



Universidad  
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Carpeta asfáltica reciclada y base granular  
reciclada para la conformación de una subbase  
granular óptima en la Av. Próceres del distrito  
de Chilca, provincia de Huancayo**

**Luis Alberto Argumedo Solorzano**

Huancayo, 2019

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil



Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

**ASESOR**

Ing. AUGUSTO ELIAS GARCÍA CORZO

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo expresar en estas líneas muestras de agradecimiento:

A MIS PADRES,

Porque a pesar de mis defectos nunca dejan de confiar en mí y porque lo que soy ahora y lo que seré mañana es y será el vivo reflejo de sus enseñanzas.

A MI HERMANA,

Porque siempre está un paso adelante y siempre será sinónimo de ejemplo y apoyo incondicional.

## **DEDICATORIA**

A todas las personas que estuvieron presentes en cada etapa de mi vida, pero en especial a aquellas que dejaron huella en mi mente y corazón porque a pesar de la distancia sé que siempre podre llamarlos amigos o familia, y porque además de ser una buena compañía aportaron con su granito de arena en la formación de mi personalidad y profesionalismo.

## ÍNDICE

<b>PORTADA</b>	.....	i
<b>ASESOR</b>	.....	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	.....	iii
<b>DEDICATORIA</b>	.....	iv
<b>ÍNDICE</b>	.....	v
<b>LISTA DE TABLAS</b>	.....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	.....	x
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b>	.....	xii
<b>LISTA DE ECUACIONES</b>	.....	xiii
<b>RESUMEN</b>	.....	xiv
<b>ABSTRACT</b>	.....	xv
<b>INTRODUCCIÓN</b>	.....	xvi
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO</b>	.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	.....	1
1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	.....	1
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	.....	2
1.2. OBJETIVOS	.....	3
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	.....	3
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	.....	3
1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	.....	4
1.4.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	.....	4
1.4.2. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	.....	5
1.5. DELIMITACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN	.....	6
1.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	.....	7
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	.....	9
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	.....	9
2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	.....	12

2.3. BASES TEÓRICAS	13
2.3.1. PAVIMENTOS	13
2.3.2. PAVIMENTOS FLEXIBLES	14
2.3.3. ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS	16
2.3.4. MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA PAVIMENTOS	30
2.3.5. ESTUDIO DE TRÁFICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS	34
2.3.6. DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES	44
2.3.7. MÉTODO DE DISEÑO AASHTO 93	44
2.3.8. PERIODO DE DISEÑO	46
2.3.9. VARIABLES DE DISEÑO DEL MÉTODO AASHTO '93	47
2.3.10. RECICLADO DE PAVIMENTOS	59
2.3.11. GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	61
<b>CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO</b>	64
3.1. UBICACIÓN DEL AREA EN ESTUDIO	64
3.2. GEOGRAFÍA DE LA ZONA	66
3.3. POBLACIÓN	66
3.4. DESCRIPCIÓN DE LA AVENIDA EN ESTUDIO	67
3.5. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN EXISTENTE	67
<b>CAPÍTULO IV: PROCESOS Y RESULTADOS DE ENSAYOS EN LABORATORIO</b>	70
4.1. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DEL MATERIAL A RECICLAR	70
4.2. ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO	72
4.2.1. CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA	72
4.2.2. BASE GRANULAR RECICLADA	82
4.2.3. COMBINACIONES ENTRE CARPETA ASFÁLTICA Y BASE GRANULAR	111
<b>CAPÍTULO V: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL NUEVO Y RECICLADO</b>	117

5.1. ANÁLISIS DE LA SUBRASANTE	117
5.2. ESTUDIO DE TRÁFICO DE LA AV. PRÓCERES	119
5.3. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL NUEVO	121
5.4. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLADO	123
<b>CAPÍTULO VI: METRADOS, PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN AL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE</b>	129
6.1. PARTIDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE	129
6.2. METRADO DE PARTIDAS	130
6.2.1. METRADO DE PARTIDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL NUEVO	130
6.2.2. METRADO DE PARTIDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLADO	131
6.3. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS	134
6.4. PRESUPUESTO	137
6.4.1. PRESUPUESTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL NUEVO	138
6.4.2. PRESUPUESTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLADO	139
6.5. ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN AL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE	140
<b>CONCLUSIONES</b>	143
<b>RECOMENDACIONES</b>	145
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	146
<b>ANEXOS</b>	149



