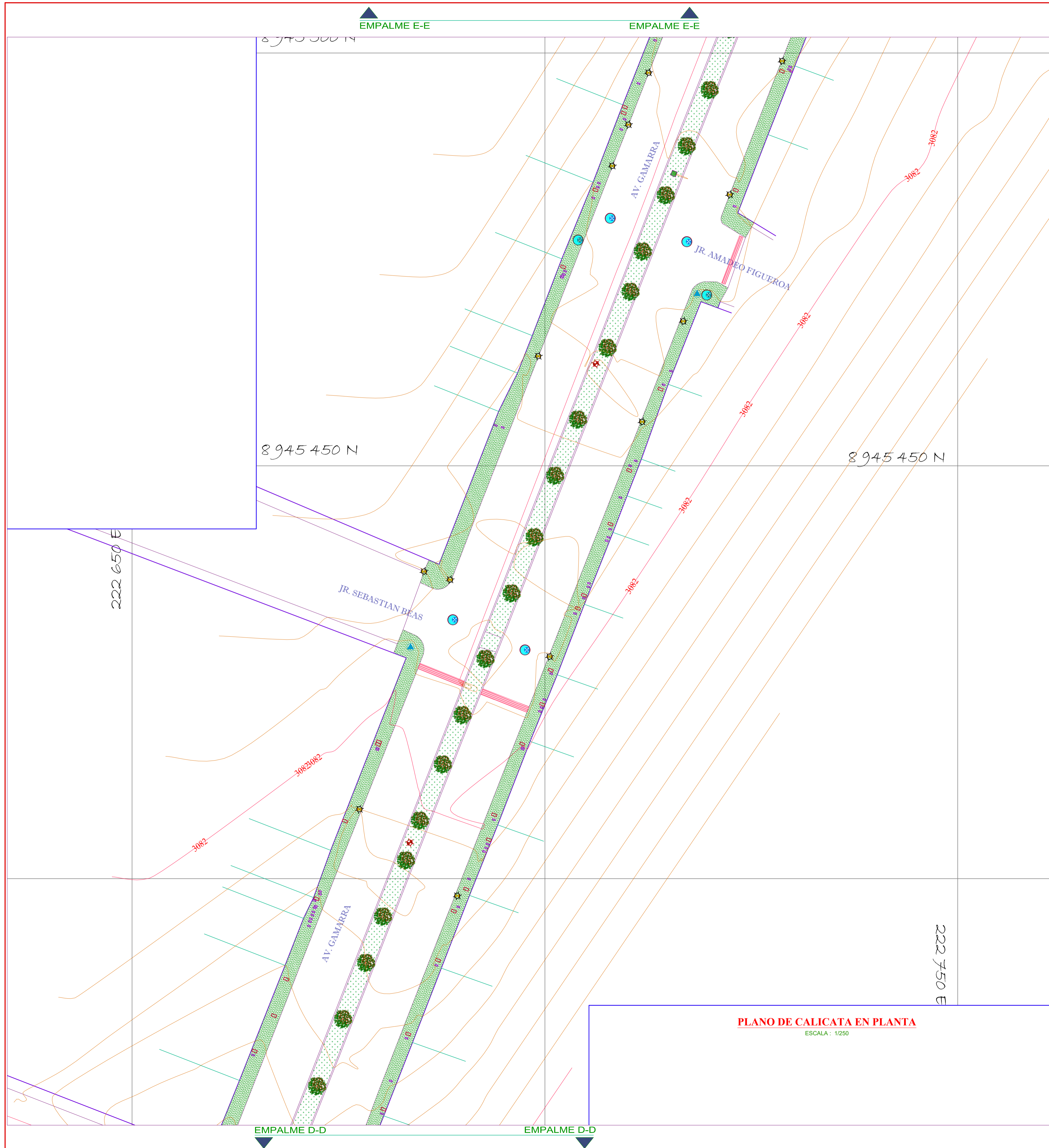
REGISTRADO:  
ING. RAUL GREGORIO MORENO CIRICHAY  
ING. ANTONIO JIMENA ROSAMON GARCIA  
MAESTRO:  
MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS

ESCALA:  
INDICADA

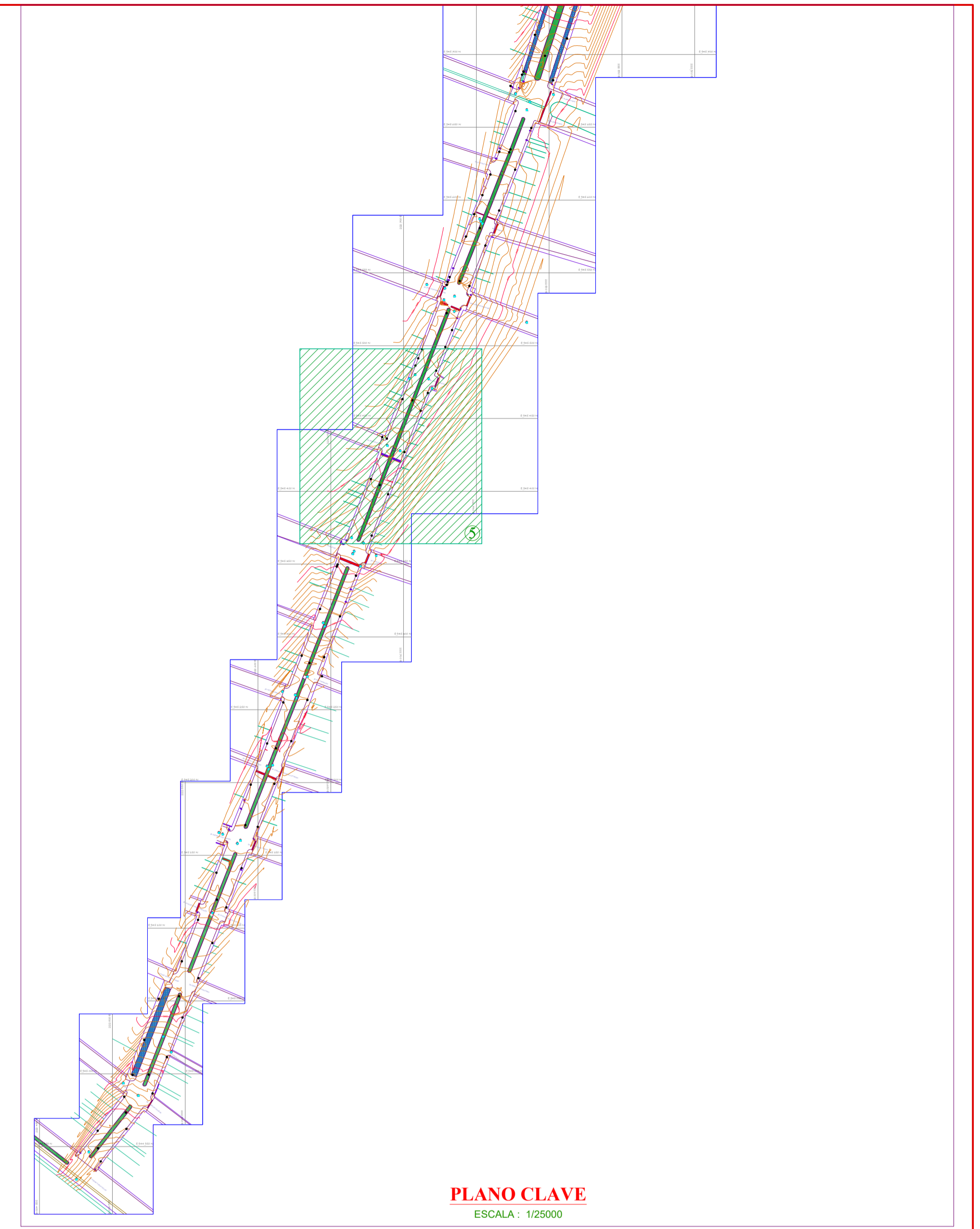
FECHA:  
JUNIO-2022

UBICACION:  
DISTRITO: HUARAZ  
PROVINCIA: HUARAZ  
REGION: ANCASH

PC-06



**PLANO DE CALICATA EN PLANTA**  
ESCALA : 1/250



**PLANO CLAVE**  
ESCALA : 1/25000

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
ARBOLES DE JARDIN	
VALVULAS EXISTENTE	
GRIFO DE AGUA	
CAJAS DE AGUA	
CAJAS DE DESAGUE	
CAJA DE VALVULAS EXIST.	
BM's	
CALICATA	

**LEYENDA**

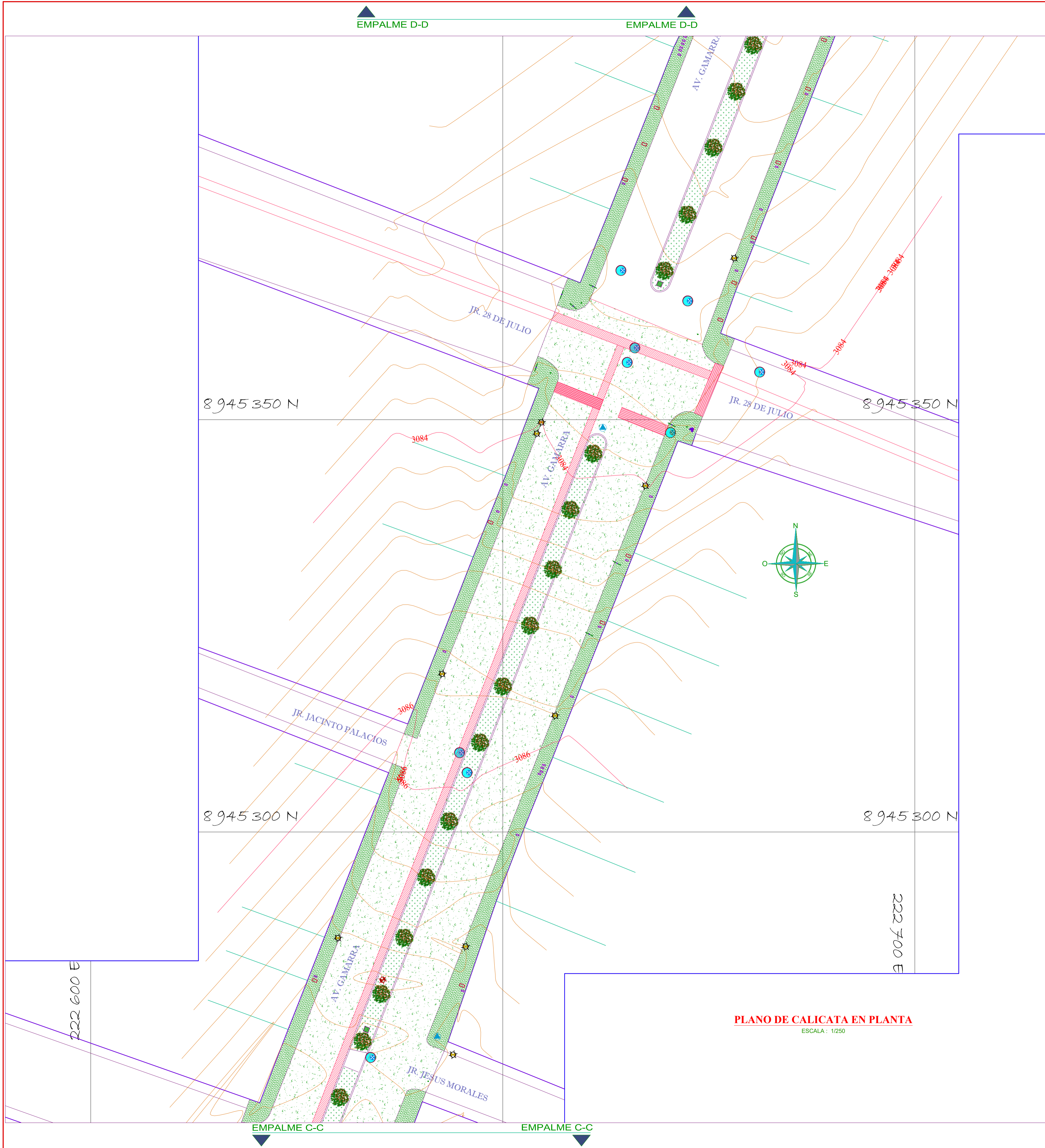
DESCRIPCION	SIMBOLO
POSTES EXISTENTES	
BUZON EXISTENTE	
VEREDA EXISTENTE	
PAVIMENTO EXIST. DETER.	
PAVIMENTO NUEVO	
ALCANTARILLA EXISTENTE	
VIVIENDA	
CURVAS DE NIVEL	
SEÑAL INFORMATIVA	
REJILLA DE ALCANTARILLA	
BERMA LATERAL	
JARDIN CENTRAL	

**PUNTO REFERENCIAL DEL PROYECTO PARA EL REPLANTEO**

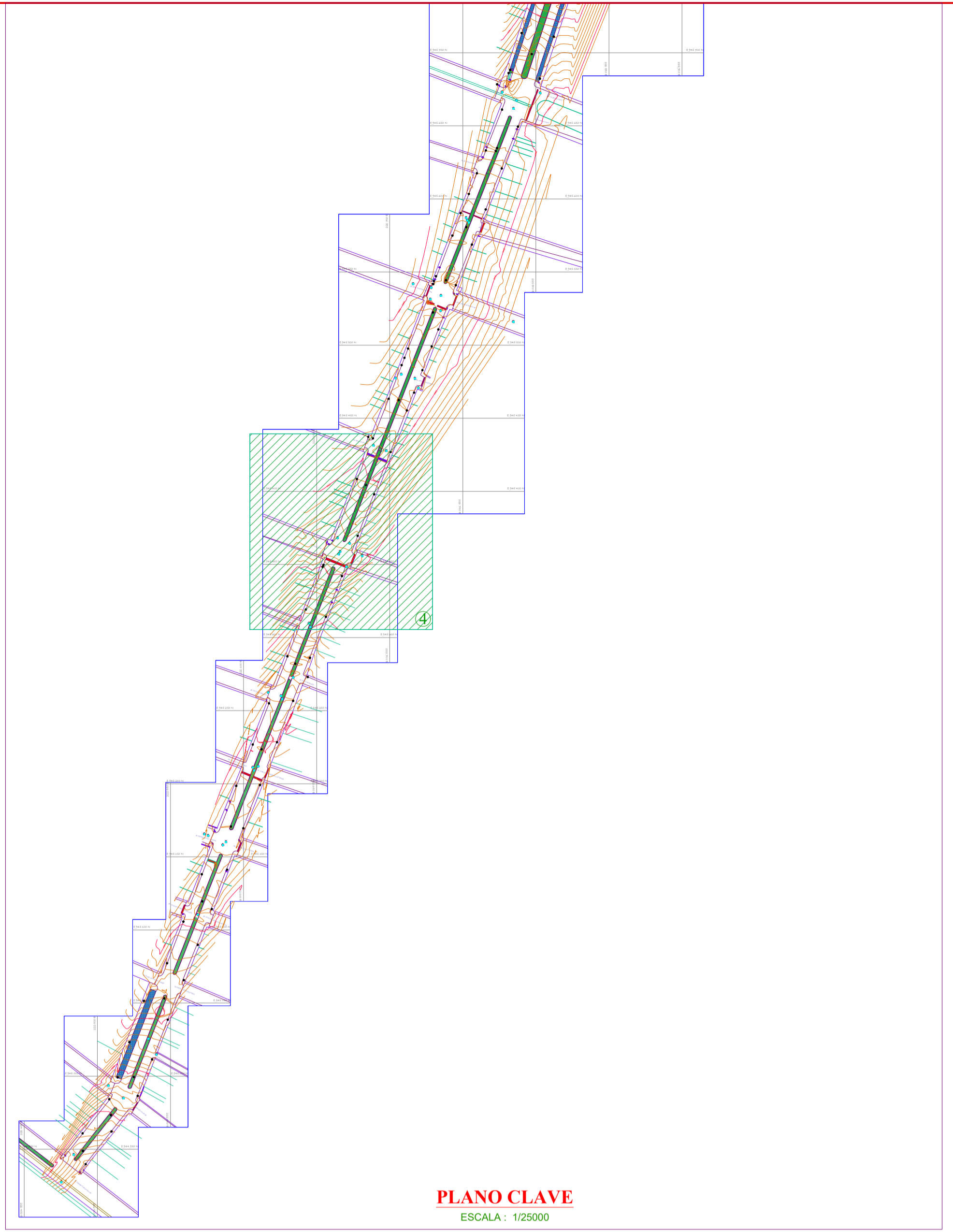
DESCRIPCION	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m.s.n.m)
Esquina de I.E. LA LIBERTAD	222868.466	8945886.709	3077.701

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	TITULO: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y Guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz"	UBICACION: DISTRITO: HUARAZ PROVINCIA: HUARAZ REGION: ANCASH
	PLANO: CALICATA DEL PROYECTO	ESCALA: INDICADA
TITULAR: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHIRCHAY BACH. ANNER JIMENA ROSARY GARCIA INGENIERO: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS	<b>PC-05</b>	



**PLANO DE CALICATA EN PLANTA**  
ESCALA : 1/250



**PLANO CLAVE**  
ESCALA : 1/25000

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
ARBOLES DE JARDIN	
VALVULAS EXISTENTE	
GRIFO DE AGUA	
CAJAS DE AGUA	
CAJAS DE DESAGUE	
CAJA DE VALVULAS EXIST.	
BM's	
CALICATA	

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
POSTES EXISTENTES	
BUZON EXISTENTE	
VEREDA EXISTENTE	
PAVIMENTO EXIST. DETER.	
PAVIMENTO NUEVO	
ALCANTARILLA EXISTENTE	
VIVIENDA	
CURVAS DE NIVEL	
SEÑAL INFORMATIVA	
REJILLA DE ALCANTARILLA	
BERMA LATERAL	
JARDIN CENTRAL	

**PUNTO REFERENCIAL DEL PROYECTO PARA EL REPLANTEO**

DESCRIPCION	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m.s.n.m)
Esquina de I.E. LA LIBERTAD	222868.466	8945886.709	3077.701

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

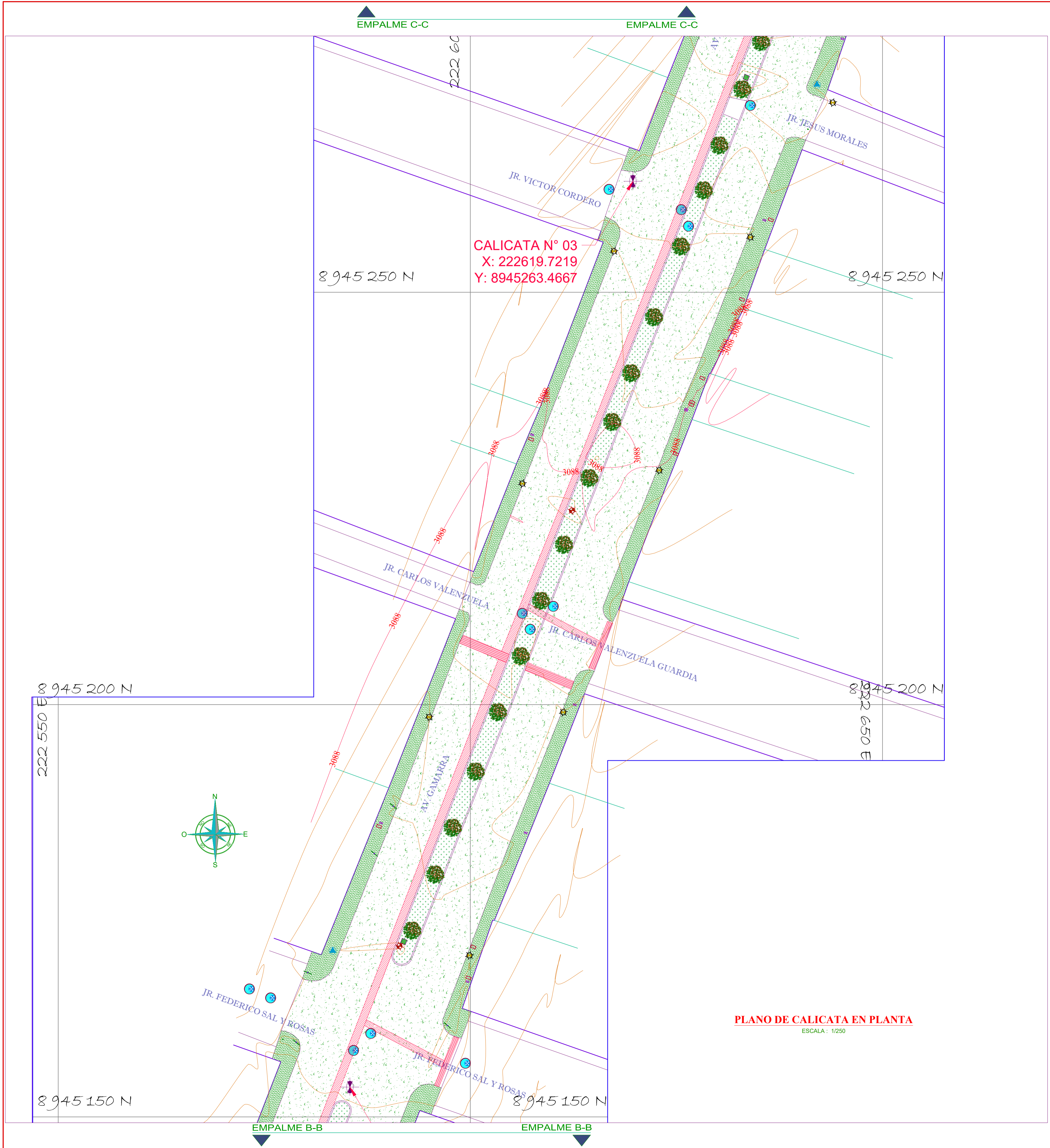
UBICACION: DISTRITO: HUARAZ, PROVINCIA: HUARAZ, REGION: ANCASH

PROYECTO: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO B3 y Guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz"

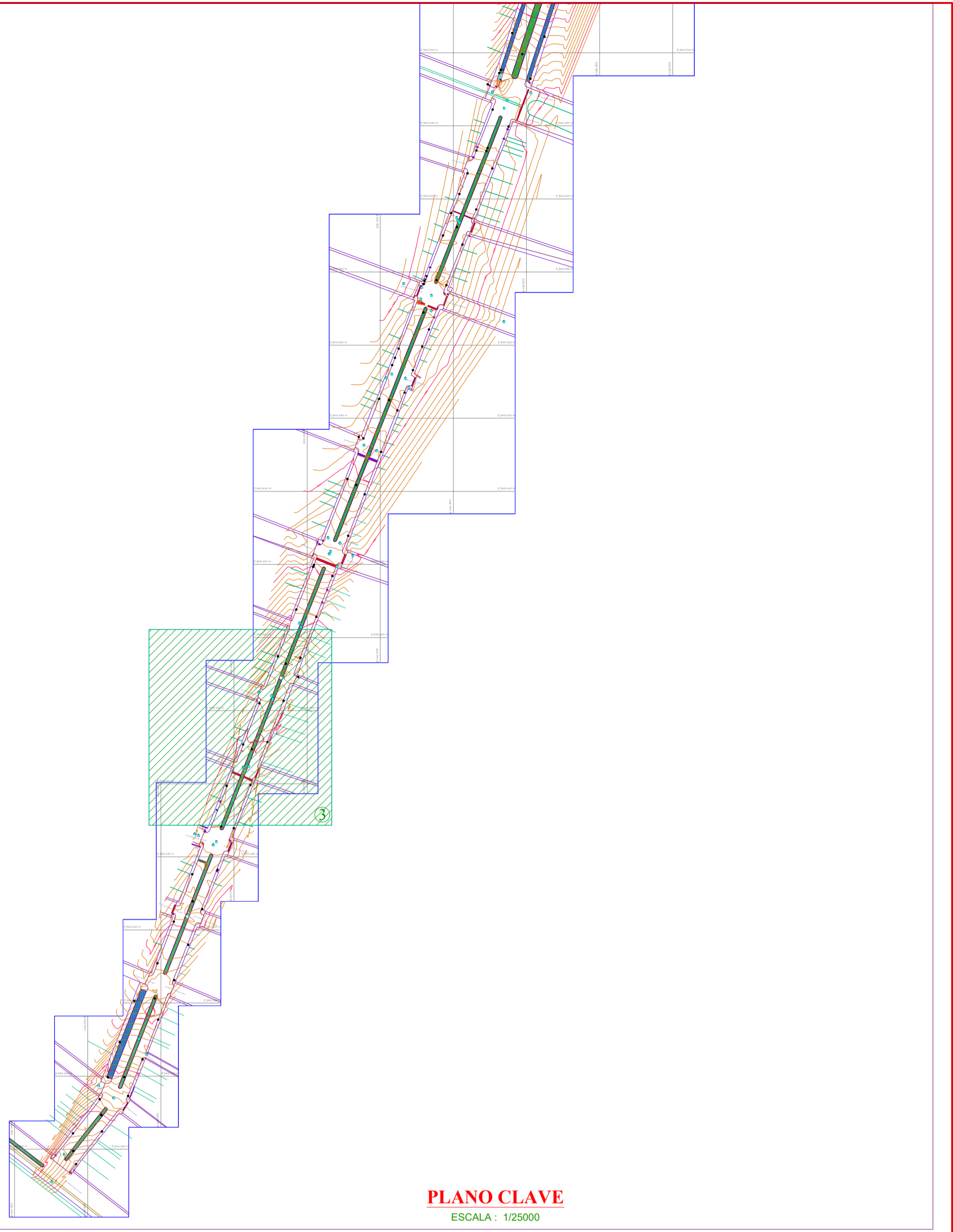
PLANO: CALICATA DEL PROYECTO

FECHA: JUNIO 2022

**PC-04**



**PLANO DE CALICATA EN PLANTA**  
ESCALA : 1/250



**PLANO CLAVE**  
ESCALA : 1/25000

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
ARBOLES DE JARDIN	
VALVULAS EXISTENTE	
GRIFO DE AGUA	
CAJAS DE AGUA	
CAJAS DE DESAGUE	
CAJA DE VALVULAS EXIST.	
BM' s	
CALICATA	

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
POSTES EXISTENTES	
BUZON EXISTENTE	
VEREDA EXISTENTE	
PAVIMENTO EXIST. DETER.	
PAVIMENTO NUEVO	
ALCANTARILLA EXISTENTE	
VIVIENDA	
CURVAS DE NIVEL	
SEÑAL INFORMATIVA	
REJILLA DE ALCANTARILLA	
BERMA LATERAL	
JARDIN CENTRAL	

**PUNTO REFERENCIAL DEL PROYECTO PARA EL REPLANTEO**

DESCRIPCION	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m.s.n.m)
Esquina de I.E. LA LIBERTAD	222868.466	8945886.709	3077.701

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y Guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz"

CLAVE: CALICATA DEL PROYECTO

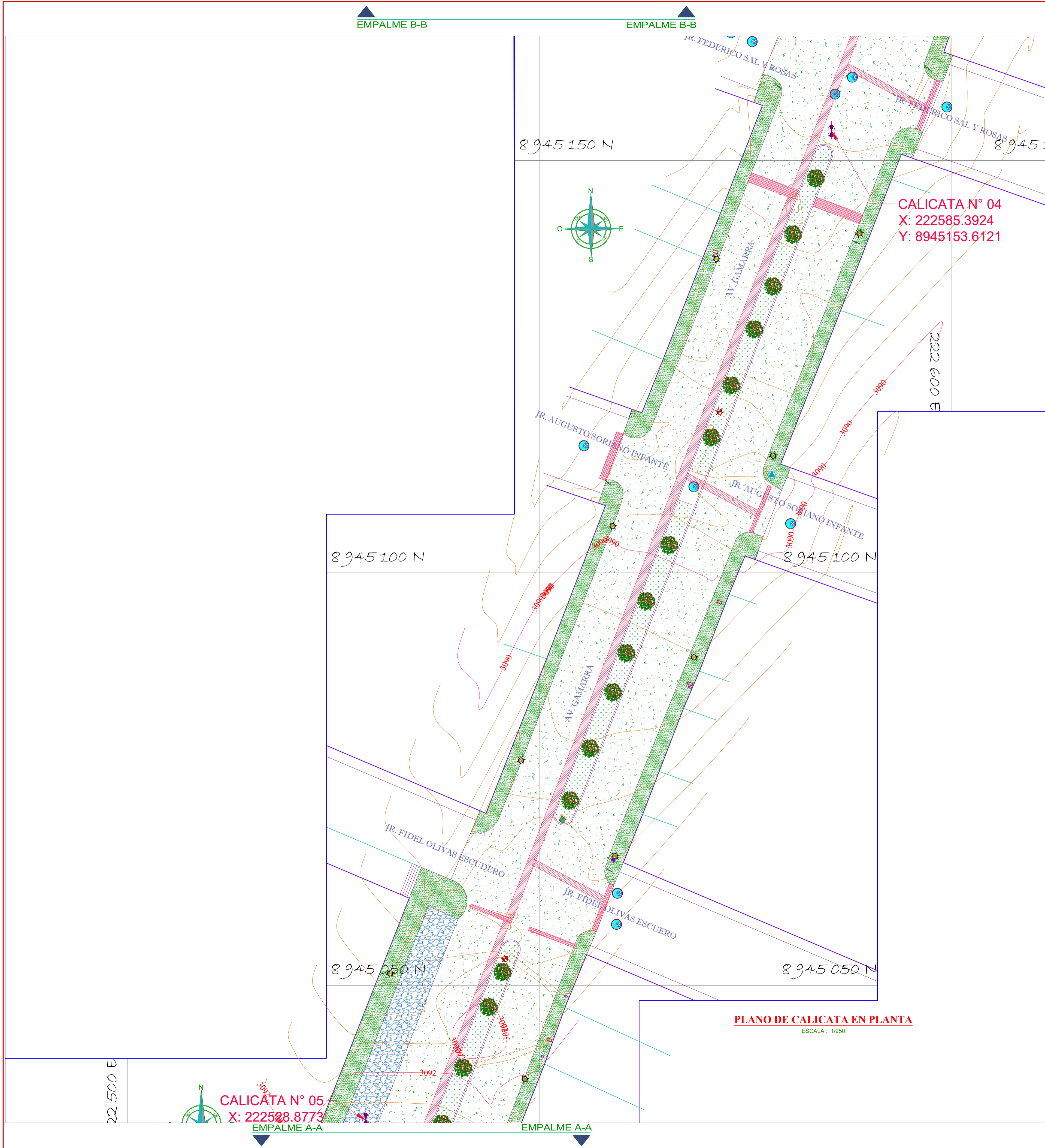
REGISTRAR: RASHI RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY  
RASHI ANNER JAVIER ROSAM GARZA

ESCALA: INDICADA  
FECHA: JUNIO-2022

LUBICACION: HUIBAZ  
DISTRITO: HUIBAZ  
PROVINCIA: HUIBAZ  
REGION: ANCASH

PC-03

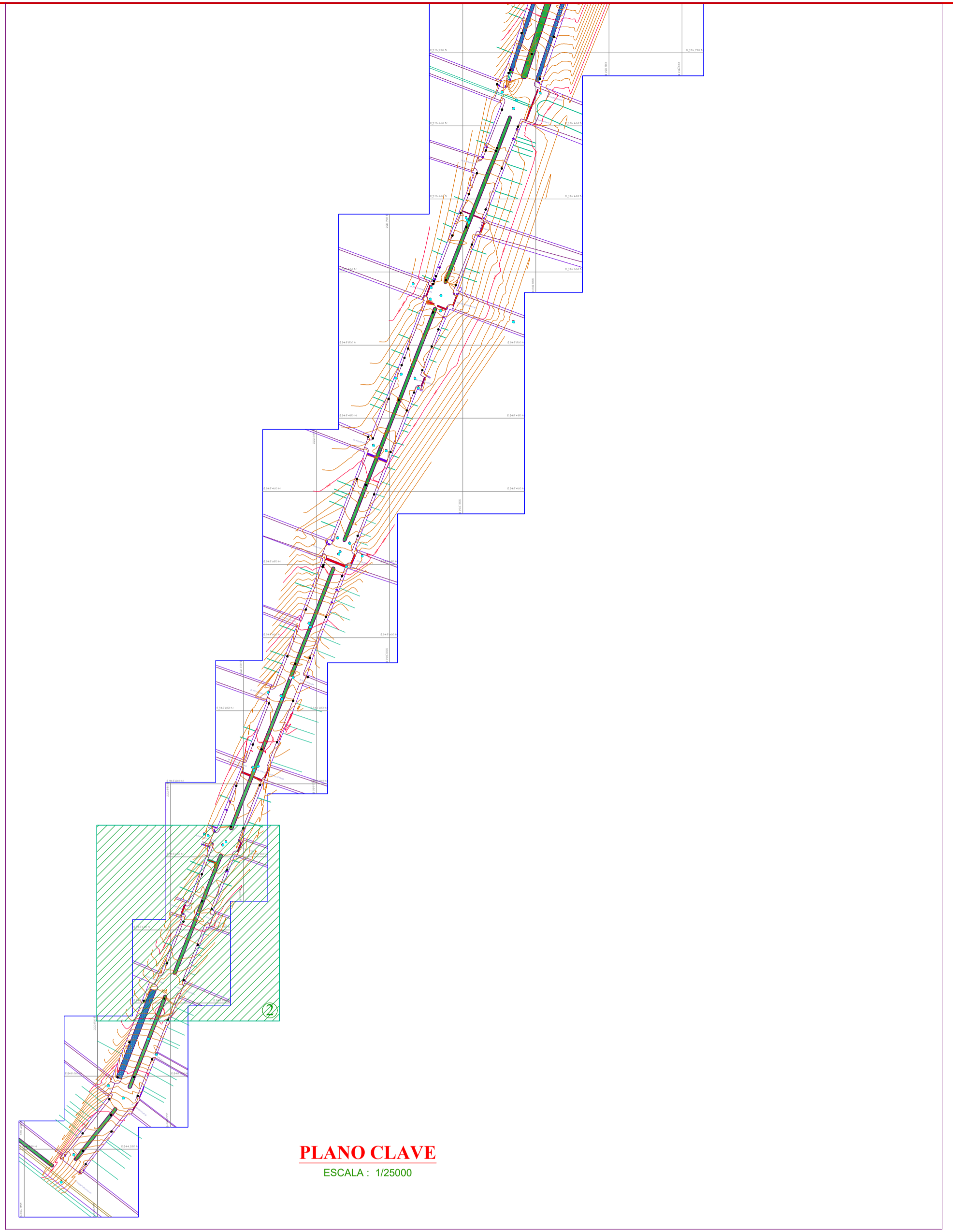




**CALICATA N° 04**  
 X: 222585.3924  
 Y: 8945153.6121

**PLANO DE CALICATA EN PLANTA**  
 ESCALA: 1/250

**CALICATA N° 05**  
 X: 222588.8773  
 EMPALME A-A



**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
ARBOLES DE JARDIN	
VALVULAS EXISTENTE	
GRIFO DE AGUA	
CAJAS DE AGUA	
CAJAS DE DESAGUE	
CAJA DE VALVULAS EXIST.	
BM's	
CALICATA	

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
POSTES EXISTENTES	
BUZON EXISTENTE	
VEREDA EXISTENTE	
PAVIMENTO EXIST. DETER.	
PAVIMENTO NUEVO	
ALCANTARILLA EXISTENTE	
VIVIENDA	
CURVAS DE NIVEL	
SEÑAL INFORMATIVA	
REJILLA DE ALCANTARILLA	
BERMA LATERAL	
JARDIN CENTRAL	

PUNTO REFERENCIAL DEL PROYECTO PARA EL REPLANTEO			
DESCRIPCION	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m.s.n.m)
Esquina de I.E. LA LIBERTAD	222868.466	8945886.709	3077.701

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

UBICACION: DISTRITO: HUARAZ, PROVINCIA: HUARAZ, REGION: ANCASH

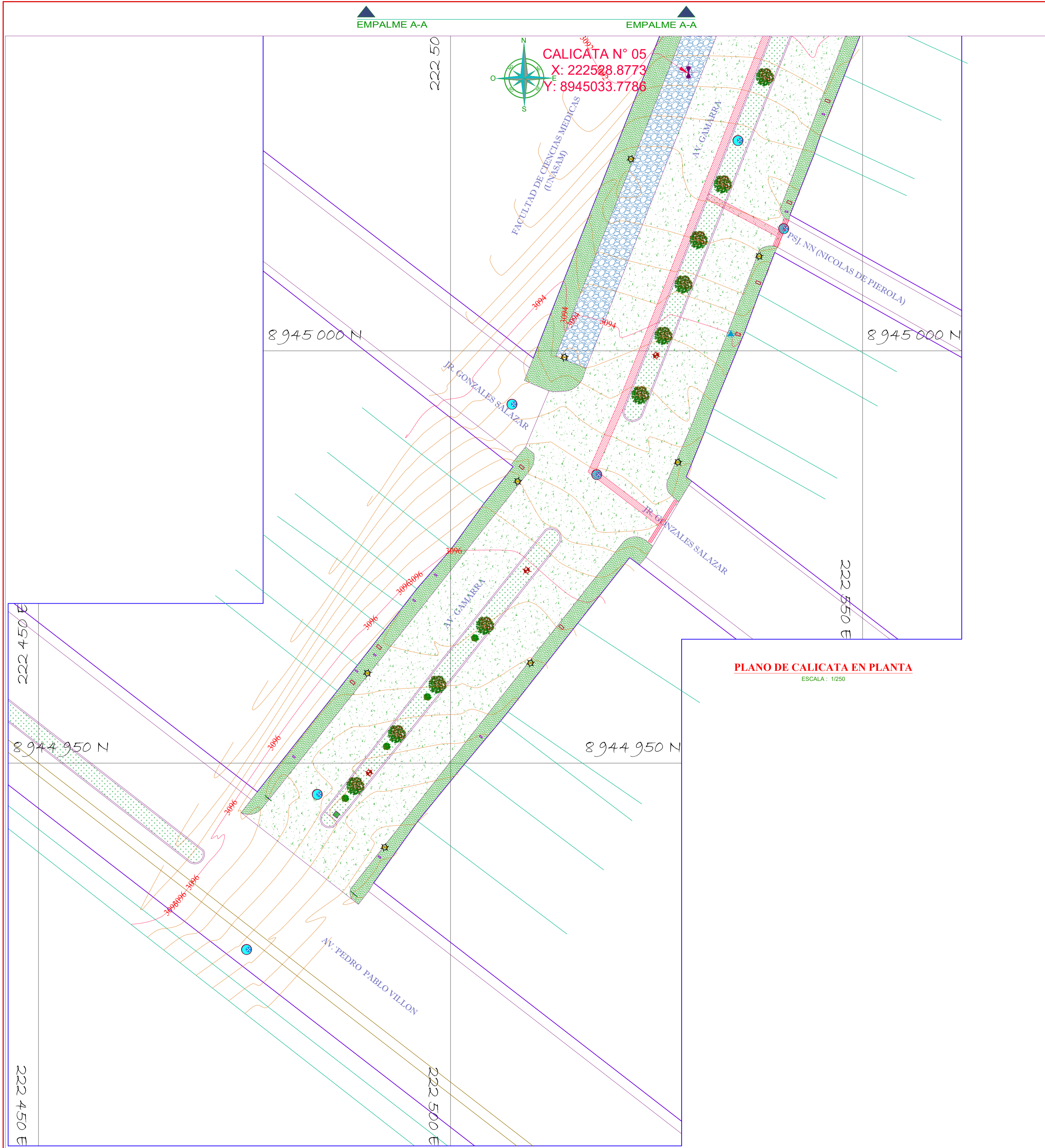
PROYECTO: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO B3 y Guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz"

PLANO: CALICATA DEL PROYECTO

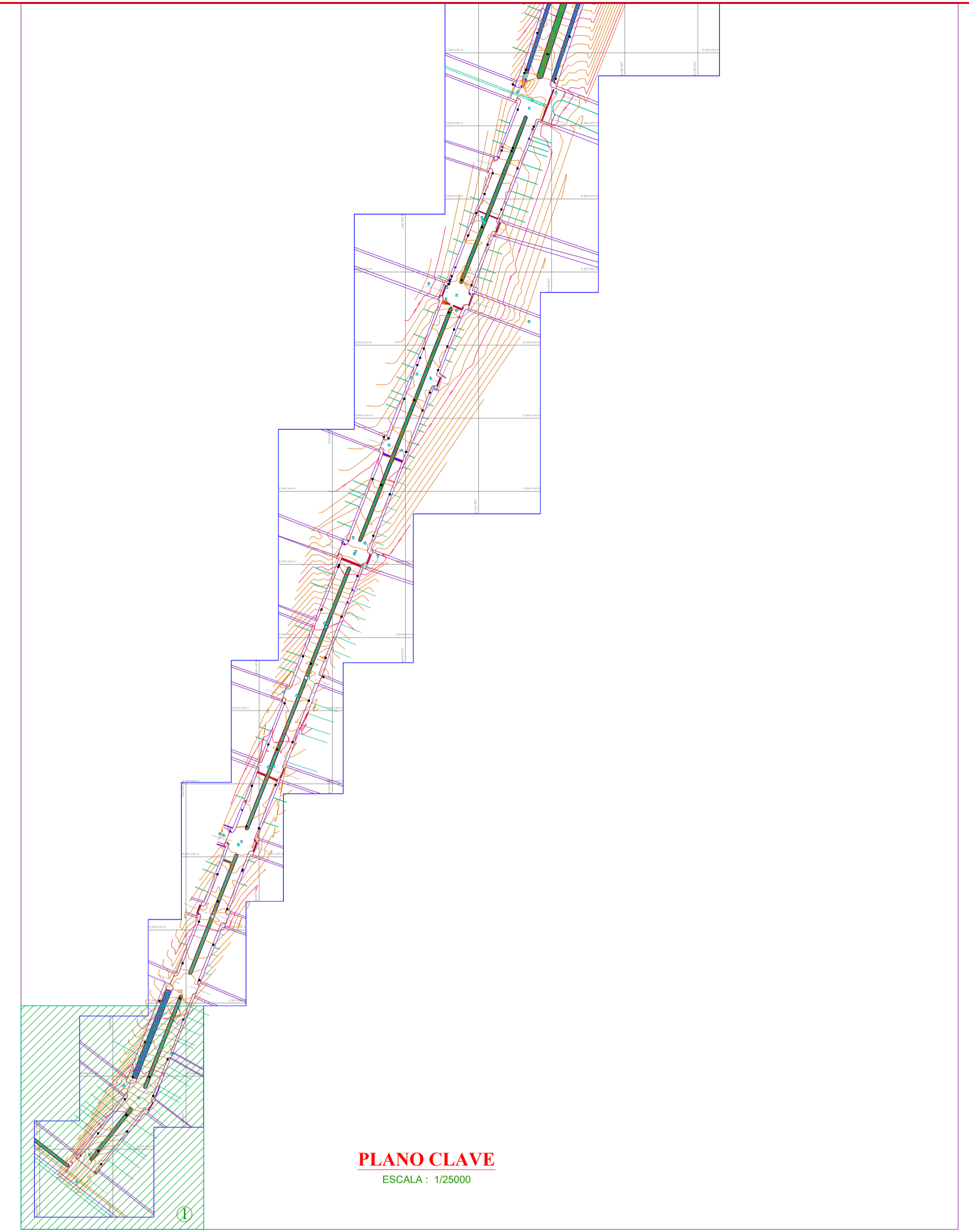
REVISOR: BACH. RAUL GRACIANO MORENO DIRCHAY, BACH. ANNER JAMBA ROSARY GARCIA, INGENIERO: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS

ESCALA: INDICADA, FECHA: JUNIO 2022

**PC-02**



**PLANO DE CALICATA EN PLANTA**  
ESCALA : 1/250



**PLANO CLAVE**  
ESCALA : 1/25000

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
ARBOLES DE JARDIN	
VALVULAS EXISTENTE	
GRIFO DE AGUA	
CAJAS DE AGUA	
CAJAS DE DESAGUE	
CAJA DE VALVULAS EXIST.	
BM's	
CALICATA	

**LEYENDA**

DESCRIPCION	SIMBOLO
POSTES EXISTENTES	
BUZON EXISTENTE	
VEREDA EXISTENTE	
PAVIMENTO EXIST. DETER.	
PAVIMENTO NUEVO	
ALCANTARILLA EXISTENTE	
VIVIENDA	
CURVAS DE NIVEL	
SEÑAL INFORMATIVA	
REJILLA DE ALCANTARILLA	
BERMA LATERAL	
JARDIN CENTRAL	

**PUNTO REFERENCIAL DEL PROYECTO PARA EL REPLANTEO**

DESCRIPCION	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACION (m.s.n.m)
Esquina de I.E. LA LIBERTAD	222868.466	8945886.709	3077.701

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

<p>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	<p>TITULO: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y Guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz"</p> <p>ELABORADO POR: BASHI RAUL GRACIANO MORENO CHIRCHAY BASHI ANWER JAMRA ROSARY GARCIA</p> <p>REVISOR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p> <p>FECHA: JUNIO 2022</p>	<p>UBICACION: DISTRITO: HUARAZ PROVINCIA: HUARAZ REGION: ANCASH</p> <p style="text-align: right; font-size: 2em;"><b>PC-01</b></p>
	<p>PROYECTO: CALICATA DEL PROYECTO</p>		

## **Anexo 03: Calculo de la poligonal**

PROYECTO: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y Guía Portland Cement Association en la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz"

ASESOR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS

TESISTAS: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY      FECHA: 15/06/2022      PAGINA: 1.000  
 BACH. ANNIK JAMIRA ROMAN GARCIA

### RESUMEN DE LA POLIGONAL ABIERTA (BM's) Y POLIGONAL DE APOYO NIVELADOS

UBICACIÓN: LADO DERECHO DE LA VIA (I)      KM: 0+000 - 5+000.00  
 LADO IZQUIERDO DE LA VIA (D)

#### BMS Y UBICACIÓN

ITEM	BM	ESTE	NORTE	UBICACIÓN	COTA (m)	PROG. KM	COTA NIVELADA (m)
1	BM_1	222534.000	8945002.000	D	3096.000		3096.517
2	BM_2	222509.712	8944962.372	I	3089.696		3089.907
3	BM_3	222558.686	8945108.302	D	3088.734		3088.759
4	BM_4	222621.724	8945266.958	I	3087.335		3087.584
5	BM_5	222661.269	8945335.244	D	3083.695		3084.330
6	BM_6	222718.444	8945470.820	D	3081.898		3081.344
7	BM_7	222744.478	8945537.776	I	3080.669		3080.679
8	BM_8	222783.569	8945657.391	D	3081.433		3081.566
9	BM_9	222823.608	8945741.353	D	3078.840		3079.213
10	BM_10	222848.005	8945893.173	I	3077.701		3077.545

#### CIRCUITO DE NIVELACION

ITEM	CIRCUITO		PRECISION (mm)		
	INICIO CIRCUITO	LLEGADA CIRCUITO	Tolerancia	Obtenido de Campo	
			( $\pm 0.01\sqrt{K}$ )		
1	BM_1	-	BM_2	0.00707107	0.005
2	BM_2	-	BM_3	0.00707107	-0.005
3	BM_3	-	BM_4	0.00707107	0.000
4	BM_4	-	BM_5	0.00707107	0.005
5	BM_5	-	BM_6	0.00707107	0.003
6	BM_6	-	BM_7	0.00707107	-0.005
7	BM_7	-	BM_8	0.00707107	-0.004
8	BM_8	-	BM_9	0.00707107	0.006
9	BM_9	-	BM_10	0.00707107	-0.002

TOLERANCIAS EN ERRORES DE CIERRE  
 (TOLERANCIA VERTICAL)

#### NIVELACION APROXIMADA / EXPLORACION

1\_ERROR PERMISIBLE ( $\pm 0.010\sqrt{K}$ )

#### NIVELACION ORDINARIA

1\_ERROR PERMISIBLE ( $\pm 0.02\sqrt{K}$ )

#### NIVELACION DE PRECISION

1\_ERROR PERMISIBLE ( $\pm 0.01\sqrt{K}$ )

#### NIVELACION DE ALTA PRECISION

1\_ERROR PERMISIBLE ( $\pm 0.004\sqrt{K}$ )

#### NIVELACION APROXIMADA / EXPLORACION

1\_ERROR PERMISIBLE ( $\pm 0.010\sqrt{K}$ )  
 ( $\pm 0.01\sqrt{K}$ )      0.007

#### NIVELACION ORDINARIA

1\_ERROR PERMISIBLE ( $\pm 0.02\sqrt{K}$ )  
 ( $\pm 0.02\sqrt{K}$ )      0.014

#### NIVELACION DE PRECISION

1\_ERROR PERMISIBLE ( $\pm 0.01\sqrt{K}$ )  
 ( $\pm 0.01\sqrt{K}$ )      0.007

#### NIVELACION DE ALTA PRECISION

1\_ERROR PERMISIBLE ( $\pm 0.004\sqrt{K}$ )  
 ( $\pm 0.004\sqrt{K}$ )      0.003

NOTA: LA FORMULA ( $\pm 0.02\sqrt{K}$ ) SE USA PARA CAMINOS, CARRETERAS, FERROCARRILES, ETC, PERO ES UNA NIVELACION ORDINARIA, POR ELLO SE OPTO POR LA NIVELACION DE PRECISION

K = DISTANCIA EN KM

PROYECTO: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y Guía Portland Cement Association en la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz"

ASESOR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS

TESISTAS: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY

FECHA: 15/06/2022

PAGINA: 1.000

BACH. ANNIK JAMIRA ROMAN GARCIA

**CALCULO DE NIVELACION (CUADRO DE LECTURAS, PROMEDIO Y COTA FINAL DE HITO)**
**PUNTO BM\_2**

ITINERARIO DE IDA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_1	0.541			3096.517
	0.198	3097.058	1.660	3095.398
	0.103	3095.596	1.617	3093.979
	0.276	3094.082	1.305	3092.777
	0.272	3093.053	1.220	3091.833
	1.970	3092.105	1.668	3090.437
	2.146	3092.407	1.390	3091.017
	0.394	3093.163	1.144	3092.019
	0.354	3092.413	1.343	3091.070
BM_2		3091.424	1.512	3089.912
<b>SUMA (Σ)</b>	6.254		12.859	
<b>DIFERENCIA (Δ)</b>	<b>-6.605</b>			
<b>BM</b>	<b>BM_2</b>			
<b>COTA (m.s.n.m.)</b>	<b>3089.912</b>			
<b>ERROR PROMEDIO</b>	<b>0.005</b>			
<b>COTA FINAL (m.s.n.m.)</b>	<b>3089.907</b>			

ITINERARIO DE VUELTA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_1	0.541			3096.517
	0.138	3097.058	1.601	3095.457
	0.337	3095.595	1.852	3093.743
	0.309	3094.080	1.335	3092.745
	0.285	3093.054	1.235	3091.819
	2.095	3092.104	1.792	3090.312
	2.168	3092.407	1.420	3090.987
	0.359	3093.155	1.108	3092.047
	0.459	3092.406	1.451	3090.955
BM_2		3091.414	1.512	3089.902
<b>SUMA (Σ)</b>	6.691		13.306	
<b>DIFERENCIA (Δ)</b>	<b>-6.615</b>			
<b>1_ERROR PERMISIBLE</b>	<b>(+/-0.01√K)</b>			<b>0.007</b>
<b>2_ERROR COMETIDO</b>	<b>K=± 5mm</b>			<b>0.005</b>
<b>SI 2≤1_EL CIRCUITO CUMPLE</b>				

**PUNTO BM\_3**

ITINERARIO DE IDA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_2	1.945			3089.907
	0.543	3091.852	1.045	3090.807
	0.509	3091.350	1.032	3090.318
	0.389	3090.827	1.073	3089.754
	0.860	3090.143	1.130	3089.013
BM_3		3089.873	1.119	3088.754
<b>SUMA (Σ)</b>	4.246		5.399	
<b>DIFERENCIA (Δ)</b>	<b>-1.153</b>			
<b>BM</b>	<b>BM_3</b>			
<b>COTA (m.s.n.m.)</b>	<b>3088.754</b>			
<b>ERROR PROMEDIO</b>	<b>-0.005</b>			
<b>COTA FINAL (m.s.n.m.)</b>	<b>3088.759</b>			

ITINERARIO DE VUELTA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_2	1.945			3089.907
	0.358	3091.852	1.060	3090.792
	0.508	3091.150	1.066	3090.084
	0.682	3090.592	1.048	3089.544
	0.758	3090.226	1.103	3089.123
BM_3		3089.881	1.117	3088.764
<b>SUMA (Σ)</b>	4.251		5.394	
<b>DIFERENCIA (Δ)</b>	<b>-1.143</b>			
<b>1_ERROR PERMISIBLE</b>	<b>(+/-0.01√K)</b>			<b>0.007</b>
<b>2_ERROR COMETIDO</b>	<b>K=± 5mm</b>			<b>-0.005</b>
<b>SI 2≤1_EL CIRCUITO CUMPLE</b>				

**PUNTO BM\_4**

ITINERARIO DE IDA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_3	1.394			3088.759
	1.432	3090.153	2.813	3087.340
	0.208	3088.772	2.593	3086.179
	1.807	3086.387	1.297	3085.090
	1.812	3086.897	0.152	3086.745
	1.618	3088.557	1.297	3087.260
BM_4		3088.878	1.294	3087.584
<b>SUMA (Σ)</b>	8.271		9.446	
<b>DIFERENCIA (Δ)</b>	<b>-1.175</b>			
<b>BM</b>	<b>BM_4</b>			
<b>COTA (m.s.n.m.)</b>	<b>3087.584</b>			
<b>ERROR PROMEDIO</b>	<b>0.000</b>			
<b>COTA FINAL (m.s.n.m.)</b>	<b>3087.584</b>			

ITINERARIO DE VUELTA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_3	1.394			3088.759
	1.435	3090.153	2.816	3087.337
	0.195	3088.772	2.587	3086.185
	1.793	3086.380	1.282	3085.098
	1.936	3086.891	0.385	3086.506
	1.604	3088.442	1.172	3087.270
BM_4		3088.874	1.290	3087.584
<b>SUMA (Σ)</b>	8.357		9.532	
<b>DIFERENCIA (Δ)</b>	<b>-1.175</b>			
<b>1_ERROR PERMISIBLE</b>	<b>(+/-0.01√K)</b>			<b>0.007</b>
<b>2_ERROR COMETIDO</b>	<b>K=± 5mm</b>			<b>0.000</b>
<b>SI 2≤1_EL CIRCUITO CUMPLE</b>				

## PUNTO BM\_5

ITINERARIO DE IDA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_4	1.533			3087.584
	0.653	3089.117	0.725	3088.392
	0.300	3089.045	1.922	3087.123
	0.411	3087.423	1.935	3085.488
	0.533	3085.899	1.022	3084.877
	0.735	3085.410	0.935	3084.475
BM_5		3085.210	0.875	3084.335
SUMA ( $\Sigma$ )	4.165		7.414	
DIFERENCIA ( $\Delta$ )	-3.249			
BM	BM_5			
COTA (m.s.n.m.)	3084.335			
ERROR PROMEDIO	0.005			
COTA FINAL (m.s.n.m.)	3084.330			

ITINERARIO DE VUELTA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_4	1.533			3087.584
	0.613	3089.117	0.884	3088.233
	0.175	3088.846	1.297	3087.549
	0.235	3087.724	1.960	3085.764
	0.526	3085.999	1.061	3084.938
	0.752	3085.464	1.016	3084.448
BM_5		3085.200	0.875	3084.325
SUMA ( $\Sigma$ )	3.834		7.093	
DIFERENCIA ( $\Delta$ )	-3.259			

1_ERROR PERMISIBLE	(+/-0.01√K)	0.007
2_ERROR COMETIDO	K=± 5mm	0.005
SI 2≤1_EL CIRCUITO CUMPLE		

## PUNTO BM\_6

ITINERARIO DE IDA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_5	0.174			3084.330
	0.976	3084.504	1.118	3083.386
	0.992	3084.362	1.378	3082.984
	0.959	3083.976	1.620	3082.356
	0.974	3083.315	1.549	3081.766
	0.955	3082.740	1.246	3081.494
BM_6		3082.449	1.102	3081.347
SUMA ( $\Sigma$ )	5.030		8.013	
DIFERENCIA ( $\Delta$ )	-2.983			
BM	BM_6			
COTA (m.s.n.m.)	3081.347			
ERROR PROMEDIO	0.003			
COTA FINAL (m.s.n.m.)	3081.344			

ITINERARIO DE VUELTA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_5	0.174			3084.330
	0.941	3084.504	1.182	3083.322
	0.971	3084.263	1.357	3082.906
	0.994	3083.877	1.557	3082.320
	0.946	3083.314	1.545	3081.769
	0.970	3082.715	1.240	3081.475
BM_6		3082.445	1.104	3081.341
SUMA ( $\Sigma$ )	4.996		7.985	
DIFERENCIA ( $\Delta$ )	-2.989			

1_ERROR PERMISIBLE	(+/-0.01√K)	0.007
2_ERROR COMETIDO	K=± 5mm	0.003
SI 2≤1_EL CIRCUITO CUMPLE		

## PUNTO BM\_7

ITINERARIO DE IDA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_6	1.995			3081.344
	0.992	3083.339	1.413	3081.926
	0.561	3082.918	1.372	3081.546
	0.894	3082.107	1.082	3081.025
	0.997	3081.919	1.084	3080.835
		3081.832	1.158	3080.674
BM_7		3081.832	1.158	3080.674
SUMA ( $\Sigma$ )	5.439		6.109	
DIFERENCIA ( $\Delta$ )	-0.670			
BM	BM_7			
COTA (m.s.n.m.)	3080.674			
ERROR PROMEDIO	-0.005			
COTA FINAL (m.s.n.m.)	3080.679			

ITINERARIO DE VUELTA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_6	1.995			3081.344
	0.992	3083.339	1.493	3081.846
	0.579	3082.838	1.350	3081.488
	0.968	3082.067	1.072	3080.995
	0.971	3081.963	1.092	3080.871
		3081.842	1.158	3080.684
BM_7		3081.842	1.158	3080.684
SUMA ( $\Sigma$ )	5.505		6.165	
DIFERENCIA ( $\Delta$ )	-0.660			

1_ERROR PERMISIBLE	(+/-0.01√K)	0.007
2_ERROR COMETIDO	K=± 5mm	-0.005
SI 2≤1_EL CIRCUITO CUMPLE		

## PUNTO BM\_8

ITINERARIO DE IDA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_7	2.972			3080.679
	1.218	3083.651	1.604	3082.047
	1.515	3083.265	1.690	3081.575
	1.297	3083.090	1.496	3081.594
	1.393	3082.891	1.567	3081.324
		3082.717	1.155	3081.562
BM_8		3082.717	1.155	3081.562
SUMA ( $\Sigma$ )	8.395		7.512	
DIFERENCIA ( $\Delta$ )	0.883			
BM	BM_8			
COTA (m.s.n.m.)	3081.562			
ERROR PROMEDIO	-0.004			
COTA FINAL (m.s.n.m.)	3081.566			

ITINERARIO DE VUELTA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_7	2.972			3080.679
	1.217	3083.651	1.701	3081.950
	1.396	3083.167	1.572	3081.595
	1.296	3082.991	1.404	3081.587
	1.384	3082.883	1.539	3081.344
		3082.728	1.158	3081.570
BM_8		3082.728	1.158	3081.570
SUMA ( $\Sigma$ )	8.265		7.374	
DIFERENCIA ( $\Delta$ )	0.891			

1_ERROR PERMISIBLE	(+/-0.01√K)	0.007
2_ERROR COMETIDO	K=± 5mm	-0.004
SI 2≤1_EL CIRCUITO CUMPLE		

PROYECTO: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y Guía Portland Cement Association en la Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz"

ASESOR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS

TESISTAS: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY

BACH. ANNIK JAMIRA ROMAN GARCIA

FECHA: 15/06/2022

PAGINA: 1.000

### PUNTO BM\_9

ITINERARIO DE IDA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_8	1.366			3081.566
	1.265	3082.932	1.823	3081.109
	1.206	3082.374	1.490	3080.884
	1.158	3082.090	1.490	3080.600
	1.384	3081.758	1.269	3080.489
	1.243	3081.873	1.724	3080.149
	1.152	3081.392	1.684	3079.708
BM_9		3080.860	1.641	3079.219
SUMA ( $\Sigma$ )	8.774		11.121	
DIFERENCIA ( $\Delta$ )	-2.347			
BM		BM_9		
COTA (m.s.n.m.)		3079.219		
ERROR PROMEDIO		0.006		
COTA FINAL (m.s.n.m.)		3079.213		

ITINERARIO DE VUELTA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_8	1.366			3081.566
	1.294	3082.932	1.852	3081.080
	1.159	3082.374	1.441	3080.933
	1.112	3082.092	1.441	3080.651
	1.344	3081.763	1.228	3080.535
	1.209	3081.879	1.692	3080.187
	1.132	3081.396	1.680	3079.716
BM_9		3080.848	1.641	3079.207
SUMA ( $\Sigma$ )	8.616		10.975	
DIFERENCIA ( $\Delta$ )	-2.359			

1_ERROR PERMISIBLE	(+/-0.01√K)	0.007
2_ERROR COMETIDO	K=± 5mm	0.006
SI 2≤1_EL CIRCUITO CUMPLE		

### PUNTO BM\_10

ITINERARIO DE IDA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_9	2.374			3079.213
	1.131	3081.587	1.685	3079.902
	1.212	3081.033	1.777	3079.256
	1.320	3080.468	1.511	3078.957
	1.142	3080.277	1.241	3079.036
	1.048	3080.178	1.624	3078.554
	0.340	3079.602	1.218	3078.384
BM_10		3078.724	1.181	3077.543
SUMA ( $\Sigma$ )	8.567		10.237	
DIFERENCIA ( $\Delta$ )	-1.670			
BM		BM_10		
COTA (m.s.n.m.)		3077.543		
ERROR PROMEDIO		-0.002		
COTA FINAL (m.s.n.m.)		3077.545		

ITINERARIO DE VUELTA				
HITO	V.AT.	H.I.	V.AD.	COTA
BM_9	2.374			3079.213
	1.115	3081.587	1.667	3079.920
	1.212	3081.035	1.777	3079.258
	1.377	3080.470	1.569	3078.901
	1.141	3080.278	1.239	3079.039
	1.112	3080.180	1.686	3078.494
	0.346	3079.606	1.224	3078.382
BM_10		3078.728	1.181	3077.547
SUMA ( $\Sigma$ )	8.677		10.343	
DIFERENCIA ( $\Delta$ )	-1.666			

1_ERROR PERMISIBLE	(+/-0.01√K)	0.007
2_ERROR COMETIDO	K=± 5mm	-0.002
SI 2≤1_EL CIRCUITO CUMPLE		

## **Anexo 04: Conteo Vehicular IMD**



**ESTUDIO DE TRAFICO**

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ASESOR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
 TESISISTAS: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY  
 BACH. ANNIK JAMIRA ROMAN GARCIA

PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

ESTACION:		E-1																FECHA:		14/07/2022		UBICACION:		COLEGIO LA LIBERTAD	
HORA	SENTIDO	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%					
		AUTO	C. PICK UP	C. SUV	COMBI	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3							
0-1	N																		0	0.0%					
0-1	S																		0	0.0%					
1-2	N																		0	0.0%					
1-2	S																		0	0.0%					
2-3	N																		0	0.0%					
2-3	S																		0	0.0%					
3-4	N																		0	0.0%					
3-4	S																		0	0.0%					
4-5	N																		0	0.0%					
4-5	S																		0	0.0%					
5-6	N	86	20		12														118	1.7%					
5-6	S	88	22		12														122	1.8%					
6-7	N	120	55	75	12				1										263	3.7%					
6-7	S	130	60	80	12	4													286	4.1%					
7-8	N	125	170	185	16	6	2	1			1				1				507	7.1%					
7-8	S	130	170	180	15	6		2	2										505	7.3%					
8-9	N	120	140	135	12	5		1											413	5.8%					
8-9	S	120	135	135	12	5	2	1											410	5.9%					
9-10	N	160	125	140	12	4			1										442	6.2%					
9-10	S	160	130	140	12	4			1										447	6.5%					
10-11	N	140	120	130	12	3		1	2										408	5.7%					
10-11	S	140	115	125	12	4													396	5.7%					
11-12	N	135	125	130	12	5													407	5.7%					
11-12	S	130	140	125	12	5													412	6.0%					
12-13	N	130	165	175	15	6			1										492	6.9%					
12-13	S	135	170	180	14	6		1			1				1				508	7.4%					
13-14	N	140	135	145	12	4													436	6.1%					
13-14	S	140	120	130	12	6													408	5.9%					
14-15	N	180	125	135	12	5		2											459	6.4%					
14-15	S	170	120	140	12	5		2											449	6.5%					
15-16	N	135	130	135	12	5		1											418	5.8%					
15-16	S	135	120	130	12	4													401	5.8%					
16-17	N	180	125	150	12	5		1	1										474	6.6%					
16-17	S	175	125	150	12	5		1	1										469	6.8%					
17-18	N	125	140	145	12	4													426	6.0%					
17-18	S	128	145	150	12	4	4	1											444	6.4%					
18-19	N	145	110	110	14	6			1										386	5.4%					
18-19	S	135	100	110	15	6		1	1										368	5.3%					
19-20	N	160	180	110	16	4	4												474	6.6%					
19-20	S	155	180	100	15	3		1	1										455	6.6%					
20-21	N	180	135	145	12	2													474	6.6%					
20-21	S	165	130	135	12														442	6.4%					
21-22	N	160	100	130	12														402	5.6%					
21-22	S	160	80	120	12														372	5.4%					
22-23	N	50	40	50	12														152	2.1%					
22-23	S																		0	0.0%					
23-24	N																		0	0.0%					
23-24	S																		0	0.0%					
Parcial	N	2471	2140	2225	229	64	6	7	7	0	1	0	0	0	1	0	0	0	7151	100.0%					
Parcial	S	2396	2062	2130	215	67	6	10	6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	6894	100.0%					
TOTAL AMBOS SENTIDOS		4867	4202	4355	444	131	12	17	13	0	2	0	0	0	2	0	0	0	14045						
		34.65%	29.92%	31.01%	3.16%	0.93%	0.09%	0.12%	0.09%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	100.0%						