## LISTA DE TABLAS

Tabla N°	1	:	Operacionalización de variables	.....	6
Tabla N°	2	:	Empresas de transporte público que transitan por la av. Próceres	.....	67
Tabla N°	3	:	Codificación de muestras extraídas	.....	72
Tabla N°	4	:	Resultados de la extracción cuantitativa de asfalto de la muestra N° 1	.....	74
Tabla N°	5	:	Resultados de la extracción cuantitativa de asfalto de la muestra N° 3	.....	74
Tabla N°	6	:	Resultados de la extracción cuantitativa de asfalto de la muestra N° 5	.....	74
Tabla N°	7	:	Resultados de la extracción cuantitativa de asfalto de la muestra N° 7	.....	75
Tabla N°	8	:	Resultados de la extracción cuantitativa de asfalto de la muestra N° 9	.....	75
Tabla N°	9	:	Resultados del ensayo de extracción cuantitativa de asfalto	.....	75
Tabla N°	10	:	Análisis Granulométrico Por Tamizado De Muestra 01	.....	77
Tabla N°	11	:	Análisis Granulométrico Por Tamizado De Muestra 03	.....	78
Tabla N°	12	:	Análisis Granulométrico Por Tamizado De Muestra 05	.....	79
Tabla N°	13	:	Análisis Granulométrico Por Tamizado De Muestra 07	.....	80
Tabla N°	14	:	Análisis Granulométrico Por Tamizado De Muestra 09	.....	81
Tabla N°	15	:	Análisis granulométrico por tamizado de muestra 02	.....	84
Tabla N°	16	:	Análisis granulométrico por tamizado de muestra 04	.....	85
Tabla N°	17	:	Análisis granulométrico por tamizado de muestra 06	.....	86
Tabla N°	18	:	Análisis granulométrico por tamizado de muestra 08	.....	87
Tabla N°	19	:	Análisis granulométrico por tamizado de muestra 10	.....	88
Tabla N°	20	:	Clasificación SUCS de las muestras de base reciclada	.....	90
Tabla N°	21	:	Ensayo de humedad natural de muestra 02	.....	91
Tabla N°	22	:	Ensayo de humedad natural de muestra 04	.....	91
Tabla N°	23	:	Ensayo de humedad natural de muestra 06	.....	92
Tabla N°	24	:	Ensayo de humedad natural de muestra 08	.....	92
Tabla N°	25	:	Ensayo de humedad natural de muestra 10	.....	92
Tabla N°	26	:	Cuadro resumen de resultados de contenidos de humedad	.....	93
Tabla N°	27	:	Ensayo proctor modificado de la muestra 02	.....	95
Tabla N°	28	:	Ensayo proctor modificado de la muestra 04	.....	96
Tabla N°	29	:	Ensayo proctor modificado de la muestra 06	.....	97
Tabla N°	30	:	Ensayo proctor modificado de la muestra 08	.....	98
Tabla N°	31	:	Ensayo proctor modificado de la muestra 10	.....	99
Tabla N°	32	:	Resumen de los resultados finales del proctor modificado	.....	100
Tabla N°	33	:	Resultados de compactación del ensayo CBR de la muestra 02	.....	102
Tabla N°	34	:	Resultados de compactación del ensayo CBR de la muestra 04	.....	102
Tabla N°	35	:	Resultados de compactación del ensayo CBR de la muestra 06	.....	102
Tabla N°	36	:	Resultados de compactación del ensayo CBR de la muestra 08	.....	103
Tabla N°	37	:	Resultados de compactación del ensayo CBR de la muestra 10	.....	103
Tabla N°	38	:	Resumen de resultados de densidad específica seca para ensayo CBR	.....	103

Tabla N° 39	:	Resumen de resultados de CBR a 0.1" y 0.2" de penetración	.....	104
Tabla N° 40	:	Resultados de CBR promedio final de la base granular	.....	109
Tabla N° 41	:	Resultados del ensayo de límites de consistencia de base granular reciclada	.....	110
Tabla N° 42	:	Resultados del ensayo de abrasión los ángeles de base granular reciclada	.....	110
Tabla N° 43	:	Resultados del ensayo de equivalente de arena de base granular reciclada	.....	110
Tabla N° 44	:	Resultados del ensayo de partículas chatas y alargadas de base granular reciclada	.....	111
Tabla N° 45	:	Combinaciones de carpeta asfáltica reciclada y base granular reciclada	.....	111
Tabla N° 46	:	Promedio de valores de CBR de las combinaciones	.....	112
Tabla N° 47	:	VARIABLES DE DISEÑO PARA EL CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES A PARTIR DEL AÑO 2016	.....	120
Tabla N° 48	:	VARIABLES DE DISEÑO PARA EL CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES A PARTIR DEL AÑO 2019	.....	120
Tabla N° 49	:	Tabla resumen de espesores obtenidos en el diseño de pavimentos	.....	125
Tabla N° 50	:	Tabla resumen del estudio de suelos	.....	126
Tabla N° 51	:	Listado de partidas para colocación de carpeta asfáltica, base y subbase	.....	130
Tabla N° 52	:	Planilla de metrados de pavimento flexible con material nuevo	.....	131
Tabla N° 53	:	Volumen a obtener del reciclado de carpeta asfáltica y base granular	.....	132
Tabla N° 54	:	Planilla de metrados de pavimento flexible con material reciclado	.....	133
Tabla N° 55	:	Análisis de costos unitarios	.....	134
Tabla N° 56	:	Presupuesto del pavimento flexible con material nuevo	.....	138
Tabla N° 57	:	Presupuesto del pavimento flexible con subbase granular conformada por material reciclado	.....	139
Tabla N° 58	:	Cuadro comparativo de costos	.....	140
Tabla N° 59	:	Cantidad de material reducido	.....	141
Tabla N° 60	:	Cantidad de material reutilizado	.....	141

## LISTA DE FIGURAS

Figura N°	1	:	Estructura de un pavimento flexible	.....	14
Figura N°	2	:	Excavación de una Calicata	.....	18
Figura N°	3	:	Clasificación de suelos según el índice de plasticidad	.....	21
Figura N°	4	:	Carta de clasificación SUCS	.....	21
Figura N°	5	:	Carta de clasificación AASHTO	.....	22
Figura N°	6	:	Clasificación de suelos según equivalente de arena	.....	23
Figura N°	7	:	Curva de compactación del proctor modificado	.....	26
Figura N°	8	:	Categorías de Subrasante	.....	30
Figura N°	9	:	Huso para subbase y subbase granular	.....	31
Figura N°	10	:	Rangos granulométricos para materiales de base y subbase granulares (MTC)	.....	32
Figura N°	11	:	Especificaciones técnicas para materias empleados en construcción de carreteras	.....	33
Figura N°	12	:	Valores relativos de soporte, CBR de base y subbase granular	.....	34
Figura N°	13	:	Factores de distribución y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño	.....	36
Figura N°	14	:	Factores de crecimiento acumulado (fca.)	.....	37
Figura N°	15	:	Configuración de ejes	.....	38
Figura N°	16	:	Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE)	.....	39
Figura N°	17	:	Factor de ajuste por presión de neumático (Fp) para Ejes Equivalentes (EE)	.....	40
Figura N°	18	:	Descripción de variables de ecuación de número de repeticiones de ejes equivalentes	.....	41
Figura N°	19	:	Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes en caminos no pavimentados	.....	42
Figura N°	20	:	Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes en caminos no pavimentados	.....	43
Figura N°	21	:	Carta de Diseño de Pavimentos Flexibles	.....	46
Figura N°	22	:	Periodo de diseño según tipo de carretera	.....	46
Figura N°	23	:	Valores recomendados de nivel de confiabilidad	.....	48
Figura N°	24	:	Valores del coeficiente estadístico de la desviación estándar (Zr)	.....	49
Figura N°	25	:	Índice de serviciabilidad inicial (Pi)	.....	50
Figura N°	26	:	Índice de serviciabilidad final (Pt)	.....	51
Figura N°	27	:	Carta para calcular el coeficiente estructural de concreto asfáltico de gradación densa	.....	53
Figura N°	28	:	Variación de coeficiente de capa de base granular (a2) con la variación de parámetros de resistencia	.....	54
Figura N°	29	:	Variación de coeficiente de capa de subbase granular (a3) con la variación de parámetros de resistencia	.....	55
Figura N°	30	:	Calidad de drenaje	.....	56
Figura N°	31	:	Valores recomendados del coeficiente de drenaje	.....	57
Figura N°	32	:	Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular	.....	58
Figura N°	33	:	Gradación para mezcla asfáltica	.....	60
Figura N°	34	:	Jerarquía Del Manejo De Residuos Solidos	.....	61

Figura N°	35	:	Mapa de la Región Junín	.....	64
Figura N°	36	:	Mapa de la Provincia de Huancayo	.....	65
Figura N°	37	:	Mapa de ubicación específica de la Av. Próceres	.....	65
Figura N°	38	:	Fotografía de la carpeta asfáltica deteriorada de la Av. Próceres	.....	68
Figura N°	39	:	Fotografía de la intersección Av. Torre Tagle y Av. próceres	.....	68
Figura N°	40	:	Fotografía de baches presentes en la Av. Próceres	.....	69
Figura N°	41	:	Fotografía de fallas y agujeros presentes en el pavimento de la Av. Próceres	.....	69
Figura N°	42	:	Figura referencial para la excavación en la extracción de muestras.	.....	70
Figura N°	43	:	Clasificación de suelos de cada calicata en el análisis de la subrasante	.....	118
Figura N°	44	:	Resultados del ensayo Proctor de cada calicata en el análisis de la subrasante	.....	118
Figura N°	45	:	Resultados del ensayo CBR de cada calicata en el análisis de la subrasante	.....	119
Figura N°	46	:	Estructura del pavimento flexible con material nuevo	.....	122
Figura N°	47	:	Estructura del pavimento flexible con material reciclado	.....	124
Figura N°	48	:	Cuadro para el diseño de vías según Reglamento Nacional de Edificaciones (gGH-020)	.....	127
Figura N°	49	:	Sección típica de la Av. Próceres	.....	128

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N°	1	:	Curva granulométrica de la muestra 01	.....	78
Gráfico N°	2	:	Curva granulométrica de la muestra 03	.....	79
Gráfico N°	3	:	Curva granulométrica de la muestra 05	.....	80
Gráfico N°	4	:	Curva granulométrica de la muestra 07	.....	81
Gráfico N°	5	:	Curva granulométrica de la muestra 09	.....	82
Gráfico N°	6	:	Curva granulométrica de la muestra 02	.....	85
Gráfico N°	7	:	Curva granulométrica de la muestra 04	.....	86
Gráfico N°	8	:	Curva granulométrica de la muestra 06	.....	87
Gráfico N°	9	:	Curva granulométrica de la muestra 08	.....	88
Gráfico N°	10	:	Curva granulométrica de la muestra 10	.....	89
Gráfico N°	11	:	Relación densidad/ humedad del proctor modificado la muestra 02	.....	95
Gráfico N°	12	:	Relación densidad / humedad del proctor modificado la muestra 04	.....	96
Gráfico N°	13	:	Relación densidad / humedad del proctor modificado la muestra 06	.....	97
Gráfico N°	14	:	Relación densidad / humedad del proctor modificado la muestra 08	.....	98
Gráfico N°	15	:	Relación densidad / humedad del proctor modificado la muestra 10	.....	99
Gráfico N°	16	:	Relación fuerza (lb) / penetración (mm) del ensayo CBR de la muestra 02	.....	104
Gráfico N°	17	:	Relación densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )/ CBR (%) del ensayo CBR de la muestra 02	.....	105
Gráfico N°	18	:	Relación fuerza (lb) / penetración (mm) del ensayo CBR de la muestra 04	.....	105
Gráfico N°	19	:	Relación densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )/ CBR (%) del ensayo CBR de la muestra 04	.....	106
Gráfico N°	20	:	Relación fuerza (lb) / penetración (mm) del ensayo CBR de la muestra 06	.....	106
Gráfico N°	21	:	Relación densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )/ CBR (%) del ensayo CBR de la muestra 06	.....	107
Gráfico N°	22	:	Relación fuerza (lb) / penetración (mm) del ensayo CBR de la muestra 08	.....	107
Gráfico N°	23	:	Relación densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )/ CBR (%) del ensayo CBR de la muestra 08	.....	108
Gráfico N°	24	:	Relación fuerza (lb) / penetración (mm) del ensayo CBR de la muestra 10	.....	108
Gráfico N°	25	:	Relación densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )/ CBR (%) del ensayo CBR de la muestra 10	.....	109
Gráfico N°	26	:	Curva granulométrica de la combinación de las muestras 1 y 2	.....	113
Gráfico N°	27	:	Curva granulométrica de la combinación de las muestras 3 y 4	.....	114
Gráfico N°	28	:	Curva granulométrica de la combinación de las muestras 5 y 6	.....	114
Gráfico N°	29	:	Curva granulométrica de la combinación de las muestras 7 y 8	.....	115
Gráfico N°	30	:	Curva granulométrica de la combinación de las muestras 9 y 10	.....	115