**ESTUDIO DE TRAFICO**

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ASESOR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
 TESISISTAS: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY  
 BACH. ANNIK JAMIRA ROMAN GARCIA

PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

ESTACION: **E-2** FECHA: **14/07/2022** UBICACION: **FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS - UNASAM**

HORA	SENTIDO	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		AUTO	C. PICK UP	C. SUV	COMBI	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
1-2	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
2-3	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
3-4	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
4-5	N																		0	0.0%
	S	32	6																38	0.5%
5-6	N	90	15		12														117	1.6%
	S	88	23		12				1										124	1.7%
6-7	N	115	60	45	12	1													233	3.1%
	S	125	55	85	12	3													280	3.8%
7-8	N	115	180	175	13	7	4	1	1										496	6.6%
	S	125	185	187	17	5	4	2	1										526	7.2%
8-9	N	123	135	140	12	6		1											417	5.6%
	S	124	135	135	12	5		2											413	5.7%
9-10	N	155	128	137	12	5			1										438	5.8%
	S	160	135	130	12	3													440	6.0%
10-11	N	145	125	135	12	3			1	1									422	5.6%
	S	140	120	125	12	5			1										403	5.5%
11-12	N	136	128	128	12	4									1				409	5.4%
	S	132	135	126	12	4													409	5.6%
12-13	N	135	175	181	12	5		1	2										511	6.8%
	S	138	172	180	14	5		1	1										511	7.0%
13-14	N	145	136	135	12	5													433	5.8%
	S	135	122	145	12	6					1								421	5.8%
14-15	N	140	123	135	12	4			1										415	5.5%
	S	160	120	145	12	3			1	2									443	6.1%
15-16	N	125	133	135	12	3			1										409	5.4%
	S	130	119	130	12	5													396	5.4%
16-17	N	100	124	152	12	4			1	1									394	5.2%
	S	190	124	145	12	4			1										476	6.5%
17-18	N	110	138	135	12	5													400	5.3%
	S	115	144	155	12	5	4	1	1										437	6.0%
18-19	N	155	215	225	17	7	4	2											625	8.3%
	S	140	210	218	12	6		1											587	8.0%
19-20	N	160	190	235	12	5													602	8.0%
	S	160	180	210	15	3		1											569	7.8%
20-21	N	175	125	155	12	2													469	6.2%
	S	165	135	125	12	1													438	6.0%
21-22	N	155	110	135	13	1													414	5.5%
	S	165	90	125	12														392	5.4%
22-23	N	185	60	45	12														302	4.0%
	S																		0	0.0%
23-24	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%

Parcial	N	2464	2300	2428	223	67	8	9	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7506	100.0%
	S	2424	2210	2366	214	63	8	10	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7303	100.0%
TOTAL AMBOS SENTIDOS		4888	4510	4794	437	130	16	19	13	0	1	0	0	0	1	0	0	0	14809	
		33.01%	30.45%	32.37%	2.95%	0.88%	0.11%	0.13%	0.09%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	100.0%	

**ESTUDIO DE TRAFICO**

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ASESOR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
 TESISISTAS: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY  
 BACH. ANNIK JAMIRA ROMAN GARCIA

PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

ESTACION: **E-1** FECHA: **15/07/2022** UBICACION: **COLEGIO LA LIBERTAD**

HORA	SENTIDO	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		AUTO	C. PICK UP	C. SUV	COMBI	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
1-2	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
2-3	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
3-4	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
4-5	N																		0	0.0%
	S	32		2															34	0.4%
5-6	N	80	15	3	12	1													111	1.5%
	S	85	21	17	12														135	1.8%
6-7	N	115	47	45	12	1			1										221	3.0%
	S	135	55	75	12	3		1											281	3.7%
7-8	N	150	175	185	12	4	3	1	1										531	7.3%
	S	145	180	185	12	4	2	1	1										530	7.0%
8-9	N	120	135	137	12	4	1	1											410	5.6%
	S	190	136	138	12	3	2	1	1										483	6.4%
9-10	N	130	128	142	12	2			1										415	5.7%
	S	130	130	143	12	1			1										417	5.5%
10-11	N	140	125	135	12	1			1	2					1				417	5.7%
	S	140	120	130	12	3													405	5.4%
11-12	N	130	125	125	12	4													396	5.4%
	S	432	135	130	13	4													714	9.4%
12-13	N	136	168	175	13	5			1			1							499	6.8%
	S	137	182	175	13	5			1	1									514	6.8%
13-14	N	145	145	155	12	4													461	6.3%
	S	135	135	145	12	5									1				433	5.7%
14-15	N	177	130	135	12	6			1	1									462	6.3%
	S	175	126	135	12	3			1										452	6.0%
15-16	N	120	137	130	12	1			1										401	5.5%
	S	135	128	125	13	1						1							403	5.3%
16-17	N	190	125	145	12	3			1	1									477	6.5%
	S	180	125	150	12	3			2	1									473	6.3%
17-18	N	140	137	150	12	5													444	6.1%
	S	130	142	145	12	5	2	1											437	5.8%
18-19	N	150	135	235	14	5	1		1										541	7.4%
	S	145	125	215	13	5	1	2											506	6.7%
19-20	N	110	165	213	13	4	1		2										508	6.9%
	S	190	175	215	14	4	1	1	1										601	7.9%
20-21	N	150	155	155	12	1	2												475	6.5%
	S	130	135	135	12	1													413	5.5%
21-22	N	135	125	135	12	1													408	5.6%
	S	120	85	118	12														335	4.4%
22-23	N	66	30	25	12														133	1.8%
	S																		0	0.0%
23-24	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
Parcial	N	2384	2202	2425	220	52	8	6	11	0	0	1	0	0	1	0	0	0	7310	100.0%
	S	2766	2135	2378	210	50	8	11	6	0	0	1	0	0	1	0	0	0	7566	100.0%
TOTAL AMBOS SENTIDOS		5150	4337	4803	430	102	16	17	17	0	0	2	0	0	2	0	0	0	14876	
		34.62%	29.15%	32.29%	2.89%	0.69%	0.11%	0.11%	0.11%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	100.0%	

**ESTUDIO DE TRAFICO**

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ASESOR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
 TESISISTAS: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY  
 BACH. ANNIK JAMIRA ROMAN GARCIA

PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

ESTACION: **E-2** FECHA: **15/07/2022** UBICACION: **FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS - UNASAM**

HORA	SENTIDO	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		AUTO	C. PICK UP	C. SUV	COMBI	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
1-2	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
2-3	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
3-4	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
4-5	N																		0	0.0%
	S	32	2																34	0.5%
5-6	N	92	3		12														107	1.5%
	S	90	12		12				1										115	1.7%
6-7	N	125	22	45	12		2												206	2.9%
	S	130	47	85	12	3			1										278	4.0%
7-8	N	123	165	175	12	7	2		1	1									486	6.9%
	S	117	162	182	14	5			2	1									483	7.0%
8-9	N	130	142	140	12	6	2		1										433	6.1%
	S	135	141	135	12	5			1										429	6.2%
9-10	N	150	131	137	12	2			1				1						434	6.2%
	S	155	132	130	13	3													433	6.2%
10-11	N	135	119	135	12	3			1	1					1				407	5.8%
	S	140	115	125	12	5				1									398	5.7%
11-12	N	138	127	128	12	4			1										410	5.8%
	S	133	117	126	12	4													392	5.6%
12-13	N	140	168	180	14	5			1	2									510	7.2%
	S	142	172	181	15	5			1	1									517	7.4%
13-14	N	140	142	135	12	5													434	6.2%
	S	140	132	145	12	6													435	6.3%
14-15	N	145	133	135	12	4			2	2									433	6.1%
	S	155	132	145	12	3			2	2									451	6.5%
15-16	N	145	122	135	14	3			1	1									421	6.0%
	S	135	121	130	13	1													400	5.8%
16-17	N	125	132	152	12	1			1	1									424	6.0%
	S	165	131	145	12	4			1										458	6.6%
17-18	N	135	135	135	12	5													422	6.0%
	S	110	135	155	12	5	2		1	1									421	6.1%
18-19	N	175	138	142	14	7				1									477	6.8%
	S	155	131	122	15	6	4		2										435	6.3%
19-20	N	155	190	108	13	5													471	6.7%
	S	157	180	190	13	3			1										544	7.8%
20-21	N	190	125	135	12	2													464	6.6%
	S	185	135	115	12	1													448	6.5%
21-22	N	95	110	120	14	1													340	4.8%
	S	80	90	90	12	1													273	3.9%
22-23	N	75	35	45	12														167	2.4%
	S																		0	0.0%
23-24	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
Parcial	N	2413	2139	2182	225	60	6	9	10	0	1	0	0	0	1	0	0	0	7046	100.0%
	S	2356	2087	2201	215	60	6	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6944	100.0%
TOTAL AMBOS SENTIDOS		4769	4226	4383	440	120	12	21	17	0	1	0	0	0	1	0	0	0	13990	
		34.09%	30.21%	31.33%	3.15%	0.86%	0.09%	0.15%	0.12%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	100.0%	

**ESTUDIO DE TRAFICO**

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ASESOR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
 TESISTAS: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY  
 BACH. ANNIK JAMIRA ROMAN GARCIA

PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

ESTACION: **E-1** FECHA: **16/07/2022** UBICACION: **COLEGIO LA LIBERTAD**

HORA	SENTIDO	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%	
		AUTO	C. PICK UP	C. SUV	COMBI	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
0-1	N																		0	0.0%	
	S																		0	0.0%	
1-2	N																		0	0.0%	
	S																		0	0.0%	
2-3	N																		0	0.0%	
	S																		0	0.0%	
3-4	N																		0	0.0%	
	S																		0	0.0%	
4-5	N																		0	0.0%	
	S	36	5	1															42	0.6%	
5-6	N	88	6	2	12														108	1.4%	
	S	79	15	9	12				1										116	1.6%	
6-7	N	145	32	45	12	1													235	3.1%	
	S	155	45	55	12	1	2	1	1										272	3.8%	
7-8	N	110	181	194	17	7	3	1											513	6.9%	
	S	115	179	180	16	5	1	1	1										498	6.9%	
8-9	N	166	175	168	12	4	2	2	1										530	7.1%	
	S	156	155	150	12	6		1											480	6.6%	
9-10	N	150	135	145	12	2			1										445	5.9%	
	S	155	125	135	12	2			1										430	5.9%	
10-11	N	140	125	132	14	4			1	2									418	5.6%	
	S	135	127	130	12	3			1										408	5.6%	
11-12	N	136	125	130	12	4													407	5.4%	
	S	131	135	135	12	5													418	5.8%	
12-13	N	150	190	176	16	6			1										539	7.2%	
	S	147	184	183	16	6			1	1									538	7.4%	
13-14	N	152	145	145	12	5													459	6.1%	
	S	151	132	135	12	6													436	6.0%	
14-15	N	100	126	137	12	2			1										378	5.0%	
	S	190	121	143	13	2			1	2									472	6.5%	
15-16	N	110	132	140	12	4			1	1									400	5.3%	
	S	130	126	125	13	1													395	5.5%	
16-17	N	165	126	127	12	1			1	1									433	5.8%	
	S	150	124	136	12	6			1	1									430	5.9%	
17-18	N	110	134	144	12	5	2												407	5.4%	
	S	120	145	145	12	5	2	1											430	5.9%	
18-19	N	150	222	235	15	7	1	2	1										633	8.5%	
	S	152	214	218	17	7	2	1	2										613	8.5%	
19-20	N	188	193	210	16	6													613	8.2%	
	S	165	185	210	14	6	1	1	1										583	8.1%	
20-21	N	120	134	147	12	2													415	5.5%	
	S	110	128	136	12	1			1										388	5.4%	
21-22	N	150	87	110	14				1										362	4.8%	
	S	85	65	115	13														278	3.8%	
22-23	N	75	40	65	13														193	2.6%	
	S																		0	0.0%	
23-24	N																		0	0.0%	
	S																		0	0.0%	
Parcial	N	2405	2308	2452	237	60	8	10	8										7488	100.0%	
	S	2362	2210	2341	222	62	8	9	13										7227	100.0%	
TOTAL AMBOS SENTIDOS		4767	4518	4793	459	122	16	19	21										14715	100.0%	
		32.40%	30.70%	32.57%	3.12%	0.83%	0.11%	0.13%	0.14%										100.0%		



**ESTUDIO DE TRAFICO**

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ASESOR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
 TESISISTAS: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY  
 BACH. ANNIK JAMIRA ROMAN GARCIA

PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

ESTACION: **E-1** FECHA: **17/07/2022** UBICACION: **COLEGIO LA LIBERTAD**

HORA	SENTIDO	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		AUTO	C. PICK UP	C. SUV	COMBI	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
1-2	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
2-3	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
3-4	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
4-5	N																		0	0.0%
	S	31	10																41	0.5%
5-6	N	76	15		12														103	1.3%
	S	83	27	33	12														155	2.0%
6-7	N	190	51	65	12	2	2												322	4.2%
	S	195	57	68	12	2			1										335	4.4%
7-8	N	140	171	186	12	4			1										514	6.7%
	S	135	172	182	13	4	2		1	2									511	6.7%
8-9	N	120	145	140	12	3			2										422	5.5%
	S	123	135	140	12	2			1										413	5.5%
9-10	N	150	130	146	12	5			1										444	5.8%
	S	145	130	146	12	6				1	1								441	5.8%
10-11	N	135	125	136	12	2			1	1									412	5.4%
	S	125	125	131	12	2													395	5.2%
11-12	N	135	131	129	12	4													411	5.4%
	S	135	141	134	12	4													426	5.6%
12-13	N	159	170	175	13	5			2	1					1				527	6.9%
	S	135	171	183	12	5			1	1									508	6.7%
13-14	N	140	134	147	12	3													436	5.7%
	S	140	124	137	12	5													418	5.5%
14-15	N	180	123	135	12	3				1					1				455	6.0%
	S	170	120	142	12	2			1										447	5.9%
15-16	N	185	132	135	14	2			1										469	6.1%
	S	195	122	128	12	6													463	6.1%
16-17	N	180	127	128	12	6			1	1									455	6.0%
	S	175	126	136	12	4			1	1									455	6.0%
17-18	N	109	136	142	12	3													402	5.3%
	S	118	142	146	12	4			2										424	5.6%
18-19	N	157	209	215	12	7	4		1	1									606	7.9%
	S	160	208	209	12	7	4		1	1									602	7.9%
19-20	N	150	188	197	14	5			2	2									558	7.3%
	S	145	187	199	13	5			1	1									551	7.3%
20-21	N	190	145	155	12	1													503	6.6%
	S	175	133	145	12	2													467	6.2%
21-22	N	155	110	141	12														418	5.5%
	S	155	87	127	12														381	5.0%
22-23	N	90	45	35	12														182	2.4%
	S	85	20	25	13														143	1.9%
23-24	N																		0	0.0%
	S																		0	0.0%
Parcial	N	2641	2287	2407	221	55	6	12	7		1	0			2	0			7639	100.0%
	S	2625	2237	2411	219	60	6	9	8		1	0			0	0			7576	100.0%
TOTAL AMBOS SENTIDOS		5266	4524	4818	440	115	12	21	15		2	0			2	0			15215	
		34.61%	29.73%	31.67%	2.89%	0.76%	0.08%	0.14%	0.10%		0.01%	0.00%			0.01%	0.00%			100.0%	

















**ESTUDIO DE TRAFICO**

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"



ASESOR: MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
 TESISISTAS: BACH. RAUL GRACIANO MORENO CHINCHAY  
 BACH. ANNIK JAMIRA ROMAN GARCIA

**RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASHTO)**

**RESUMEN DE CONTEO DE VEHICULOS POR TIPO**

TIPO DE VEHICULOS		CANTIDAD DE VEHICULOS							PROMEDIO	% DE APORTACION
		JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES		
VEHICULOS LIGEROS	AUTO	9755	9919	9436	10787	9806	8889	9888	9,783.00	33.83
	C. PICK UP	8712	8563	8787	8911	8822	8581	8472	8,693.00	30.06
	C. SUV	9149	9186	9450	9390	9618	9133	9208	9,305.00	32.18
	COMBI	881	870	904	868	843	695	820	840.00	2.90
BUS	2E	261	222	229	205	166	146	167	199.00	0.69
	3E	28	28	28	24	24	20	20	25.00	0.09
CAMIONES UNITARIOS	2E	36	38	40	39	40	37	35	38.00	0.13
	3E	26	34	38	28	36	36	36	33.00	0.11
	4E	0	0	0	0	0	0	0	-	-
SEMITRAILER	2S1/2S2	3	1	0	2	0	0	0	1.00	0.00
	2S3	0	2	0	0	2	0	0	1.00	0.00
	3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	-	-
	>=3S3	0	3	0	0	0	0	0	-	-
TRAILER	2T2	3	3	0	2	0	0	0	1.00	0.00
	2T3	0	0	0	0	0	0	0	-	-
	3T2	0	0	0	0	0	0	0	-	-
	3T3	0	0	0	0	0	0	0	-	-
<b>TOTAL</b>		28,854.00	28,869.00	28,912.00	30,256.00	29,357.00	27,537.00	28,646.00		100.00
<b>PROMEDIO</b>		1,698.00	1,699.00	1,701.00	1,780.00	1,727.00	1,620.00	1,686.00	28,919.00	

i) Determinar los factores de corrección estacional de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros: **0.831611**      F.C.E. Vehículos pesados: **0.959139**

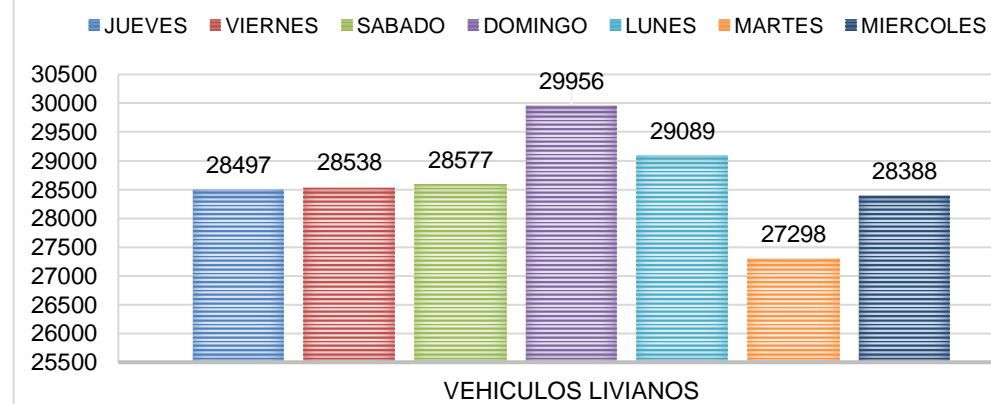
TIPO DE VEHICULOS	TOTAL-SEM	IMDs	F.C	IMDa	Distribución (%)	
VEHICULOS LIGEROS	AUTO	68480	9783	0.831611	8136.00	33.77
	C. PICK UP	60848	8693	0.831611	7230.00	30.01
	C. SUV	65134	9305	0.831611	7739.00	32.12
	COMBI	5881	840	0.831611	699.00	2.90
BUS	2E	1396	199	0.959139	191.00	0.79
	3E	172	25	0.959139	24.00	0.10
CAMIONES UNITARIOS	2E	265	38	0.959139	37.00	0.15
	3E	234	33	0.959139	32.00	0.13
	4E			0.959139		
SEMITRAILER	2S1/2S2	6	1	0.959139	1.00	0.004
	2S3	4	1	0.959139	1.00	0.004
	3S1/3S2			0.959139		
	>=3S3	3		0.959139		
TRAILER	2T2	8	1	0.959139	1.00	0.004
	2T3			0.959139		
	3T2			0.959139		
	3T3			0.959139		
<b>TOTAL</b>	<b>202,431</b>	<b>28,919</b>		<b>24,091</b>	<b>100.00</b>	