## LISTA DE ECUACIONES

Ecuación N° 1	.....	19
Ecuación N° 2	.....	19
Ecuación N° 3	.....	22
Ecuación N° 4	.....	26
Ecuación N° 5	.....	26
Ecuación N° 6	.....	26
Ecuación N° 7	.....	28
Ecuación N° 8	.....	29
Ecuación N° 9	.....	36
Ecuación N° 10	.....	40
Ecuación N° 11	.....	45
Ecuación N° 12	.....	47
Ecuación N° 13	.....	52
Ecuación N° 14	.....	52
Ecuación N° 15	.....	60

## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo encontrar las ventajas de la utilización de carpeta asfáltica reciclada y base granular reciclada para la conformación de una subbase granular óptima, en la Av. Próceres del Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo; esto con el fin de mejorar el nivel de serviciabilidad de la avenida en mención la cual se encuentra en condiciones sub estándares; a su vez este estudio pretende plantear una alternativa que genere una reducción de costos en la construcción de un nuevo pavimento flexible y un menor impacto ambiental.

Para este fin se obtuvieron mediante ensayos de laboratorio las propiedades de la carpeta asfáltica y base granular que serán removidas de la Av. Próceres y que el presente estudio pretende reciclar. Para la obtención de la nueva subbase granular conformada por el material reciclado, se realizaron combinaciones en diferentes proporciones de carpeta asfáltica y base granular reciclada, hasta obtener un CBR óptimo para el diseño de pavimentos. Con los datos obtenidos en laboratorio se diseñó por el método AASHTO '93 la estructura de un nuevo pavimento flexible con una subbase conformada por material reciclado. Una vez definidos los espesores de carpeta asfáltica, base y subbase granular obtenidos en el diseño se procedió al metrado de partidas que se contemplan en la construcción de un pavimento flexible, se obtuvo el presupuesto tentativo por metro lineal y por último se realizó el análisis y comparación de resultados.

En la realización del estudio se concluyó que las ventajas al utilizar una subbase conformada por material reciclado en la construcción de un pavimento flexible son: la obtención de un alto valor de CBR, reducción del costo directo en la construcción de un nuevo pavimento flexible y la disminución del impacto ambiental mediante el principio de las 3R's.

## **ABSTRACT**

The present study aims to find the advantages of the use of recycled asphalt bin and recycled granular base for the formation of an optimal granular subbase, in Av. Próceres of the District of Chilca, Province of Huancayo; this in order to improve the level of serviceability of the avenue in mention which is in sub standards conditions; At the same time, this study intends to propose an alternative that generates a reduction of costs in the construction of a new flexible pavement and a lower environmental impact.

For this purpose, the properties of the asphalt and granular base folder that will be removed from Av. Próceres and that the present study aims to recycle were obtained through laboratory tests. To obtain the new granular subbase formed by the recycled material, combinations were made in different proportions of asphaltic binder and recycled granular base, until obtaining an optimum CBR for the design of pavements. With the data obtained in the laboratory, the structure of a new flexible pavement with a sub-base consisting of recycled material was designed by the AASHTO '93 method. Once defined the asphalt folder thickness, base and granular subbase obtained in the design, we proceeded to the metering of items that are contemplated in the construction of a flexible pavement, the tentative budget was obtained per linear meter and finally the analysis and results comparison.

In the realization of the study it was concluded that the advantages of using a subbase consisting of recycled material in the construction of a flexible pavement are: obtaining a high value of CBR, reducing the direct cost in the construction of a new flexible pavement and the decrease in environmental impact through the 3R's principle.



## INTRODUCCIÓN

El transporte vial en la actualidad es un ente fundamental en el desarrollo de las ciudades, ya que transporta tanto mano de obra como mercancía, en este sentido la serviciabilidad y el nivel de confort que proporcione a los que lo usen, determinará en gran parte la satisfacción del ciudadano. Las urbanizaciones de hoy en día exigen en sus calles principales y secundarias pavimentos que ya sean rígidos o flexibles perduren en el tiempo por su buena construcción y buen planeamiento.

En la actualidad el desarrollo de las obras de Ingeniería Civil demandan una gran cantidad de presupuesto asignado por el gobierno, debido a esto lo ideal sería buscar alternativas que ayuden a generar menores costos en las obras ejecutas. También se puede afirmar que las construcciones de hoy en día demandan un mejor control en cuanto a la preservación del medio ambiente y para esto el controlar los residuos generados resulta primordial en esta difícil tarea.

La presente tesis de "Carpeta asfáltica reciclada y base granular reciclada para la conformación de subbase granular óptima en la Av. Próceres del Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo" buscará con el diseño de un nuevo pavimento, generar una reducción de costos durante la construcción y a su vez brindar al ciudadano el nivel de confort que este merece durante el tiempo para el que se haya diseñado, además mediante el reciclaje intentará contribuir a la disminución de desechos generados por las obras de ingeniería civil.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA**

#### **1.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Av. Próceres se encuentra ubicada en el Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín. La avenida en mención está compuesta por una estructura de pavimento flexible, además es una de las calles principales del Distrito de Chilca y por ella transitan diversos vehículos tanto privados como de servicio público. Debido al alto tránsito que existe en esta avenida, al tiempo de vida de la misma y a la falta del mantenimiento correspondiente, la carpeta asfáltica se encuentra en un total deterioro, por lo que se necesita un pavimento nuevo que garantice la transitabilidad óptima de los vehículos.

La problemática surge al momento de construir un pavimento flexible nuevo, debido a que en la actualidad las obras civiles concentran una gran cantidad presupuesto estatal, en este sentido es necesario implementar nuevas metodologías que ayuden a generar un ahorro significativo durante el desarrollo del proyecto. Lo mismo ocurre con el cuidado del medio ambiente, ya que la mayoría de los materiales usados en la construcción están elaborados a base de insumos químicos peligrosos que

normalmente son eliminados o depositados en lugares donde no se tiene un tratamiento adecuado.

Esta investigación busca encontrar una posible solución a lo antes mencionado con la utilización del reciclado de carpeta asfáltica y base granular en la conformación de una subbase granular de un pavimento flexible, esperando así encontrar efectos positivos en su utilización así como propiedades mecánicas óptimas, reducción de costos y contribución al cuidado del medio ambiente al cuidado del medio ambiente.

## **1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1.2.1 Problema General**

¿Cuáles serían los beneficios de la utilización del reciclado de carpeta asfáltica y base granular en la conformación de una subbase granular de un pavimento flexible nuevo en la Av. Próceres del Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo?

### **1.1.2.2 Problemas Específicos**

- a) ¿Cuál es el valor del CBR óptimo de la combinación entre carpeta asfáltica reciclada y base granular reciclada para la conformación de una subbase granular en la Av. Próceres del Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo?
- b) ¿Cuál es el costo de la utilización del reciclado de carpeta asfáltica y base granular para la conformación de una subbase granular en la construcción de un pavimento flexible nuevo en la Av. Próceres del Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo?
- c) ¿Cuál es el concepto utilizado que contribuye con el cuidado del medio ambiente en el reciclado de la carpeta asfáltica y base granular para la conformación de una subbase granular en la Av. Próceres del Distrito de Chilca Provincia de Huancayo?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar los beneficios que se obtienen en la utilización del reciclado de carpeta asfáltica y base granular para la conformación de una subbase granular óptima en la construcción de un pavimento flexible nuevo en la Av. Próceres del Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Encontrar el valor del CBR óptimo de la combinación entre carpeta asfáltica reciclada y base granular reciclada para la conformación de una subbase granular en la Av. Próceres del Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo
- b) Determinar el costo de la utilización del reciclado de carpeta asfáltica y base granular para la conformación de una subbase granular en la construcción de un pavimento flexible nuevo en la Av. Próceres del Distrito de Chilca Provincia de Huancayo.
- c) Exponer el concepto utilizado que contribuye con el cuidado del medio ambiente en el reciclado de la carpeta asfáltica y base granular para la conformación de una subbase granular en la Av. Próceres del Distrito de Chilca Provincia de Huancayo.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

### **1.3.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente sobre el diseño y construcción de pavimentos flexibles, cuyos resultados podrán sistematizarse en una propuesta que pueda ser incorporada como un nuevo conocimiento. En este sentido, ha sido rigurosa, sistemática y lógica ciñéndose a los parámetros de las normas vigentes en el Perú de tal manera que se garantiza, la confiabilidad de los resultados y el proceso.

### **1.3.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

El presente estudio constituye un aporte en la metodología, debido a que propone el reciclado de carpeta asfáltica y base granular para la conformación de una subbase granular como una situación que puede ser investigada en futuros proyectos de pavimentación como una alternativa de solución. En este sentido se puede afirmar que los datos y resultados obtenidos son verídicos.

### **1.3.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

El presente estudio se realiza porque existe la necesidad de mejorar el nivel de serviciabilidad para los usuarios de la Av. Próceres, como también existe la necesidad de encontrar alternativas que generen una reducción de costos en los proyectos de inversión pública. Además se puede afirmar que se contribuye al cuidado del medio ambiente al promover el reciclaje en los proyectos de construcción civil..

## **1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES**

### **1.4.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

#### **1.4.1.1. Hipótesis General**

Los beneficios de la utilización del reciclado de carpeta asfáltica y base granular para la conformación de una subbase granular de un pavimento flexible nuevo en la av. próceres del distrito de chilca provincia de Huancayo son:

- ✓ Obtención de un valor de CBR dentro del rango establecido por la norma.
- ✓ Viabilidad debido a la reducción de costos.
- ✓ Contribución al cuidado del medio ambiente al cumplir con la regla de las 3R´S.

#### **1.4.1.2. Hipótesis Específicas**

- a) El valor del CBR óptimo de la combinación entre carpeta asfáltica reciclada y base granular reciclada es mayor al 40% que exige la norma

como mínimo para la conformación de una subbase granular en la Av. Próceres del Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo.

- b) El costo de la utilización del reciclado de carpeta asfáltica y base granular es viable económicamente para la conformación de una subbase granular en la construcción de un pavimento flexible nuevo en la Av. Próceres del distrito de chilca provincia de Huancayo
- c) En el reciclado de la carpeta asfáltica y base granular se utiliza el concepto de las 3R'S para contribuir al cuidado del medio ambiente en la conformación de una subbase granular en la Av. Próceres del Distrito de Chilca Provincia de Huancayo.

## **1.4.2. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES**

### **1.4.2.1. Variable Independiente**

- **Reciclado Carpeta Asfáltica Y Base Granular:** Se denomina así a la combinación entre carpeta asfáltica y base granular extraídas de la Av. Próceres del distrito de chilca provincia de Huancayo mediante un proceso de fresado.

### **1.4.2.2. Variable Controlada**

- **Conformación De Una Subbase Granular:** Se denomina subbase granular a la capa o capas granulares localizadas entre la subrasante y la base granular, en un pavimento flexible.