**1. CALCULO DE TRANSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (TPDS)**

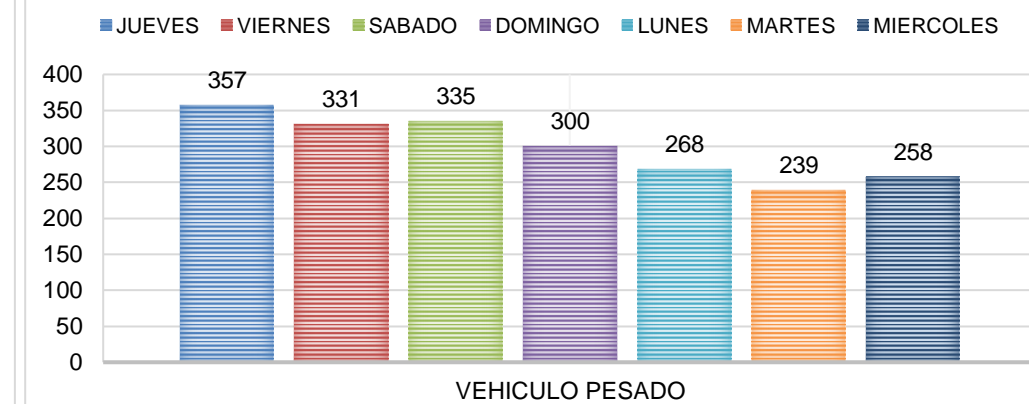
**TOTAL DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (TPDS) EN EL CARRIL DE DISEÑO**

FECHA	VEHICULOS LIVIANOS	VEHICULO PESADO	VOLUMEN TOTAL
JUEVES 14/07/2022	28497	357	28854
VIERNES 15/07/2022	28538	331	28869
SABADO 16/07/2022	28577	335	28912
DOMINGO 17/07/2022	29956	300	30256
LUNES 18/07/2022	29089	268	29357
MARTES 19/07/2022	27298	239	27537
MIERCOLES 20/07/2022	28388	258	28646
<b>VOL. TOTAL SEMANAL</b>	<b>200343.00</b>	<b>2088.00</b>	<b>202431.00</b>
<b>TPDS (VEHICULOS / DIA)</b>	<b>28621.00</b>	<b>299.00</b>	<b>28920.00</b>

**TRAFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (TPDS) EN EL CARRIL DE DISEÑO**



**TRAFICO PROMEDIO DIARIO SEMANAL (TPDS) EN EL CARRIL DE DISEÑO**



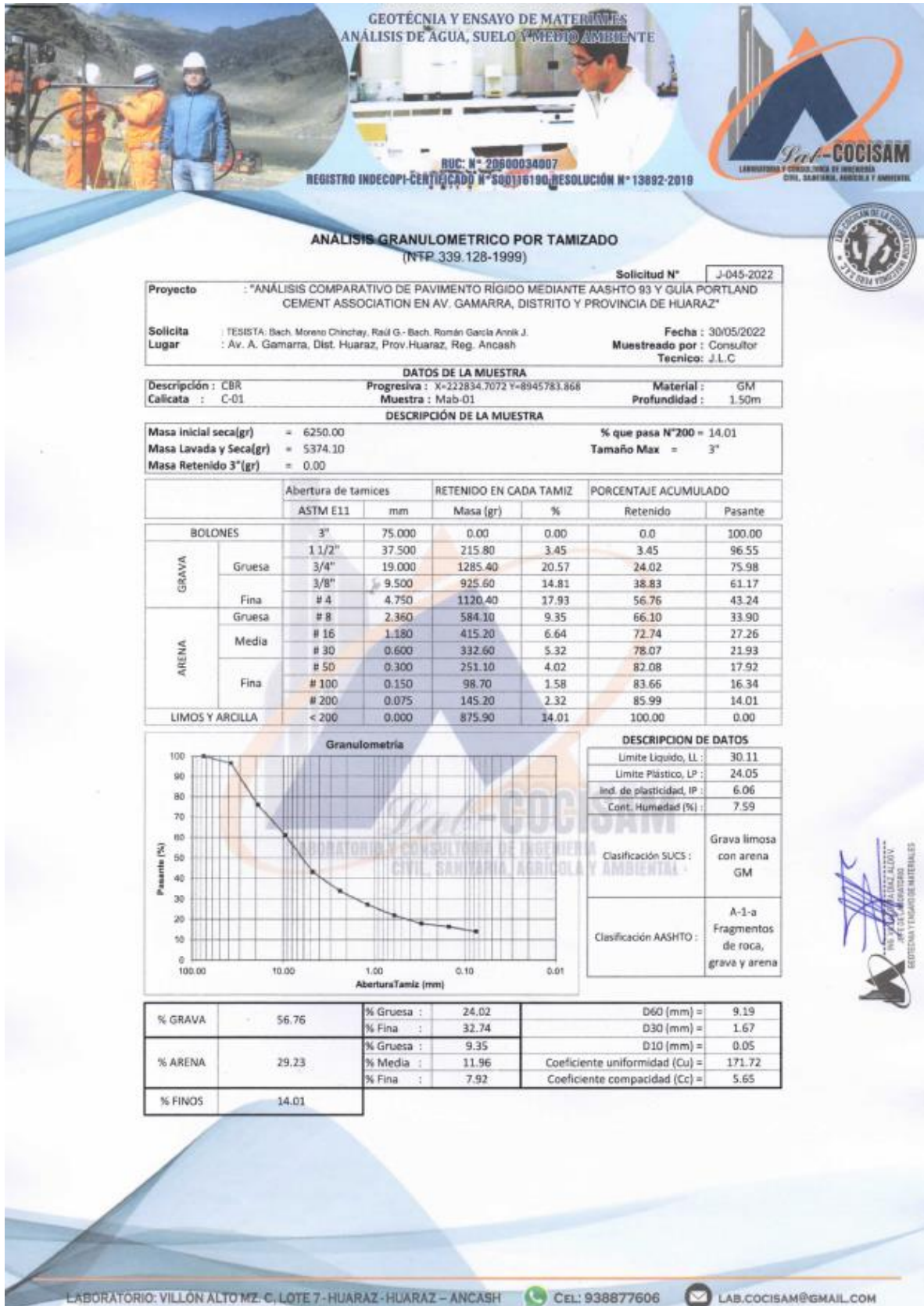
## **Anexo 05: Resultados de laboratorio**



## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"

CALICATA N° 01



## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"



GEOTÉCNICA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20600034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500116190, RESOLUCIÓN N° 13882-2019



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO**  
(NTR. 339.127-1998)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"	<b>Solicitud N°</b> : J-045-2022
<b>Solicita</b> : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G. - Bach. Román García Annik J.	<b>Fecha</b> : 30/05/2022
<b>Lugar</b> : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Técnico</b> : J.L.C

**DATOS DE LA MUESTRA**

Descripción : CBR	Progresiva : X=222834.7072 Y=8945783.86	Material : GM
Calicata : C-01	Muestra : Mab-01	Profundidad : 1.50m

DESCRIPCION		M-01	M-02
Peso Suelo Humedo + Contenedor	M <sub>cws</sub>	862.70	732.40
Peso Suelo Seco + Contenedor	M <sub>cs</sub>	808.40	684.90
Peso Contenedor	M <sub>c</sub>	87.10	63.70
Peso Suelo Seco (M <sub>s</sub> =M <sub>cs</sub> - M <sub>c</sub> )	M <sub>s</sub>	721.30	621.20
Peso del Agua (M <sub>w</sub> =M <sub>cws</sub> - M <sub>cs</sub> )	M <sub>w</sub>	54.30	47.50
Contenido de Humedad (w=M <sub>w</sub> /M <sub>s</sub> )	w	7.53	7.65

<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	<b>7.59</b>
-----------------------------	-------------



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL



ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
JEFE DE LABORATORIO  
INGENIERÍA Y USUARIO DE MATERIALES

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C. LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM

**ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS**  
**TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"**



**LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**  
(NTP 339.129-1999)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		Solicitud N°	J-045-2022
<b>Solicita</b>	: TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.	<b>Fecha</b>	: 30/05/2022
<b>Lugar</b>	: Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b>	: Consultor
		<b>Tecnico</b>	: J.L.C

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222834.7072 Y=8945783	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-01	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE LÍQUIDO			
N° de frasco	1	2	3	4
N° de golpes	12	21	28	36
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	35.87	31.18	28.75	27.92
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	30.87	27.54	25.42	24.84
(3) Peso del Recipiente (gr)	15.42	15.85	14.10	14.20
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	5.00	3.64	3.33	3.08
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	15.45	11.69	11.32	10.64
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	32.36	31.14	29.42	28.95



**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE PLÁSTICO	
N° de frasco	1	2
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	34.35	31.88
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	31.30	29.12
(3) Peso del Recipiente (gr)	18.56	17.70
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	3.05	2.76
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	12.74	11.42
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	23.94	24.17

Límite Líquido (L.L.) = 30.11 | Límite Plástico (L.P.) = 24.05 | Índice Plasticidad (I.P.) = 6.06

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"



GEOTÉCNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 29900034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500116190, RESOLUCIÓN N° 13892-2019



**PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO**  
(NTP 339.131-1998)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b> J-045-2022	
<b>Solicita</b> : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.		<b>Fecha</b> : 30/05/2022	
<b>Lugar</b> : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash		<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Tecnico</b> : J.L.C	

**DATOS DE LA MUESTRA**


<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222834.7072 Y=8945783	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-01	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m

MUESTRA DE ENSAYO	M-01	M-02
Porción de muestra de ensayo	Pasa Malla #4	Pasa Malla #4
Tipo de frasco Utilizado	Picnometro 500 ml	Picnometro 500 ml
Masa picnometro + agua gr (Ma)	658.90	659.40
Masa picnometro + agua + suelo (Mb)	735.60	729.86
Masa muestra seco al horno + recip. gr (A)	130.00	130.00
Masa recipiente gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (Mo=A-B) gr (Mo)	130.00	130.00
Peso Especifico Relativo de Solidos (Gs=Mo/(Mo)(Ma-Mb))	2.44	2.18

<b>PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)</b>	<b>2.31</b>
---	-------------



LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRICOLA Y AMBIENTAL



ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIO: VILLON ALTO MZ. C. LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606


LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"

GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20600034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500176190-RESOLUCIÓN N° 13892-2019



**COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

**PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D 1557)

**Proyecto** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

**Solicita** : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.  
**Lugar** : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov Huaraz, Reg. Ancash

**Solicitud N°** : J-045-2022

**Fecha** : 30/05/2022  
**Muestreado por** : Consultor  
**Técnico** : J.L.C.

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X-222834.7072 Y=8945783	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-01	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m

**N° GOLPES/CAPA** : = 56.00

**N° CAPAS** : = 5.00

**Peso Martillo** : = 4.54

**DIMENSIONES DEL MOLDE**

<b>Altura</b> :	11.60 cm	<b>Volumen</b> :	2123 cm <sup>3</sup>
<b>Diametro</b> :	15.34 cm		
<b>Peso Molde</b> :	2830.0 kg		

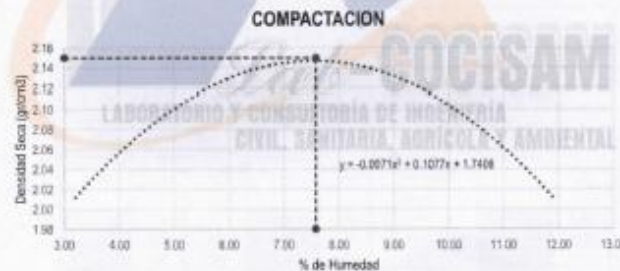
**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA N°01	M-01	M-02	M-03	M-04				
PESO DEL TARRO (grs)	86.10	141.00	59.50	81.80	85.10	66.40	74.80	78.10
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	542.40	487.10	469.80	602.60	500.20	578.20	471.20	442.60
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	528.10	476.50	446.20	573.60	465.50	537.30	428.50	404.10
PESO DEL AGUA (grs)	14.30	10.60	23.60	29.00	34.70	40.90	42.70	38.50
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	442.0	335.5	386.7	491.8	380.4	470.9	353.7	329.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	3.24	3.16	6.10	5.90	9.12	8.69	12.07	11.74
<b>% PROMEDIO</b>	<b>3.20</b>	<b>6.00</b>	<b>8.90</b>	<b>11.91</b>				

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**


CONTENIDO DE HUMEDAD %	3.20	6.00	8.90	11.91
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7232.00	7642.00	7745.00	7815.00
PESO DEL MOLDE (grs)	2830.00	2830.00	2830.00	2830.00
PESO DEL SUELO (grs)	4402.00	4812.00	4915.00	4785.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	2.07	2.27	2.32	2.25
<b>Densidad Seca (gr/cc)</b>	<b>2.01</b>	<b>2.14</b>	<b>2.13</b>	<b>2.01</b>

**COMPACTACION**



$y = -0.0071x^2 + 0.1077x + 1.7408$

<b>%Humedad optima:</b>	<b>7.58</b>
<b>Densidad Maxima Seca (kg/cm<sup>3</sup>):</b>	<b>2.15</b>



ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA MATERIALES


LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C. LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM


## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

**TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"**



GEOTÉCNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20900034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500116190-RESOLUCIÓN N° 13892-2019



**VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.)  
(ASTM - D 1883)**

**Proyecto** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

**Solicita** : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.  
**Lugar** : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash

**Solicitud N°** : J-045-2022

**Fecha** : 30/05/2022  
**Muestreado por** : Consultor  
**Técnico** : J.L.C


**DATOS DE LA MUESTRA**

**Descripción** : CBR      **Progresiva** : X=222834.7072 Y=8945783.868      **Material** : GM  
**Calicata** : C-01      **Muestra** : Mab-01      **Profundidad** : 1.50m

COMPACTACION			
Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
	Sin saturar	Sin saturar	Sin saturar
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	11288	11708	11845
Peso del molde (gramos)	7029	7043	7030.8
Peso del suelo húmedo (grs.)	4259	4665	4814.2
Volumen del molde (cc)	2129	2108	2090.9
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.00	2.21	2.30
Densidad seca (grs./cm3)	1.87	2.07	2.15
TARRO N°			
	1	2	3
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	385.00	458.50	423.30
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	364.00	436.30	402.10
Peso del agua (grs.)	21.00	22.20	21.20
Peso del tarro (grs.)	64.10	126.00	105.00
Peso del suelo seco (grs.)	299.90	310.30	296.10
% de humedad	7.00	7.15	7.16

EXPANSIÓN												
FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN	
		DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%		
00.00.00		0.097	0.000	0.000	0.067	0.000	0.000	0.037	0.000	0.000		
24.00.00		0.102	0.005	0.109	0.073	0.006	0.131	0.046	0.008	0.176		
48.00.00		0.107	0.010	0.219	0.080	0.013	0.285	0.053	0.016	0.350		
72.00.00		0.111	0.014	0.307	0.086	0.019	0.416	0.061	0.024	0.525		
96.00.00		0.116	0.019	0.416	0.093	0.026	0.569	0.069	0.032	0.701		

PENETRACIÓN												
PENETRACIÓN	MOLDE Nº01-Nº de Golpes			MOLDE Nº02-Nº de Golpes			MOLDE Nº03-Nº de Golpes					
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN				
		DIAL	Libras.		Libras./pulg.	DIAL		Libras.	Libras./pulg.	DIAL	Libras.	Libras./pulg.
0.000			0.00			0.00			0.00			0.00
0.025	53	134	45	53	210	70	100	253	84			84
0.050	123	309	103	194	483	161	208	518	173			173
0.075	188	420	140	264	657	219	318	700	263			263
0.100	218	545	182	342	851	294	412	1024	341			341
0.150	294	733	244	461	1145	382	555	1378	459			459
0.200	339	842	281	530	1316	439	638	1583	528			528
0.250	388	965	322	608	1507	502	732	1814	605			605
0.300	426	1059	353	667	1654	551	803	1991	664			664
0.400	481	1193	398	752	1864	621	906	2244	748			748
0.50	532	1321	440	833	2064	688	1003	2484	828			828



MAG. VALERIANO ALDO JAYE  
LABORADOR  
GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

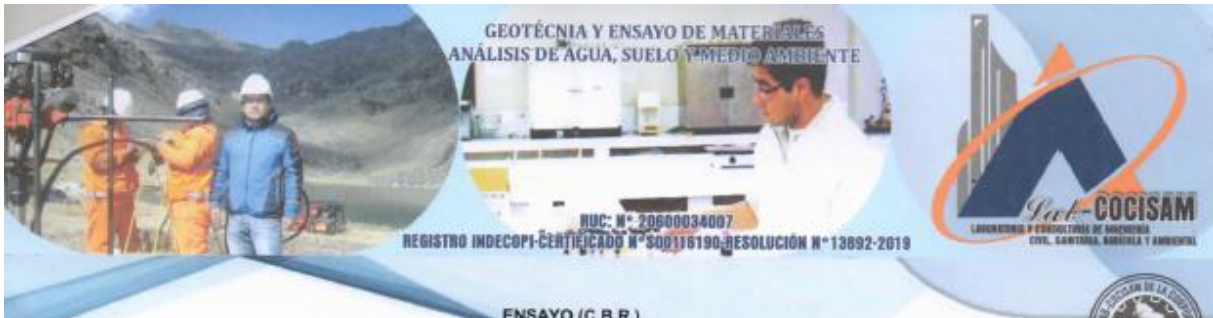
LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C. LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

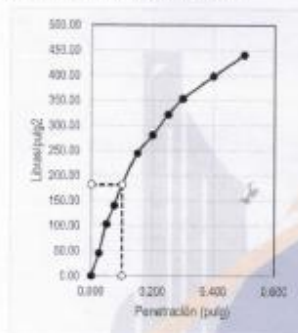
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"



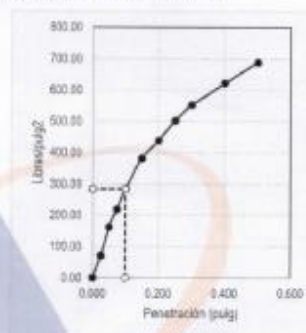
### ENSAYO (C.B.R.) (ASTM - D 1883)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b> : J-045-2022
<b>Solicitante</b> : TESISISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G. - Bach. Román García Annik J.	<b>Fecha</b> : 30/05/2022	<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Técnico</b> : J.L.C
<b>Lugar</b> : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
<b>Descripción CBR</b> : Calicata : C-01	<b>Progresiva</b> : X=222834.7072 Y=8945783.868	<b>Materia</b> : GM
	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m

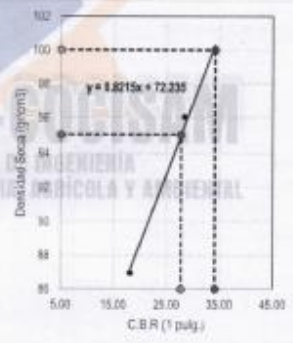
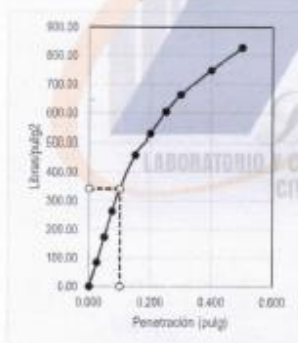
12 Golpes-C.B.R. 1":18.15%-&=1.87gr/cm<sup>3</sup>



25 Golpes-C.B.R. 1":28.36%-&=2.07gr/cm<sup>3</sup>



56 Golpes-C.B.R. 1":34.13%-&=2.15gr/cm<sup>3</sup>

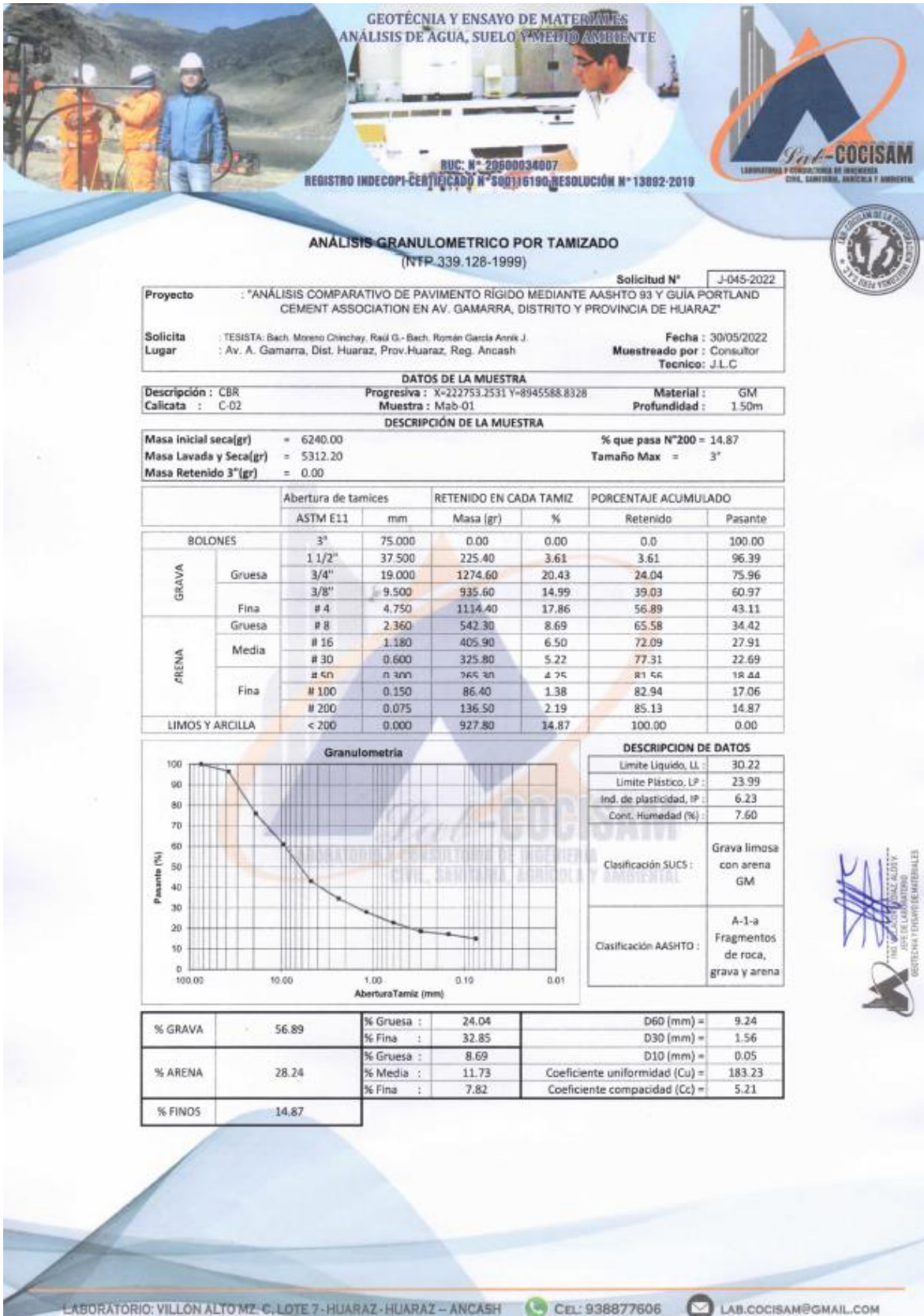


GOLPES	W. %	&gr/cm <sup>3</sup>	HMCB. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	7.00	1.87	0.42	87	18.15		95%	100%
25	7.15	2.07	0.57	86	28.36		27.71%	34.93%
56	7.16	2.15	0.70	103	34.13			