### 1.4.2.3. Operacionalización de Variables

TABLA N° 1  
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
VARIABLE	DEFICINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b><u>VARIABLE INDEPENDIENTE:</u></b>  <b>RECICLADO CARPETA ASFÁLTICA Y BASE GRANULAR</b>	SE DENOMINA ASÍ A LA COMBINACIÓN ENTRE CARPETA ASFÁLTICA Y BASE GRANULAR EXTRAÍDAS DE LA AV. PRÓCERES DEL DISTRITO DE CHILCA PROVINCIA DE HUANCAYO MEDIANTE UN PROCESO DE FRESADO.	CBR ÓPTIMO DE LA COMBINACIÓN ENTRE CARPETA ASFÁLTICA Y BASE GRANULAR.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ENSAYOS DE LABORATORIO</li> </ul>
		COSTO DE UTILIZACIÓN DEL EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE</li> <li>• METRADO DE PARTIDAS</li> <li>• ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS</li> <li>• PRESUPUESTO</li> </ul>
		CONTRIBUCIÓN AL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LA REGLA DE LAS 3R'S</li> </ul>
<b><u>VARIABLE CONTROLADA:</u></b>  <b>CONFORMACIÓN DE UNA SUBBASE GRANULAR</b>	SE DENOMINA SUBBASE GRANULAR A LA CAPA O CAPAS GRANULARES LOCALIZADAS ENTRE LA SUBRASANTE Y LA BASE GRANULAR, EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE.	PARÁMETROS MÍNIMOS NORMATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VALORES Y USOS ESTABLECIDOS</li> </ul>
		COSTO DE CONSTRUCCIÓN EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE</li> <li>• METRADO DE PARTIDAS</li> <li>• ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS</li> <li>• PRESUPUESTO</li> </ul>

### 1.5. DELIMITACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

La presente tesis comprende el reciclado de carpeta asfáltica y base granular deterioradas de la Av. Próceres para la conformación y/o construcción de un pavimento flexible nuevo, en este sentido el estudio hace uso de conocimientos como el ensayo de suelos CBR, diseño de pavimentos por el método AASHTO '93, Metrados y presupuesto de obra.

El diseño y resultados obtenidos son solo aplicables en la zona donde se realizó el estudio (Av. Próceres - Distrito de Chilca - Provincia de Huancayo), debido a que las muestras

son únicas y varían de un lugar a otro, sin embargo la metodología puede ser aplicable en distintos lugares ya que son procesos que pueden ser repetidos a fin de obtener nuevos resultados.

## **1.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación reúne las condiciones metodológicas de una investigación aplicada debido a que se utilizaron conocimientos científicos de ingeniería para aplicarlos en la obtención de resultados como las propiedades mecánicas y los costos tentativos.

### **1.6.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

El nivel de la presente investigación es Correlacional ya que busca medir y evaluar aspectos, dimensiones y componentes para determinar los beneficios que se obtienen en la utilización del reciclado de carpeta asfáltica y base granular en la conformación de una nueva subbase para un pavimento flexible.

### **1.6.3. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN**

**a) Paso 1:** Identificación de la zona en estudio.

- Reconocimiento de la zona.
- Trámites para la obtención de permisos ante la Municipalidad Distrital.
- Medición de la avenida en estudio.
- Designación de lugares para extracción de muestras.

**b) Paso 2:** Extracción de muestras para ensayos en laboratorio.

Se extraerán muestras alteradas del pavimento asfáltico y base granular existentes para luego llevarlas al laboratorio de suelos con el fin de realizar los ensayos que se detallan en el siguiente paso.

**c) Paso 3:** Ensayos en laboratorio de suelos y pavimentos.



Una vez obtenidas las muestras de pavimento y base granular existente se procederá a realizar los siguientes ensayos de laboratorio:

- ✓ Contenido de asfalto de la carpeta de rodadura
- ✓ Granulometría del agregado de la carpeta lavada
- ✓ Granulometría de la base granular
- ✓ Proctor de la base granular
- ✓ CBR de la base granular
- ✓ CBR combinando con porcentajes de carpeta asfáltica y base granular

**d) Paso 4:** Diseño de pavimento nuevo.

Con los datos obtenidos de laboratorio del Paso 3, más datos extra como el estudio de suelos de la subrasante y estudio de tráfico, se procederá al diseño de un nuevo pavimento flexible y de este modo obtener los espesores de cada capa que lo conforma.

**e) Paso 5:** Metrados Y Presupuestos.

Con el nuevo diseño de pavimento se encontrarán y metrarán las partidas que sean convenientes para luego evaluar el costo total de construcción de un nuevo pavimento con y sin material reciclado.

**f) Paso 6:** Evaluación y discusión de resultados.

Los resultados obtenidos en el laboratorio, en el diseño de pavimentos y en el presupuesto serán analizados y se definirá si la hipótesis planteada es correcta.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

**Rodríguez Mineros C.E. & Rodríguez Molina J.A. (2004), “EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES POR EL MÉTODO DEL RECICLAJE”. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil. El Salvador.**

En este estudio se ha investigado sobre técnicas de mantenimiento de vías, que reduzca los costos de una reconstrucción, de mano de obra y equipo a usar, lo que ha traído consigo alternativas como la de extraer los materiales que conforman al pavimento y reutilizarlos, mezclándolos con otros productos dando origen así a lo que es el reciclaje.

El reciclaje de pavimento asfáltico es una tecnología especial que permite la reconstrucción de los pavimentos envejecidos y/o deteriorados, empleando sus materiales de construcción originales. Esto es posible en la medida en que no haya llegado a un grado de degradación tal que no permita un rejuvenecimiento eficiente.

Con esta investigación se logró determinar que los estudios previos que se hacen a los pavimentos flexibles para determinar si conviene usar la técnica de rehabilitación de reciclaje de pavimentos, son los mismos que se le hacen a cualquier vía que quiere

rehabilitarse, además que la técnica se realiza en un tiempo relativamente corto y sin molestias mayores al tráfico.

**Gómez Vallejos S.J. (2014), “DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA EL ANILLO VIAL DEL ÓVALO GRAU – TRUJILLO - LA LIBERTAD”. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Perú.**

Este estudio tuvo como objetivo determinar los criterios estructurales según normas y metodologías para diseñar la estructura de un pavimento flexible y así lograr un eficiente nivel de transitabilidad mejorando las condiciones de vida de la población en toda la zona de influencia.

Para la concepción del proyecto vial, se tomaron en cuenta los volúmenes de tránsito existentes, las proyecciones de los mismos y el aspecto estético del proyecto integral, de modo que se pueda solucionar así los movimientos vehiculares en todos los sentidos. Las avenidas involucradas en el estudio por la importancia que han adquirido, merecen un tratamiento especial toda vez que canalizan gran parte del tránsito.

Como resultado del estudio se obtuvo el diseño de la estructura del Pavimento Flexible, el cual obedece a parámetros del comportamiento del lugar de emplazamiento, tomando como variables de entrada, la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad.

**Pacheco Risco H.F. (2016), “EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VÍAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLÓN Y MIGUEL GRAU (HUACHO-HUAURA-LIMA)”. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil. Perú.**

El estudio tuvo como objetivo determinar la condición actual del pavimento existente en las vías mencionadas, para definir si se encuentra operando en un óptimo nivel de servicio y asimismo proponer la mejor alternativa de solución como conservación del pavimento. El

interés específico de este desarrollo es obtener resultados objetivos, analíticos y actuales, de manera tal que, sirva como una guía para que la administración competente pueda determinar las políticas y estrategias de intervención, para todo tipo y clase de red vial, con la finalidad de lograr así que estas estrategias, resulten en inversiones eficientes y eficaces ante los limitados fondos públicos.

Se determinó que el 100 por ciento de las vías no ha sido evaluado; por lo tanto con la aplicación de la metodología PCI, identificando los parámetros de evaluación, determinando el índice de condición y obteniendo la condición del pavimento, finalmente se puede realizar la evaluación superficial del pavimento para obtener el estado de conservación de las vías arteriales en estudio.

Al realizar la evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método Pavement Condition Index, se conoce que el estado de conservación de la Av. Cincuentenario es “Regular” con un PCI de 51.84, mientras que la Av. Colón y Miguel Grau presenta un estado de conservación “Bueno” con un PCI de 59.29.

**Sarmiento Soto J.A. (2015), “ANÁLISIS Y DISEÑO VIAL DE LA AVENIDA MARTIR OLAYA UBICADA EN EL DISTRITO DE LURÍN DEL DEPARTAMENTO DE LIMA. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil. Perú.**

La tesis tuvo como objetivo el análisis y diseño de pavimentos de la avenida Mártir Olaya, ubicada en el distrito de Lurín, Lima. Este proyecto se desarrolló para solucionar la problemática de esta avenida, las cuales radican en el deterioro de la carpeta de rodadura generada principalmente por un alto tránsito pesado y la carencia de una señalización vial que no permite el flujo libre de vehículos, al mismo tiempo no brinda seguridad a los conductores y transeúntes. Este proyecto fue desarrollado empleando la metodología de diseño utilizada en el Perú así como los manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de presente país.

Las condiciones encontradas en la avenida Mártir Olaya muestran fácilmente la necesidad de un pavimento que cumpla con las condiciones de tráfico del momento. Al encontrarse un

pavimento con gran deficiencia, el recapeo no fue una opción a considerarse y se encontró como única solución la reconstrucción.

La denominación de alto tráfico pesado que se le da a la avenida Mártir Olaya se concluyó en base al porcentaje del volumen de estos sobre el conteo total del tráfico vehicular y a pesar de que el daño causado por estos es considerable, este número incrementará con relación a los índices de crecimiento económico en el futuro, por lo que al esperarse tal incremento es posible la ampliación de carriles ya que el derecho de vía lo permite.

## 2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Asfalto:** <sup>1</sup>Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del crudo de petróleo.
- **Transitabilidad:** <sup>2</sup>Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo.
- **Subrasante:** Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.
- **Pavimento:** Estructura construida sobre la subrasante de la vía para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por: subbase, base y rodadura

---

<sup>1</sup> ISSSTE (2002). Glosario de términos técnicos. México.

<sup>2</sup> SCRIBD. (2013). Glosario de Términos en Ingeniería Civil. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/142848255/Glosario-de-Terminos-en-Ingenieria-Civil>.

- **Muestras de campo:** Materiales obtenidos de un yacimiento, de un horizonte de suelo y que se reduce a tamaños, cantidades representativos y más pequeñas según procedimientos establecidos.
- **Metrado:** Cuantificación detallada por apartidas de las actividades por ejecutar o ejecutadas en una obra.
- **Máxima densidad seca:** Máximo valor de densidad seca definido por la curva de compactación para un esfuerzo específico.
- **Curva granulométrica:** Representación gráfica de la granulometría que proporciona una visión objetiva de la distribución e tamaños del agregado.
- **Compactación:** Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos u otros.
- **Reciclar:** <sup>3</sup>Reciclar es someter un material usado o un desperdicio a un proceso en el cual se recupera, total o parcialmente, la materia prima o los componentes que fueron utilizados para su elaboración, de modo que puedan volver a ser aprovechados.

## 2.3. BASES TEÓRICAS

### 2.3.1. PAVIMENTOS

<sup>4</sup>Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas relativamente horizontales que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierra en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los

---

<sup>3</sup> Significados. (2015). Significado de Reciclar. Recuperado de <https://www.significados.com/reciclar/>.

<sup>4</sup> Montejo Fonseca A. (2002). Ingeniería para Pavimentos para Carreteras. Colombia. Agora Edit.

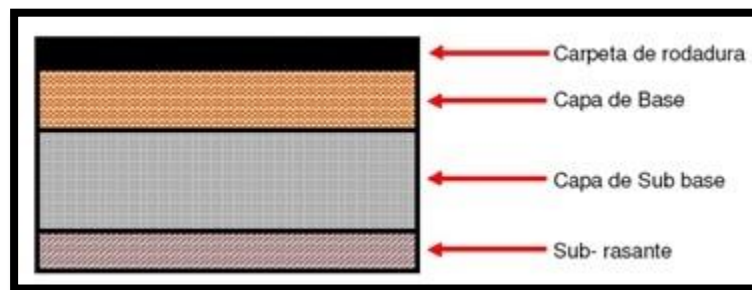
esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura de pavimento.