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"

CALICATA N° 02





## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"



GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE



RUC: N° 20900034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 800116190-RESOLUCIÓN N° 13892-2019



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL



INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO**  
(NTP 339.127-1998)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"	<b>Solicitud N°</b> J-045-2022
<b>Solicita</b> : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.	<b>Fecha</b> : 30/05/2022
<b>Lugar</b> : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Técnico</b> : J.L.C

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222753.2531 Y=8945588.83	<b>Materia</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-02	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m

DESCRIPCION		M-01	M-02
Peso Suelo Humedo + Contenedor	Mcws	863.40	733.80
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	809.50	685.70
Peso Contenedor	Mc	87.10	63.70
Peso Suelo Seco (Ms=Mcs - Mc)	Ms	722.40	622.00
Peso del Agua (Mw=Mcws - Mcs)	Mw	53.90	48.10
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	7.46	7.73

<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	<b>7.60</b>
-----------------------------	-------------



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL



ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
DIRECTOR GENERAL DEL LABORATORIO  
DETERMINACION Y ENSAYO DE MATERIALES


LABORATORIO: VILLON ALTO MZ. C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM


## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"



GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20500034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500176190-RESOLUCIÓN N° 13092-2019



**LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**  
(NTP 339.129-1999)

**Proyecto** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ" Solicitud N° J-045-2022

**Solicita Lugar** : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.  
: Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash Fecha : 30/05/2022

**Muestreado por** : Consultor  
**Técnico**: J.L.C

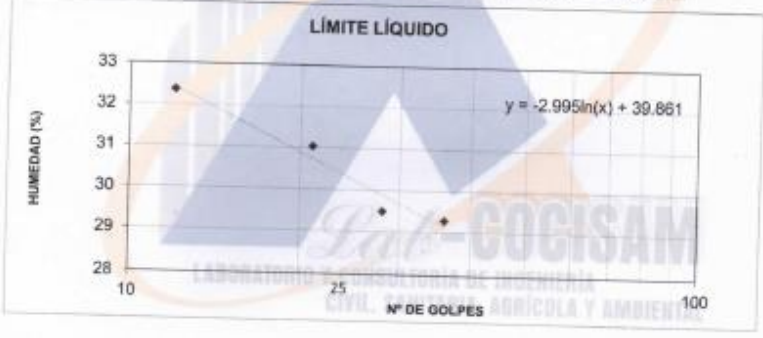
**DATOS DE LA MUESTRA**

**Descripción** : CBR **Progresiva** : X=222753.2531 Y=8945588.8328  
**Calicata** : C-02 **Muestra** : Mab-01

**Material** : GM  
**Profundidad** : 1.50m

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3	4
N° de frasco	1	2	3	4
N° de golpes	12	21	28	36
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	35.91	31.22	28.81	28.02
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	30.90	27.58	25.46	24.89
(3) Peso del Recipiente (gr)	15.42	15.85	14.10	14.20
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	5.01	3.64	3.35	3.13
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	15.48	11.73	11.36	10.69
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	32.36	31.03	29.49	29.28




**LÍMITE LÍQUIDO**

Gráfico de Humedad (%) vs. N° de Golpes. Ecuación de la línea de ajuste:  $y = -2.995 \ln(x) + 39.861$

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2
N° de frasco	1	2
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	34.41	31.92
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	31.33	29.18
(3) Peso del Recipiente (gr)	18.56	17.70
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	3.08	2.74
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	12.77	11.48
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	24.12	23.87

Limite Líquido (L.L.) = 30.22 | Limite Plástico (L.P.) = 23.99 | Índice Plasticidad (I.P.) = 6.23



ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
ASESOR EN INGENIERIA DE MATERIALES

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"



GEOTÉCNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20600034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500116190-RESOLUCIÓN N° 13892-2019



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

**PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO**  
(NFP.339.131-1998)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"	<b>Solicitud N°</b> J-045-2022
<b>Solicita</b> : TESISISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.	<b>Fecha</b> : 30/05/2022
<b>Lugar</b> : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Técnico</b> : J.L.C

**DATOS DE LA MUESTRA**

Descripción : CBR	Progresiva : X=222753.2531 Y=8945588.8	Material : GM
Calicata : C-02	Muestra : Mab-01	Profundidad : 1.50m

MUESTRA DE ENSAYO	M-01	M-02
Porción de muestra de ensayo	Pasa Malla #4	Pasa Malla #4
Tipo de frasco Utilizado	Picnometro 500 ml	Picnometro 500 ml
Masa picnometro + agua gr (Ma)	659.40	660.20
Masa picnometro + agua + suelo (Mb)	733.50	734.60
Masa muestra seco al horno + recip. gr (A)	130.00	130.00
Masa recipiente gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (Ma-A-B) gr (Mo)	130.00	130.00
Peso Especifico Relativo de Sólidos (Gs=Mo/(Mb-(Ma-Mb)))	2.33	2.34

<b>PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS (Gs)</b>	<b>2.33</b>
---	-------------



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL



INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL  
JOSÉ ANTONIO ALVARO  
MORALES

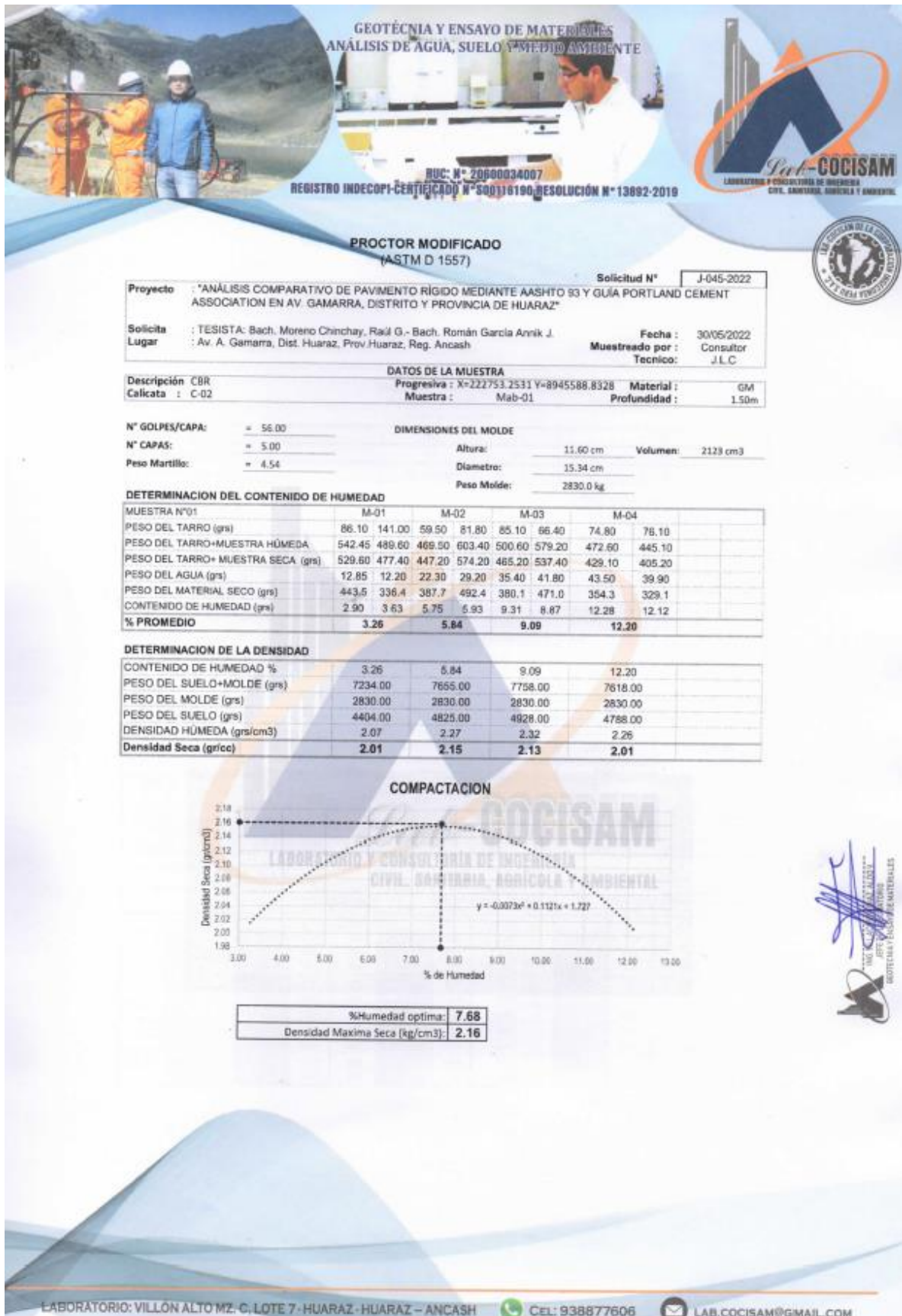
LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM


## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"




## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"



GEOTÉCNICA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20500034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500116190-RESOLUCIÓN N° 13892-2019



**VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.)**  
(ASTM - D 1883)


<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b> : J-045-2022
<b>Solicita</b> : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.	<b>Fecha</b> : 30/05/2022	
<b>Lugar</b> : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor	
	<b>Técnico</b> : J.L.C	

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222753.2531 Y=8945588.8328	<b>Material</b> : GM	
<b>Calicata</b> : C-02	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m	

COMPACTACION			
Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
	Sin saturar	Sin saturar	Sin saturar
Peso del molde + suelo húmedo (grs.)	11598	11709	11869
Peso del molde (gramos)	7030	7042	7031.6
Peso del suelo húmedo (grs.)	4568	4667	4837.4
Volumen del molde (cc)	2329	2308	2090.9
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.15	2.21	2.31
Densidad seca (grs./cm3)	2.01	2.07	2.15

EXPANSIÓN													
FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%
00.00.00		0.096	0.000	0.000	0.065	0.000	0.000	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24.00.00		0.103	0.007	0.153	0.071	0.006	0.131	0.042	0.007	0.153			
48.00.00		0.108	0.012	0.283	0.082	0.017	0.372	0.055	0.020	0.438			
72.00.00		0.112	0.016	0.350	0.084	0.019	0.416	0.062	0.027	0.591			
96.00.00		0.115	0.019	0.416	0.092	0.027	0.591	0.068	0.033	0.723			

PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN	MOLDE N°11-N° de Golpes			MOLDE N°12-N° de Golpes			MOLDE N°13-N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	182	454	151	132	330	110	133	333	111
0.050	253	629	210	242	603	201	240	598	199
0.075	298	740	247	312	777	259	356	870	250
0.100	346	866	286	391	971	324	445	1104	368
0.150	424	1053	351	510	1265	422	588	1458	486
0.200	468	1162	387	579	1438	479	671	1663	554
0.250	518	1285	428	656	1627	542	764	1894	631
0.300	566	1379	460	716	1774	591	836	2071	690
0.400	610	1513	504	801	1984	681	938	2324	775
0.50	662	1641	547	881	2184	728	1035	2564	855



LAB. COCISAM

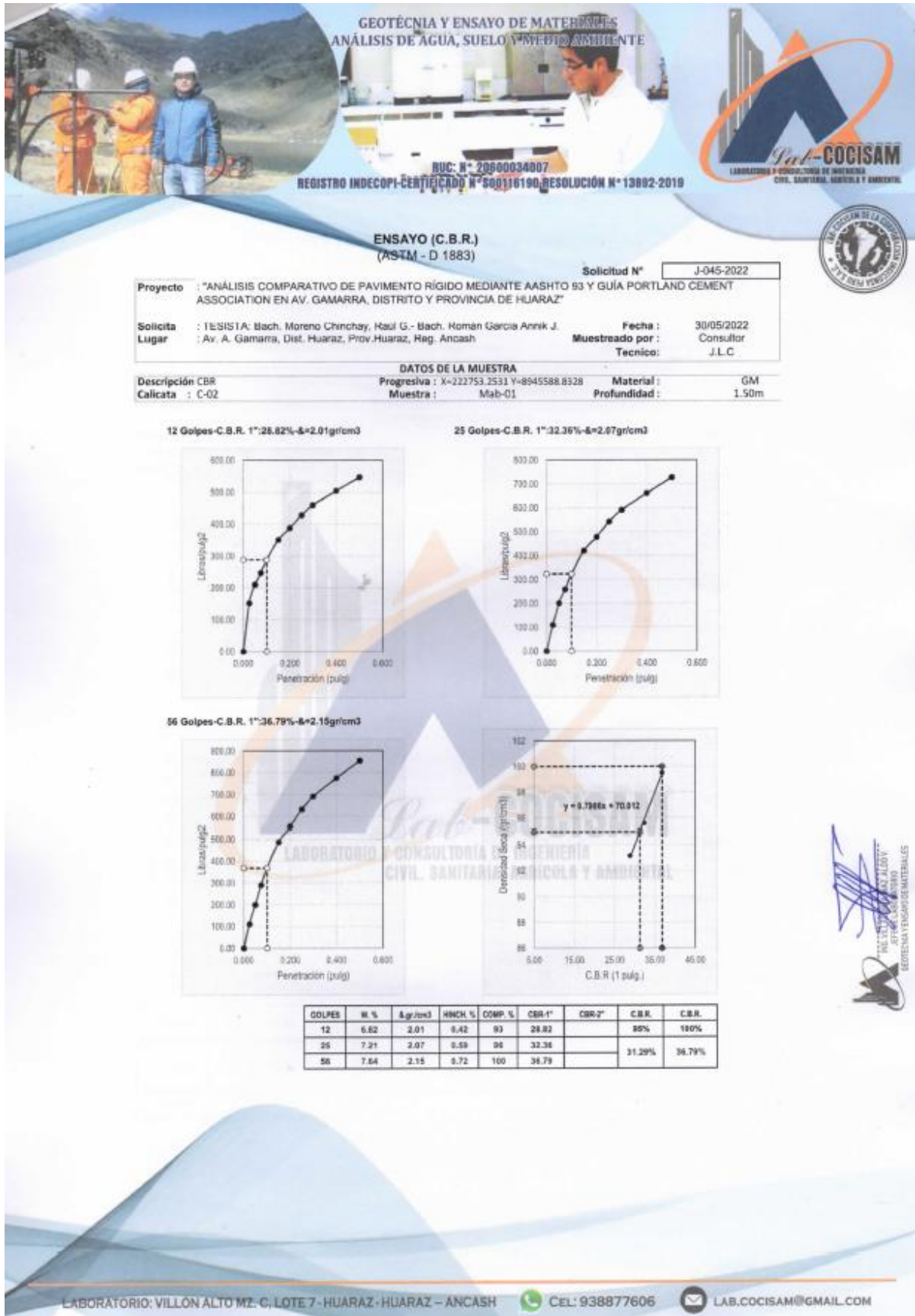
LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS


TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"



## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS


**TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"**

### CALICATA N° 03



GEOTÉCNICA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20600034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500106199-RESOLUCIÓN N° 13092-2019



**COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

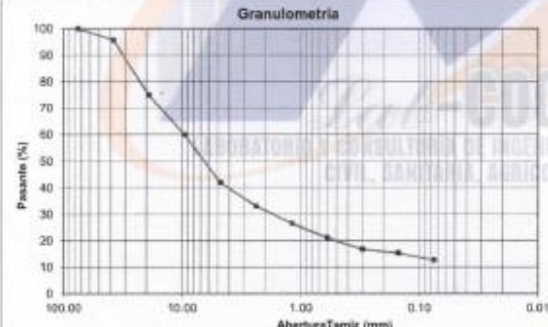
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(NTP 339.128-1999)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b> : J-045-2022
<b>Solicita</b> : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raul G.- Bach. Román García Annik J.	<b>Fecha</b> : 30/05/2022	
<b>Lugar</b> : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor Técnico: J.L.C	

DATOS DE LA MUESTRA			
<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222619.7219 Y=8945263.4667	<b>Material</b> : GM	
<b>Calicata</b> : C-03	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m	

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
<b>Masa inicial seca(gr)</b>	= 6260.00			<b>% que pasa N°200</b>	= 12.67	
<b>Masa Lavada y Seca(gr)</b>	= 5467.00			<b>Tamaño Max</b>	= 3"	
<b>Masa Retenido 3"(gr)</b>	= 0.00					

	Abertura de tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
	ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Pasante
<b>BOLONES</b>	3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.00
<b>GRAVA</b>	1 1/2"	37.500	274.10	4.38	4.38	95.62
	3/4"	19.000	1296.30	20.71	25.09	74.91
	3/8"	9.500	941.20	15.04	40.12	59.88
<b>ARENA</b>	# 4	4.750	1120.60	17.90	58.02	41.98
	# 8	2.360	555.20	8.87	66.89	33.11
	# 16	1.180	412.20	6.58	73.48	26.52
	# 30	0.600	336.90	5.38	78.86	21.14
	# 50	0.300	274.10	4.38	83.24	16.76
	# 100	0.150	91.20	1.46	84.69	15.31
<b>LIMOS Y ARCILLA</b>	< 200	0.000	793.00	12.67	100.00	0.00




**Granulometría**

Pasante (%) vs Abertura Tamiz (mm)

DESCRIPCIÓN DE DATOS	
Limite Líquido, LL :	30.38
Limite Plástico, LP :	24.11
Ind. de plasticidad, IP :	6.27
Cont. Humedad (%) :	7.52
<b>Clasificación SUCS :</b>	Grava limosa con arena GM
<b>Clasificación AASHTO :</b>	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

<b>% GRAVA</b>	58.03	<b>% Gruesa</b> :	25.09	<b>D60 (mm)</b> =	9.58
		<b>% Fina</b> :	32.94	<b>D30 (mm)</b> =	1.80
<b>% ARENA</b>	29.31	<b>% Gruesa</b> :	8.87	<b>D10 (mm)</b> =	0.06
		<b>% Media</b> :	11.97	<b>Coficiente uniformidad (Cu)</b> =	161.75
		<b>% Fina</b> :	8.47	<b>Coficiente compacidad (Cc)</b> =	5.73
<b>% FINOS</b>	12.67				



LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ.-C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH    CEL: 938877606    LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"



GEOTÉCNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20900034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 50018196, RESOLUCIÓN N° 13889-2018



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL



**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO**  
(NTP 309.127-1990)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b> : J-045-2022
<b>Autores</b> : BACH. MORENO CHINCHAY, HAILI G. - BACH. ROMÁN GARCÍA ANNIK J.	<b>Lugar</b> : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Fecha</b> : 30/05/2022 <b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Técnico</b> : J.L.C

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222619.7219 Y=8945263.461	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C 03	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m

DESCRIPCION		M-01	M-02
Peso Suelo Humedo + Contenedor	Mcws	864.10	734.20
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	810.20	686.90
Peso Contenedor	Mc	87.10	63.70
Peso Suelo Seco (Ms=Mcs - Mc)	Ms	723.10	623.20
Peso del Agua (Mw=Mcws - Mcs)	Mw	53.90	47.30
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	7.45	7.59

<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	<b>7.52</b>
-----------------------------	-------------



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL



LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL


LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM




**ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS**  
**TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"**



**GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES**  
**ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE**

RUC: N° 20600034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 50016190 RESOLUCIÓN N° 13892-2019



**COCISAM**  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS  
CIVIL, SANITARIA, RIEGOS Y AMBIENTAL

**LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**  
(NTP 339.129-1999)

**Proyecto** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

**Solicita** : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.  
**Lugar** : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash

**Solicitud N°** : J-045-2022

**Fecha** : 30/05/2022


**Muestreado por** : Consultor  
**Técnico**: J.L.C

**DATOS DE LA MUESTRA**

Descripción : CBR	Progresiva : X=222619.7219 Y=8945263	Material : GM
Calicata : C-03	Muestra : Mab-01	Profundidad : 1.50m

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE LÍQUIDO			
N° de frasco	1	2	3	4
N° de golpes	12	21	28	36
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	35.99	31.26	28.89	28.09
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	30.92	27.62	25.51	24.92
(3) Peso del Recipiente (gr)	15.42	15.85	14.10	14.20
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	5.07	3.64	3.38	3.17
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	15.50	11.77	11.41	10.72
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	32.71	30.93	29.62	29.57



**LÍMITE LÍQUIDO**

HUMEDAD (%) vs N° DE GOLPES

Equation:  $y = -3.059 \ln(x) + 40.224$

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE PLÁSTICO	
N° de frasco	1	2
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	34.48	31.99
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	31.38	29.22
(3) Peso del Recipiente (gr)	18.56	17.70
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	3.10	2.77
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	12.82	11.52
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	24.18	24.05

Límite Líquido (L.L.) = 30.38    Límite Plástico (L.P.) = 24.11    Índice Plasticidad (I.P.) = 6.27

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ.-C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"

GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20000834007  
REGISTRO INDECOPI CERTIFICADO N° 800116190 RESOLUCIÓN N° 13892-2019

**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

**PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO**  
(NTP 339.131-1998)

Solicitud N° J-045-2022

<b>Proyecto</b>	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 83 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		
<b>Solicita</b>	: TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.	<b>Fecha</b> : 30/05/2022	
<b>Lugar</b>	: Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Tecnico</b> : J.L.C	


**DATOS DE LA MUESTRA**



<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222619.7219 Y=8945263	<b>Material</b> : GM	
<b>Calicata</b> : C-03	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m	

MUESTRA DE ENSAYO	M-01	M-02
Porcion de muestra de ensayo	Pasa Malla #4	Pasa Malla #4
Tipe de frasco Utilizado	Picnometro 500 ml	Picnometro 500 ml
Masa picnometro + agua	gr (Ma) 660.70	661.80
Masa picnometro + agua + suelo	(Mb) 735.40	739.50
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A) 130.00	130.00
Masa recipiente	gr (B) 0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (Mo=A-B)	gr (Mo) 130.00	130.00
Peso Especifico Relativo de Solidos (Gs=Mo/(Mo)-(Ma-Mb))	2.35	2.49

<b>PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)</b>	<b>2.42</b>
---	-------------


**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

  
MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
JEFE DE LABORATORIO  
GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ.-C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH     CEL: 938877606     LAB.COCISAM@GMAIL.COM


## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

**TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"**



GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20800034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N°50016190-RESOLUCIÓN N°13882-2018



**LAB-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

**PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D 1557)

**Proyecto** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RIGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

**Solicita Lugar** : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.  
: Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Ancash

**Solicitud N°** : J-045-2022

**Fecha** : 30/05/2022

**Muestreado por** : Consultor

**Técnico** : J.L.C

**Descripción** CBR  
**Calicata** : C-03

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Progresiva** : X-222519.7219 Y=8945263.4667 **Material** : GM

**Muestra** : Mab-01 **Profundidad** : 1.50m

**N° GOLPES/CAPA** : = 56.00

**N° CAPAS** : = 5.00

**Peso Martillo** : = 4.54

**DIMENSIONES DEL MOLDE**

**Altura** : 11.60 cm **Volumen** : 2123 cm<sup>3</sup>

**Diámetro** : 15.34 cm

**Peso Molde** : 2830.0 kg


**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA N°01	M-01		M-02		M-03		M-04	
PESO DEL TARRO (grs)	86.10	141.00	59.50	81.80	85.10	66.40	74.80	76.10
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	545.60	491.50	471.20	605.80	502.40	581.20	475.10	448.90
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	531.20	479.20	449.60	578.40	467.20	538.40	431.20	406.80
PESO DEL AGUA (grs)	14.40	12.30	21.60	27.40	35.20	41.80	43.90	42.10
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	445.1	338.2	390.1	496.6	382.1	473.0	386.4	330.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	3.24	3.64	5.54	5.52	9.21	8.84	12.32	12.73
<b>% PROMEDIO</b>	<b>3.44</b>		<b>5.53</b>		<b>9.02</b>		<b>12.52</b>	


**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	3.44	5.53	9.02	12.52
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7248.00	7862.00	7788.00	7622.00
PESO DEL MOLDE (grs)	2830.00	2830.00	2830.00	2830.00
PESO DEL SUELO (grs)	4418.00	4832.00	4938.00	4792.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	2.08	2.28	2.33	2.26
<b>Densidad Seca (gr/cc)</b>	<b>2.01</b>	<b>2.16</b>	<b>2.13</b>	<b>2.01</b>

**COMPACTACION**



%Humedad optima:	<b>7.82</b>
Densidad Maxima Seca (kg/cm <sup>3</sup> ):	<b>2.17</b>



ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
LAB-COCISAM  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL  
GEOTECNIA Y MATERIALES

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"

**GEOTÉCNIA Y ENSAYO DE MATERIALES**  
**ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE**

RUC: N° 20500034007  
REGISTRO INDECOPI-CENTRO DE DATOS N° 500116190, RESOLUCIÓN N° 13892-2019

**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AMBIENTAL Y AMBIENTE

**VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.)**  
(ASIM - D 1883)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b> : J-045-2022
<b>Solicita Lugar</b> : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G. - Bach. Román García Annik J., Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Fecha</b> : 30/05/2022	<b>Muestreado por</b> : Consultor J.L.C

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222639.7219 Y=8945263.4667	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-03	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m

**COMPACTACION**

Molde N°	04	05	06
<b>N° de golpes por capa</b>	12	25	56
<b>CONDICIONES DE LA MUESTRA</b>			
	Sin saturar	Sin saturar	Sin saturar
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	11618	11730	11919
Peso del molde (gramos)	7033	7043	7032.4
Peso del suelo húmedo (grs.)	4585	4687	4886.6
Volumen del molde (cc)	2129	2108	2090.9
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.15	2.22	2.34
Densidad seca (grs./cm3)	2.00	2.07	2.17

**Tarro N°**


	1	2	3
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	385.00	455.50	424.80
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	362.40	432.10	401.80
Peso del agua (grs.)	22.60	23.40	23.00
Peso del tarro (grs.)	64.10	126.00	106.00
Peso del suelo seco (grs.)	298.30	306.10	295.80
% de humedad	7.58	7.64	7.78

**EXPANSIÓN**

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%
00.00.00		0.094	0.000	0.000	0.062	0.000	0.000	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24.00.00		0.102	0.008	0.175	0.073	0.011	0.241	0.043	0.007	0.153			
48.00.00		0.107	0.013	0.285	0.080	0.018	0.394	0.058	0.022	0.482			
72.00.00		0.114	0.020	0.438	0.085	0.023	0.504	0.063	0.027	0.591			
96.00.00		0.118	0.022	0.482	0.094	0.032	0.761	0.070	0.034	0.744			

**PENETRACIÓN**


PENETRACIÓN	MOLDE N°04 N° de Golpes			MOLDE N°05 N° de Golpes			MOLDE N°06 N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		Libras	Libras./pulg		Libras	Libras./pulg		Libras	Libras./pulg
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	125	314	105	91	230	77	88	223	74
0.050	196	489	163	202	503	168	196	488	163
0.075	241	600	200	272	677	226	308	760	253
0.100	291	725	242	350	871	290	400	994	331
0.150	367	913	304	449	1165	388	543	1348	449
0.200	412	1022	341	538	1336	445	628	1553	518
0.250	461	1145	382	616	1527	509	720	1784	595
0.300	499	1239	413	675	1674	558	791	1961	654
0.400	553	1373	458	750	1884	628	863	2214	738
0.50	605	1501	500	841	2084	695	991	2454	818

  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA CIVIL, SANITARIA, AMBIENTAL Y AMBIENTE

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C. LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH    CEL: 938877606    LAB.COCISAM@GMAIL.COM


## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

**TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"**



GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20500034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500116190, RESOLUCIÓN N° 13892-2019



**COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

**ENSAYO (C.B.R.)**  
(ASTM - D 1883)

**Proyecto** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

**Solicita** : TESISISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raul G.- Bach. Roman Garcia Annik J.  
**Lugar** : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash

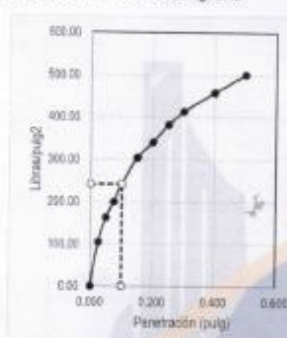
**Solicitud N°** : J-045-2022

**Fecha** : 30/05/2022  
**Muestreado por** : Consultor  
**Tecnico** : J.L.C


**DATOS DE LA MUESTRA**

**Descripción CBR** : Calicata : C-03  
**Progresiva** : X=222619.7219 Y=8545263.4667  
**Muestra** : Mab-01  
**Material** : GM  
**Profundidad** : 1.50m

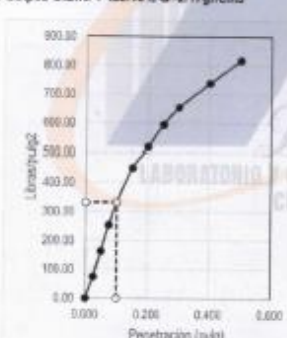
**12 Golpes-C.B.R. 1":24.15%-&=2gr/cm3**




**25 Golpes-C.B.R. 1":29.03%-&=2.07gr/cm3**




**56 Golpes-C.B.R. 1":33.13%-&=2.17gr/cm3**



**Derivada Social (gr/cm3)**



GOLPES	W. %	g./cm3	HMCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	7.58	2.00	0.48	92	24.15		95%	190%
25	7.64	2.07	0.70	95	29.03			
56	7.78	2.17	0.74	100	33.13		27.85%	33.13%



MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C. LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH


CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS


TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"

### CALICATA N° 04



GEOTÉCNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20600034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 800116190-RESOLUCIÓN N° 13892-2019



LABORATORIO Y PRODUCTORA DE INGENIERIA  
CIVIL, SANITARIA, AMBIENTAL Y AMBIENTAL

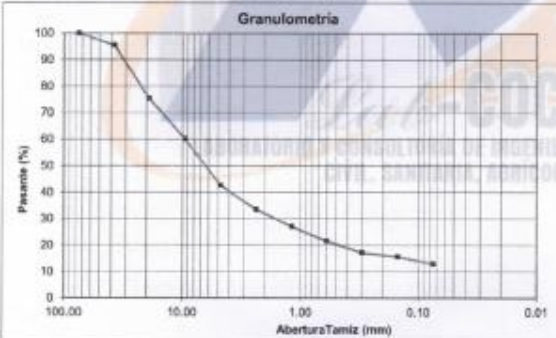
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(NTP-339.128-1999)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b>	J-045-2022
<b>Solicita Lugar</b> : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J. : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash		<b>Fecha</b> : 30/05/2022	<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Técnico</b> : J.L.C

DATOS DE LA MUESTRA			
<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222585.3924 Y=8945153.6121	<b>Material</b> :	GM
<b>Calicata</b> : C-04	<b>Muestra</b> : Mab-D1	<b>Profundidad</b> :	1.50m


DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
<b>Masa inicial seca</b> (gr)	= 6470.00	<b>% que pasa N°200</b>	= 12.92
<b>Masa Lavada y Seca</b> (gr)	= 5634.00	<b>Tamaño Max</b>	= 3"
<b>Masa Retenido 3"</b> (gr)	= 0.00		

	Abertura de tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO		
	ASTM E11	mm	Masa [gr]	%	Retenido	Pasante	
BOLONES	3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.00	
	1 1/2"	37.500	289.60	4.48	4.48	95.52	
	3/4"	19.000	1305.60	20.18	24.66	75.34	
	3/8"	9.500	985.40	15.23	39.89	60.11	
GRAVA	# 4	4.750	1132.60	17.51	57.39	42.61	
	Gruesa	# 8	2.360	589.40	9.11	66.50	33.50
	Medio	# 16	1.180	425.60	6.58	73.08	26.92
		# 30	0.600	342.10	5.29	78.37	21.63
ARENA	Fina	# 50	0.300	289.60	4.48	82.84	17.16
		# 100	0.150	99.60	1.54	84.38	15.62
		# 200	0.075	174.50	2.70	87.08	12.92
LIMOS Y ARCILLA	< 200	0.000	836.00	12.92	100.00	0.00	



DESCRIPCIÓN DE DATOS	
Limite Líquido, LL :	29.45
Limite Plástico, LP :	23.51
Ind. de plasticidad, IP :	5.94
Cont. Humedad (%) :	6.56
Clasificación SUCS :	Grava limosa con arena GM
Clasificación AASHTO :	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

% GRAVA	57.40	% Gruesa :	24.66	D60 (mm) =	9.47
		% Fina :	32.74	D30 (mm) =	1.73
% ARENA	29.69	% Gruesa :	9.11	D10 (mm) =	0.06
		% Medio :	11.87	Coefficiente uniformidad (Cu) =	163.13
% FINOS	12.92	% Fina :	8.71	Coefficiente compacidad (Cc) =	5.46



ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
ASESOR EN ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"



GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20600034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 508116190, RESOLUCIÓN N° 13892-2019



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL



**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO**  
(NTP 339.127-1998)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b>	J-045-2022
<b>Solicita</b>	: TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.		<b>Fecha</b> : 30/05/2022
<b>Lugar</b>	: Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash		<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Técnico</b> : J.L.C

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222585.3924 Y=8945153.61	<b>Material</b> :	GM
<b>Calicata</b> : C-04	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> :	1.50m

DESCRIPCION		M-01	M-02
Peso Suelo Humedo + Contenedor	Mcws	808.60	1345.80
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	764.20	1285.40
Peso Contenedor	Mc	83.20	369.40
Peso Suelo Seco (Ms=Mcs - Mc)	Ms	681.00	916.00
Peso del Agua (Mw=Mcws - Mcs)	Mw	44.40	60.40
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	6.52	6.59

<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>	<b>6.56</b>
-----------------------------	-------------



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL



ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
ASESOR  
REGISTRO PROFESIONAL EN INGENIERIA

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"



### LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (NTP 339.129-1999)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b>   J-045-2022
<b>Solicitante</b> : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.	<b>Fecha</b> : 30/05/2022	
<b>Lugar</b> : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Técnico</b> : J.L.C	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222585.3924 Y=8945153.6121	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-04	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3	4
N° de frasco	1	2	3	4
N° de golpes	13	22	30	35
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	27.68	26.86	28.99	34.18
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	24.60	23.89	26.13	30.60
(3) Peso del Recipiente (gr)	14.88	14.25	16.07	17.78
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	3.08	2.97	2.86	3.58
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	9.72	9.64	10.06	12.82
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	31.69	30.81	28.43	27.93



#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2
N° de frasco		
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	28.36	29.12
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	26.53	27.05
(3) Peso del Recipiente (gr)	18.88	18.09
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	1.83	2.07
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	7.65	8.96
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	23.92	23.10

Límite Líquido (L.L.) = 29.45 | Límite Plástico (L.P.) = 23.51 | Índice Plasticidad (I.P.) = 5.94



## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"

GEOTÉCNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20600034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500116190 RESOLUCIÓN N° 13892-2019

**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

**PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO**  
(NTP 339.131-1998)

Solicitud N° J-045-2022

<b>Proyecto</b>	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		
<b>Solicita</b>	: TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.		<b>Fecha</b> : 30/05/2022
<b>Lugar</b>	: Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash		<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Tecnico</b> : J.L.C

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222585.3924 Y=8945153.61	<b>Materia</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-04	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m


MUESTRA DE ENSAYO	M-01	M-02
Porción de muestra de ensayo	Pasa Malla #4	Pasa Malla #4
Tipo de frasco Utilizado	Picnometro 500 ml	Picnometro 500 ml
Masa picnometro + agua gr (Ma)	659.70	658.40
Masa picnometro + agua + suelo (Mb)	731.20	733.60
Masa muestra seco al horno + recip. gr (A)	130.00	130.00
Masa recipiente gr (B)	130.00	130.00
Masa muestra de suelo seco al horno (Mo=A-B)	130.00	130.00
Peso Especifico relativo de solidos $(Gs = Ma / (Mb - (Ma - Mo)))$	2.22	2.27
<b>PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)</b>	<b>2.30</b>	

**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

  
ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
DIRECTOR GENERAL  
INGENIERIA Y FUNDACIONES AMBIENTALES


LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ.-C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH     CEL: 938877606     LAB.COCISAM@GMAIL.COM

**ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS**  
**TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"**



GEOTÉCNICA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20800034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 50010190-RESOLUCIÓN N° 13892-2019



LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

**PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D 1557)

**Proyecto** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

**Solicita** : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.  
**Lugar** : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash

**Solicitud N°** : J-045-2022

**Fecha** : 30/05/2022  
**Muestreado por** : Consultor  
**Técnico** : J.L.C

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222585.3924 Y=8945153.6121	<b>Material</b> : GMA
<b>Calicata</b> : C-04	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m

<b>N° GOLPES/CAPA</b> :	= 56.00	<b>DIMENSIONES DEL MOLDE</b>	
<b>N° CAPAS</b> :	= 5.00	<b>Altura</b> :	11.60 cm
<b>Peso Martillo</b> :	= 4.54	<b>Diametro</b> :	15.34 cm
		<b>Peso Molde</b> :	2830.0 kg
		<b>Volumen</b> :	2123 cm3

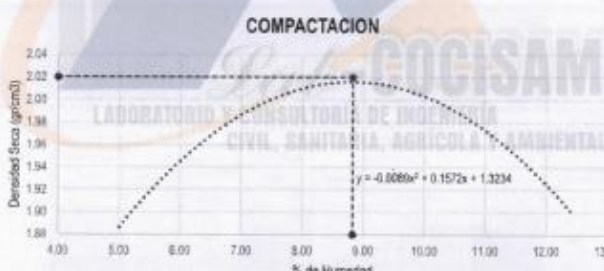
**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA N°01	M-01	M-02	M-03	M-04
PESO DEL TARRO (grs)	68.80	51.70	67.80	135.20
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA	438.80	369.20	539.20	496.50
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	421.50	353.80	503.90	471.30
PESO DEL AGUA (grs)	17.30	15.40	35.30	25.20
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	352.7	302.1	436.1	336.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.91	5.10	8.09	7.50
<b>% PROMEDIO</b>	<b>5.00</b>	<b>7.80</b>	<b>9.39</b>	<b>12.40</b>


**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	5.00	7.80	9.39	12.40
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7038.00	7409.00	7518.00	7364.00
PESO DEL MOLDE (grs)	2830.00	2830.00	2830.00	2830.00
PESO DEL SUELO (grs)	4208.00	4579.00	4688.00	4534.00
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm3)	1.98	2.16	2.21	2.14
<b>Densidad Seca (gr/cc)</b>	<b>1.89</b>	<b>2.00</b>	<b>2.02</b>	<b>1.90</b>

**COMPACTACION**



%Humedad optima:	<b>8.83</b>
Densidad Maxima Seca (kg/cm3):	<b>2.02</b>



ING. J. L. C. ALVARO J. MEZA RIVAS  
PROFESOR Y ENSEÑANTE DE MATERIALES

LABORATORIO: VILLON ALTO MZ. C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606


LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"

GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20600034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500116100-RESOLUCIÓN N° 13892-2019



LAB-COCISAM  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

**VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.)**  
(ASTM - D 1883)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b> : J-045-2022	
<b>Solicita</b> : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.		<b>Fecha</b> : 30/05/2022	
<b>Lugar</b> : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash		<b>Muestreado por</b> : Consultor	
		<b>Técnico</b> : J.L.C	


DATOS DE LA MUESTRA			
<b>Descripción</b> : C&R	<b>Progresiva</b> : X-222585.3924 Y-8945153.6121	<b>Material</b> : GM	<b>Profundidad</b> : 1.50m
<b>Calicata</b> : C-04	<b>Muestra</b> : Mab-01		

COMPACTACION			
Molde N°	04	05	06
<b>N° de golpes por capa</b>	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
	Sin saturar	Sin saturar	Sin saturar
<b>Peso del molde + suelo húmedo (grs)</b>	11311	11491	11647
<b>Peso del molde (gramos)</b>	7029	7030.8	7030.8
<b>Peso del suelo húmedo (grs.)</b>	4282	4460.2	4616.2
<b>Volumen del molde (cc)</b>	2129	2090.9	2090.9
<b>Densidad húmeda (grs./cm3)</b>	2.01	2.13	2.21
<b>Densidad seca (grs./cm3)</b>	1.84	1.95	2.02

Tarro N°	1	2	3
<b>Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)</b>	434.60	515.70	417.60
<b>Peso del tarro + suelo seco (grs.)</b>	423.10	480.80	388.20
<b>Peso del agua (grs.)</b>	31.50	34.90	29.40
<b>Peso del tarro (grs.)</b>	89.50	112.90	73.50
<b>Peso del suelo seco (grs.)</b>	333.60	367.90	314.70
<b>% de humedad</b>	9.44	9.49	9.34

EXPANSIÓN												
FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN	
		DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	%	DIAL	Mm.	Mm.	%	
06.00.00		0.002	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
24.00.00		0.003	0.001	0.022	0.003	0.002	0.044	0.004	0.004	0.004	0.088	
48.00.00		0.004	0.002	0.044	0.006	0.005	0.109	0.008	0.008	0.008	0.175	
72.00.00		0.004	0.002	0.044	0.008	0.007	0.153	0.011	0.011	0.011	0.241	
96.00.00		0.005	0.003	0.088	0.010	0.008	0.197	0.015	0.015	0.015	0.328	

PENETRACION											
PENETRACION	MOLDE Nº01-Nº de Golpes			MOLDE Nº02-Nº de Golpes			MOLDE Nº03-Nº de Golpes				
	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION			
		DIAL	Libras.		Libras./psi	DIAL		Libras.	Libras./psi	DIAL	Libras.
0.000			0.00			0.00			0.00		
0.025	210	523	174	220	549	183	232	577	192		
0.050	237	591	197	257	641	214	280	696	232		
0.075	266	662	221	296	736	245	310	820	273		
0.100	296	736	245	337	837	279	382	949	316		
0.150	356	886	296	418	1039	346	487	1210	403		
0.200	415	1030	343	497	1234	411	589	1461	467		
0.250	483	1149	383	582	1395	465	673	1669	556		
0.300	506	1257	419	621	1540	513	753	1857	622		
0.400	564	1399	466	699	1733	578	850	2106	702		
0.50	593	1470	490	736	1829	610	896	2229	743		



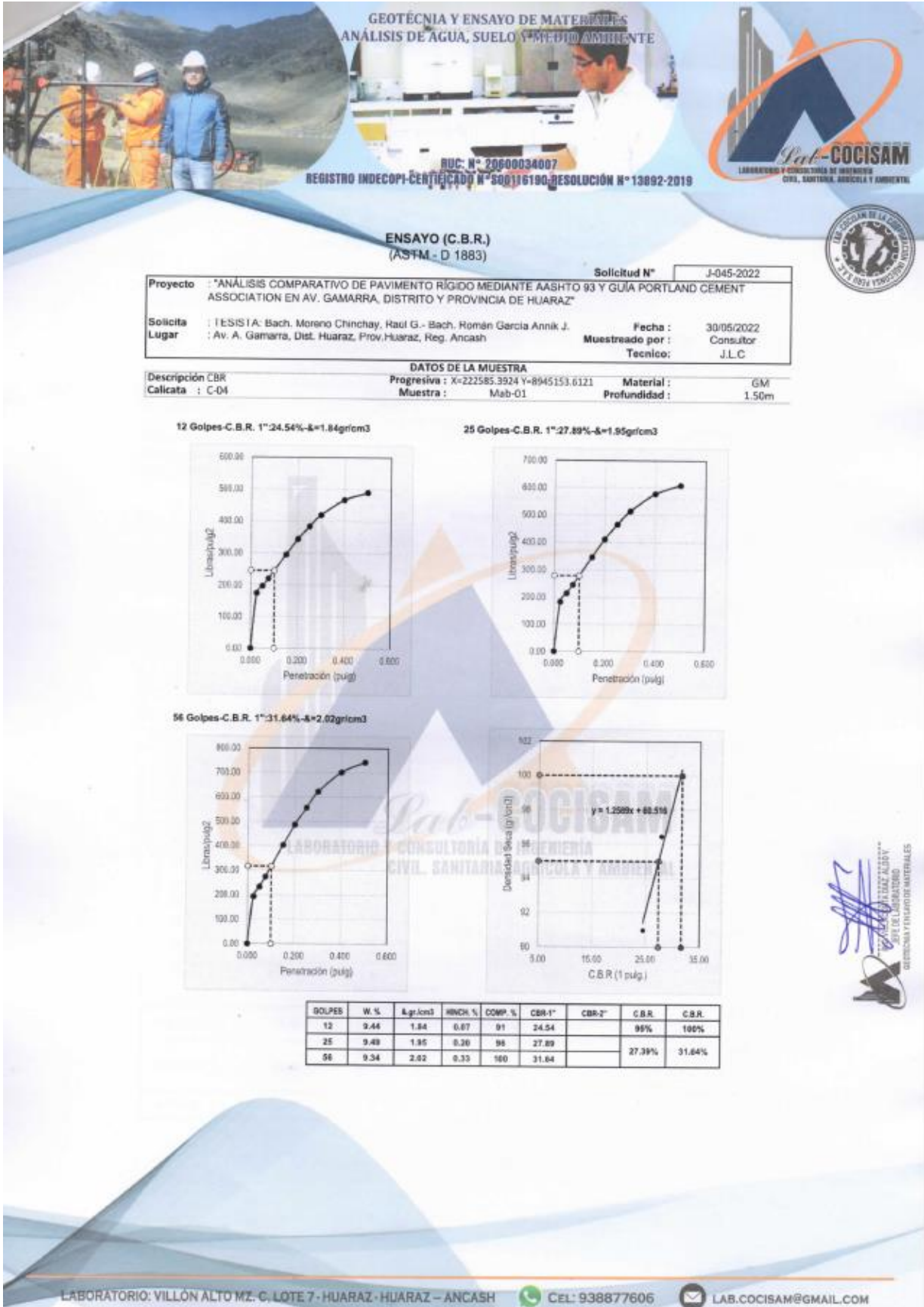
ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ.-C. LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606    LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"




## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"


CALICATA N° 05

GEOTÉCNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

BUC: N° 20500034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 509116190, RESOLUCIÓN N° 13092-2019



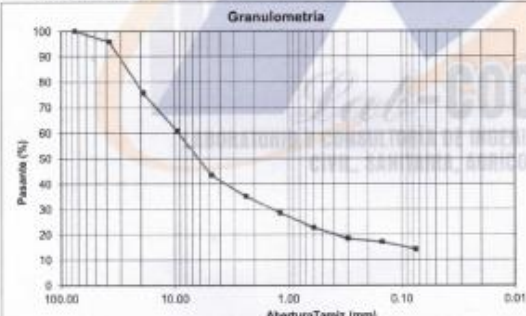
LABORATORIO Y PRODUCTORA DE INGENIERIA  
CIVIL, SANITARIA, AGRICOLA Y AMBIENTAL



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 339.128-1999)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b> : J-045-2022
<b>Solicita Lugar</b> : TESTISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raul G.- Bach. Román García Annik J. : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Fecha</b> : 30/05/2022 <b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Técnico</b> : J.L.C	
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
<b>Descripción</b> : CBR <b>Calicata</b> : C-05	<b>Progresiva</b> : X=222528.8773 Y=8945033.7786 <b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Material</b> : GM <b>Profundidad</b> : 1.50m
<b>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA</b>		
<b>Masa inicial seca (gr)</b> = 6480.00	<b>% que pasa N°200</b> = 14.19	
<b>Masa Lavada y Seca (gr)</b> = 5560.70	<b>Tamaño Max</b> = 3"	
<b>Masa Retenido 3" (gr)</b> = 0.00		

	Abertura de tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
	ASTM E11	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Pasante
BOLONES	3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.00
	1 1/2"	37.500	274.10	4.23	4.23	95.77
	3/4"	19.000	1300.00	20.06	24.29	75.71
	3/8"	9.500	975.20	15.05	39.34	60.66
GRAVA	Fina # 4	4.750	1113.20	17.18	56.52	43.48
	Gruesa # 8	2.360	542.30	8.37	64.89	35.11
ARENA	Gruesa # 16	1.180	425.10	6.56	71.45	28.55
	Media # 30	0.600	375.40	5.79	77.24	22.76
	# 50	0.300	274.50	4.24	81.48	18.52
	Fina # 100	0.150	95.60	1.48	82.95	17.05
	# 200	0.075	185.30	2.86	85.81	14.19
LIMOS Y ARCILLA	< 200	0.000	919.30	14.19	100.00	0.00




**Granulometría**

Y-axis: Pasante (%)  
X-axis: Abertura Tamiz (mm)

DESCRIPCIÓN DE DATOS	
Limite Líquido, LL :	29.05
Limite Plástico, LP :	23.43
Ind. de plasticidad, IP :	5.62
Cont. Humedad (%) :	6.47
Clasificación SUCS :	Grava limosa con arena GM
Clasificación AASHTO :	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

% GRAVA	56.52	% Gruesa :	24.29	D60 (mm) =	9.32
		% Fina :	32.23	D30 (mm) =	1.44
% ARENA	29.29	% Gruesa :	8.37	D10 (mm) =	0.05
		% Media :	12.35	Coefficiente uniformidad (Cu) =	176.25
		% Fina :	8.57	Coefficiente compacidad (Cc) =	4.21
% FINOS	14.19				



ING. J. L. MEZA RIVAS  
JEFE DE LABORATORIO  
GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"



GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20600034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 900116106-RESOLUCIÓN N° 13892-2019



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL



**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO**  
(NTP 339.127-1998)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"	<b>Solicitud N°</b> : J-045-2022
<b>Solicita</b> : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G. - Bach. Román García Annik J.	<b>Fecha</b> : 30/05/2022
<b>Lugar</b> : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor Técnico: J.L.C

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222528.8773 Y=8945033.77	<b>Material</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-05	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m

DESCRIPCION		M-01	M-02
Peso Suelo Humedo + Contenedor	Mcws	809.40	1346.20
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	765.80	1286.20
Peso Contenedor	Mc	83.20	369.40
Peso Suelo Seco (Ms=Mcs - Mc)	Ms	682.60	916.80
Peso del Agua (Mw=Mcws - Mcs)	Mw	43.60	60.00
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	6.39	6.54
<b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b>		<b>6.47</b>	



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL



MAG. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
ASESOR DE LABORATORIO  
GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C. LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"



### LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (NTP 339.129-1999)

<b>Proyecto</b>	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b>	J-045-2022
<b>Solicita Lugar</b>	: TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J. : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash		<b>Fecha</b>	: 30/05/2022
			<b>Muestreado por</b>	: Consultor
			<b>Técnico</b>	: J.L.C

DATOS DE LA MUESTRA					
<b>Descripción</b>	: CBR	<b>Progresiva</b>	: X=222578.8773 Y=8945033.7786	<b>Material</b>	: GM
<b>Calicata</b>	: C-05	<b>Muestra</b>	: Mab-01	<b>Profundidad</b>	: 1.50m

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE LÍQUIDO			
	1	2	3	4
N° de frasco	1	2	3	4
N° de golpes	13	22	30	35
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	27.72	26.89	28.86	34.25
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	24.63	23.91	26.15	30.65
(3) Peso del Recipiente (gr)	14.88	14.25	16.07	17.78
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	3.09	2.98	2.71	3.60
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	9.75	9.66	10.08	12.87
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	31.69	30.85	26.88	27.97



#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

ENSAYO DE LABORATORIO / DATOS	LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2
N° de frasco	1	2
(1) P. Suelo Húmedo + Rec. (gr)	28.40	29.18
(2) P. Suelo Seco + Rec. (gr)	26.58	27.09
(3) Peso del Recipiente (gr)	18.88	18.09
(4) Peso del agua (gr) (1) - (2)	1.82	2.09
(5) P. Suelo Seco (gr) (2) - (3)	7.70	9.00
(6) C. de Humedad (%) (4) / (5)	23.64	23.22

Límite Líquido (L.L.) = 29.05 | Límite Plástico (L.P.) = 23.43 | Índice Plasticidad (I.P.) = 5.62

## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"



GEOTÉCNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20600034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500116190-RESOLUCIÓN N° 13892-2019



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

**PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SOLIDAS DE UN SUELO**  
(NTP-339.131-1998)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"	<b>Solicitud N°</b> J-045-2022
<b>Solicita</b> : TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G - Bach. Román García Annik J.	<b>Fecha</b> : 30/05/2022
<b>Lugar</b> : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b> : Consultor <b>Técnico</b> : J.L.C

DATOS DE LA MUESTRA		
Descripción : CBR	Progresiva : X=222528.8773 Y=8945033.7;	Material : GM
Calicata : C-05	Muestra : Mab-01	Profundidad : 1.50m

MUESTRA DE ENSAYO	M-01	M-02
Porción de muestra de ensayo	Pasa Malla #4	Pasa Malla #4
Tipo de frasco Utilizado	Picnometro 500 ml	Picnometro 500 ml
Masa picnometro + agua	660.70	659.40
Masa picnometro + agua + suelo	731.20	733.60
Masa muestra seco al horno + recip.	130.00	130.00
Masa recipiente	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (Mo=A-B)	130.00	130.00
Peso Especifico Relativo de Solidos (Gs=Mo/(M0+(Ma-Mb))	2.18	2.33

<b>PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SOLIDOS (Gs)</b>	<b>2.26</b>
---	-------------



**Lab-COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL



ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
ASESOR TÉCNICO DE MUESTREO

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C, LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH


CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM




## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

**TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"**



**GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES**  
**ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE**

RUC: N° 29500034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° S00116190-RESOLUCIÓN N° 13092-2019



**COCISAM**  
LABORATORIO Y CONSULTORA DE INGENIERIA  
CIVIL, SANITARIA, AGRICOLA Y AMBIENTAL

**PROCTOR MODIFICADO**  
(ASTM D 1557)

**Proyecto** : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"

**Solicita** : TESISISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.

**Lugar** : Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash

**Solicitud N°** : J-045-2022

**Fecha** : 30/05/2022

**Muestreado por** : Consultor

**Técnico** : J.L.C

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Descripción</b> : CBR	<b>Progresiva</b> : X=222528.8773 Y=8945033.7786	<b>Materia</b> : GM
<b>Calicata</b> : C-05	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> : 1.50m

<b>N° GOLPES/CAPA:</b>	= 56.00	<b>DIMENSIONES DEL MOLDE</b>	
<b>N° CAPAS:</b>	= 5.00	<b>Altura:</b>	11.60 cm
<b>Peso Martillo:</b>	= 4.54	<b>Diametro:</b>	15.34 cm
		<b>Peso Molde:</b>	2830.0 kg
		<b>Volumen:</b>	2123 cm <sup>3</sup>

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

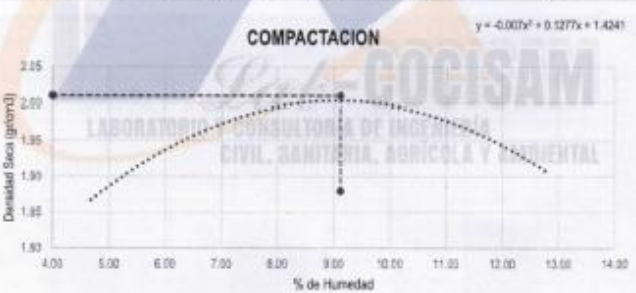
MUESTRA N°01	M-01		M-02		M-03		M-04	
PESO DEL TARRO (grs)	68.80	51.70	67.80	135.20	135.00	50.60	67.00	68.10
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	440.20	372.10	542.10	496.50	678.20	602.40	678.40	462.30
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	423.60	357.80	505.60	473.50	630.20	556.60	609.70	416.60
PESO DEL AGUA (grs)	16.60	14.30	36.50	25.00	48.00	43.80	68.70	45.50
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	354.8	306.1	437.8	338.3	495.2	508.0	542.7	348.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.68	4.67	8.34	7.39	9.69	8.62	12.66	13.05
<b>% PROMEDIO</b>	<b>4.68</b>		<b>7.86</b>		<b>9.16</b>		<b>12.85</b>	

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**


CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.68	7.86	9.16	12.85
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	7030.00	7099.00	7760.00	7348.00
PESO DEL MOLDE (grs)	2830.00	2830.00	2830.00	2830.00
PESO DEL SUELO (grs)	4200.00	4269.00	4930.00	4518.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )	1.98	2.01	2.32	2.13
<b>Densidad Seca (grs/cc)</b>	<b>1.89</b>	<b>1.86</b>	<b>2.13</b>	<b>1.89</b>

**COMPACTACION**

$y = -0.007x^2 + 0.1277x + 1.4241$



%Humedad optima:	<b>9.12</b>
Densidad Maxima Seca (kg/cm <sup>3</sup> ):	<b>2.01</b>



ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
CERTIFICADO LABORATORIO  
DE INGENIERIA DE MATERIALES

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ.-C. LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM


## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO  
MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT  
ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE  
HUARAZ"

**GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES**  
**ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE**

RUC: N° 2060034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500116190-3 RESOLUCIÓN N° 13892-2019

**Per-COCISAM**  
LABORATORIO DE CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
CIVIL, SANITARIA, AGRÍCOLA Y AMBIENTAL



**VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.)**  
(ASTM - D 1883)

Solicitud N° J-045-2022

<b>Proyecto</b>	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		
<b>Solicita</b>	: TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G.- Bach. Román García Annik J.	<b>Fecha</b>	: 30/05/2022
<b>Lugar</b>	: Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov Huaraz, Reg. Ancash	<b>Muestreado por</b>	: Consultor
		<b>Técnico</b>	: J.L.C

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Descripción</b>	: CBR	<b>Progresiva</b>	: X=222528.8773 Y=8945033.7786	<b>Material</b>	: GM
<b>Calicata</b>	: C-05	<b>Muestra</b>	: Mab-01	<b>Profundidad</b>	: 1.50m

**COMPACTACION**

Molde N°	04	05	06
<b>N° de golpes por capa</b>	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA			
	Sin saturar	Sin saturar	Sin saturar
Peso del molde + suelo húmedo (grs.)	11312	11493	11618
Peso del molde (gramos)	7028	7028.4	7028.5
Peso del suelo húmedo (grs.)	4284	4464.6	4589.5
Volumen del molde (cc)	2129	2090.9	2090.9
Densidad húmeda (grs./cm3)	2.01	2.14	2.19
Densidad seca (grs./cm3)	1.86	1.97	2.01

**Tarro N°**


	1	2	3
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	448.90	504.70	413.90
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	422.60	475.20	385.60
Peso del agua (grs.)	26.30	29.50	28.30
Peso del tarro (grs.)	89.50	112.90	73.50
Peso del suelo seco (grs.)	333.10	362.30	312.10
% de humedad	7.90	8.14	9.07

**EXPANSIÓN**

FECHA	TIEMPO	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN		
		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN Mm.	%	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN Mm.	%	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN Mm.	
00.00.00		0.005	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	
24.00.00		0.008	0.003	0.066	0.004	0.001	0.022	0.008	0.008	
48.00.00		0.090	0.085	1.861	0.008	0.005	0.109	0.090	1.971	
72.00.00		0.085	0.080	1.971	0.010	0.007	0.193	0.013	0.285	
96.00.00		0.096	0.091	1.993	0.020	0.017	0.372	0.018	0.394	

**PENETRACIÓN**


PENETRACIÓN	MOLDE Nº01-N° de Golpes			MOLDE Nº02-N° de Golpes			MOLDE Nº03-N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg.		Libras.	Libras./pulg.		Libras.	Libras./pulg.
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	234	563	194	224	559	196	207	517	172
0.050	262	651	217	291	651	217	258	636	212
0.075	290	722	241	300	746	249	305	760	253
0.100	320	796	265	341	847	282	358	889	296
0.150	381	946	315	422	1049	350	483	1150	383
0.200	439	1090	363	501	1244	415	565	1401	467
0.250	487	1209	403	566	1405	468	649	1609	536
0.300	531	1317	439	625	1550	517	729	1807	602
0.400	588	1459	486	703	1743	581	826	2046	682
0.50	617	1530	510	742	1839	613	875	2169	723

  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 500116190-3

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C. LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH  
CEL: 938877606  
LAB.COCISAM@GMAIL.COM


## ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"



GEOTÉCNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
ANÁLISIS DE AGUA, SUELO Y MEDIO AMBIENTE

RUC: N° 20600034007  
REGISTRO INDECOPI-CERTIFICADO N° 590116190-RESOLUCIÓN N° 13892-2019



LABORATORIO Y CONSULTORIA DE INGENIERIA CIVIL, SANITARIA, AMBIENTAL Y AMBIENTE

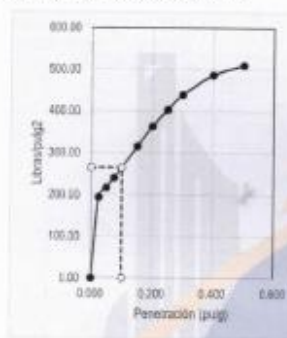
**ENSAYO (C.B.R.)**  
(ASTM - D 1883)

<b>Proyecto</b> : "ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE AASHTO 93 Y GUÍA PORTLAND CEMENT ASSOCIATION EN AV. GAMARRA, DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARAZ"		<b>Solicitud N°</b>	J-045-2022
<b>Solicita</b>	TESISTA: Bach. Moreno Chinchay, Raúl G - Bach. Román García Annik J.		<b>Fecha</b> :
<b>Lugar</b>	Av. A. Gamarra, Dist. Huaraz, Prov. Huaraz, Reg. Ancash		<b>Muestreado por</b> :
			Consultor J.L.C

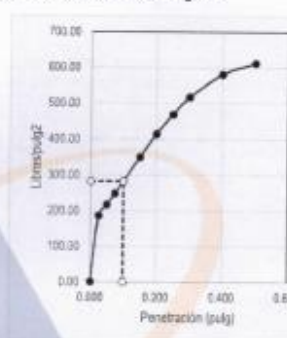
**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Descripción CBR</b>	Progresiva : X=222528.8773 Y=8945033.7786	<b>Materia</b> :	GM
<b>Calicata</b> : C-05	<b>Muestra</b> : Mab-01	<b>Profundidad</b> :	1.50m

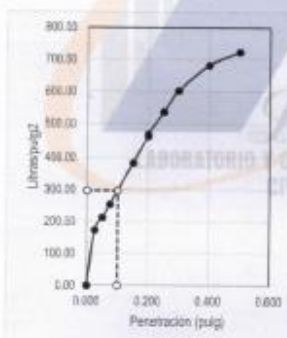
**12 Golpes-C.B.R. 1":26.54%-&=1.86gr/cm3**

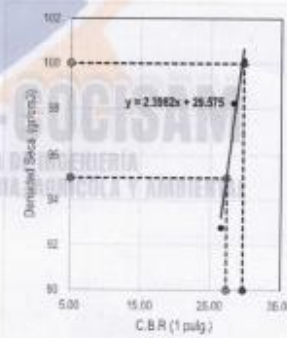


**25 Golpes-C.B.R. 1":28.23%-&=1.97gr/cm3**




**56 Golpes-C.B.R. 1":29.64%-&=2.01gr/cm3**





$y = 2.3862x + 29.575$

GOLPES	W. %	&gr/cm3	HWCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	7.90	1.86	1.86	93	26.54		95%	100%
25	8.14	1.97	6.37	98	28.23			
56	9.67	2.01	6.39	100	29.64		27.28%	29.64%



ING. JORGE LUIS MEZA RIVAS  
ASESOR DEL LABORATORIO  
SECCION TECNICA DE MATERIALES

LABORATORIO: VILLÓN ALTO MZ. C. LOTE 7 - HUARAZ - HUARAZ - ANCASH

CEL: 938877606

LAB.COCISAM@GMAIL.COM



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, JORGE LUIS MEZA RIVAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Análisis comparativo de pavimento rígido mediante AASHTO 93 y guía Portland Cement Association en Av. Gamarra, Distrito y Provincia de Huaraz", cuyos autores son MORENO CHINCHAY RAUL GRACIANO, ROMAN GARCIA ANNIK JAMIRA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado 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 César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

HUARAZ, 06 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
JORGE LUIS MEZA RIVAS <b>DNI:</b> 17902304 <b>ORCID:</b> 0000-0002-4258-4097	Firmado electrónicamente por: JLMEZAR el 14-12- 2022 06:31:08

Código documento Trilce: TRI - 0475259