### 2.3.2. PAVIMENTOS FLEXIBLES

Este tipo de pavimentos están formados por una capa bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

Figura N° 1

Estructura de un pavimento flexible



Nota: Tomado de internet: <https://sites.google.com/site/rafaleon4/2-0-marco-teorico/2-2-marco-referencial>

#### 2.3.2.1. Funciones de las capas de un pavimento flexible

##### 2.3.2.1.1. La Subbase granular

- a) **Función económica:** Una de las principales funciones de esta capa es netamente económica; en efecto, el espesor total que se requiere para que el nivel de esfuerzos sea en la subrasante sea igual o menor que su propia resistencia, puede ser construido con materiales de alta calidad; sin embargo, es preferible distribuir las capas más calificadas en la parte superior y colocar en la parte inferior del pavimento la capa de menor calidad la cual es frecuentemente la más barata. Esta solución puede traer consigo un aumento en el espesor total del pavimento y no obstante resultar más económica.

- b) Capa de transición:** la subbase bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y por otra parte actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad.
- c) Disminución de las deformaciones:** algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones), o a cambios extremos de temperatura (heladas), pueden absorberse con la capa subbase impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento.
- d) Resistencia:** La subbase debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores y transmitidos a un nivel adecuado a la subrasante.
- e) Drenaje:** en muchos casos la subbase debe drenar el agua que se introduzca a través de la carpeta o por las bermas así como impedir la ascensión capilar.

#### **2.3.2.1.2. La base granular**

- a) Resistencia:** la función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada
- b) Función económica:** Respecto a la carpeta asfáltica, la base tiene una función económica análoga a la que tiene la subbase respecto a la base

#### **2.3.2.1.3. Carpeta**



- a) **Superficie de rodamiento:** La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito
- b) **Impermeabilidad:** Hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.
- c) **Resistencia:** Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento.

### 2.3.3. ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTOS

<sup>5</sup>La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aún con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

#### 2.3.3.1. Método de Exploración de Campo del Terreno de Fundación

<sup>6</sup>En la ejecución de cualquier proyecto u obra de ingeniería civil es necesario realizar la exploración del lugar, como parte de un programa de investigaciones geotécnicas, el mismo que involucra aspectos de geología y mecánica de suelos. Del tamaño y tipo del proyecto, dependerán las consideraciones del programa de exploración.

Las etapas de la exploración de campo son:

- a) **Trabajo Preliminares de Gabinete:** Es la recopilación de la información del lugar como mapas, fotografías, estudios anteriores, etc.
- b) **Exploración detallada del sitio y muestreo:** Levantamiento estratigráfico y mineralogía de los estratos rocosos y condiciones del subsuelo, mediante la ejecución de pozos de prueba denominados

---

<sup>5</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos- sección suelos y pavimentos. Perú.

<sup>6</sup> Instituto de Construcción y Gerencia. (2006). Diseño moderno de pavimentos asfálticos. Perú.

“calicatas” se identifican los estratos que conforman la subrasante y se mide la densidad natural del estrato más desfavorable. Se debe identificar las condiciones de agua subterránea y toma de muestra para exámenes más detallados y ensayos de laboratorio.

- c) **Pruebas de laboratorio con las muestras:** Ensayos con muestras alteradas y no alteradas representativas de la estratigrafía. Ensayos estándar con fines de caracterización física de suelos y clasificación, así como ensayos especiales para determinar su capacidad de soporte.
- d) **Ensayos in situ:** Ensayos llevados a cabo en el propio lugar, ya sea antes o durante el proceso de construcción; controles de compactación de campo, ensayos de penetración ligera con DPL, etc.
- e) **Reporte de resultados:** Detalles de estudio geológico, perfiles estratigráficos y mapeado de los resultados de penetración ligera, resultados de las pruebas de laboratorio, incluyendo el registro de excavaciones, referencias de muestras e interpretaciones estratigráficas.

### **2.3.3.2. Excavaciones a Cielo Abierto (calicatas)**

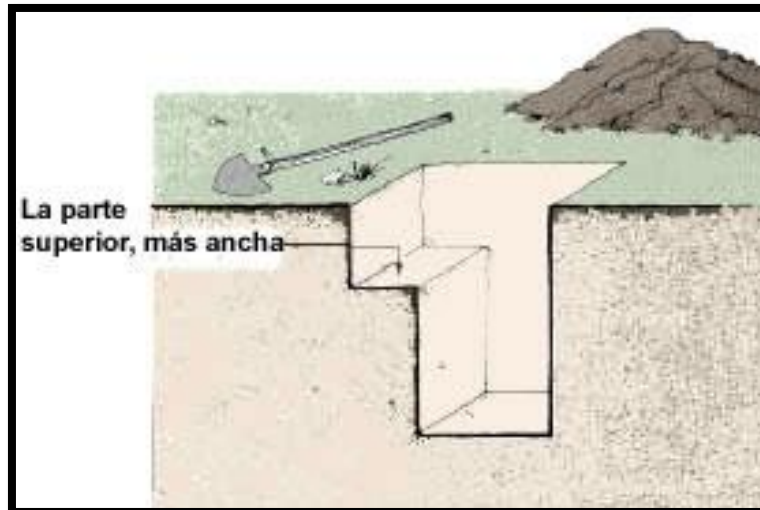
Las calicatas son realizadas en la mayoría de los suelos, la presencia del nivel freático puede ser una de las limitaciones de este tipo de exploración. Tienen la ventaja de que se pueden realizar a mano o con una excavadora mecánica, y de exponer la sucesión de estratos para facilitar su inspección visual. No existen desventajas para este tipo de exploración.

La ejecución de las calicatas requiere un conocimiento de los suelos encontrados, la identificación visual es muy importante durante esta etapa. Las muestras pueden tomarse manualmente del fondo y de las paredes laterales de la calicata.

Las calicatas permiten extraer muestras inalteradas que serán remoldeadas en el laboratorio, también permite obtener muestras inalteradas que serán

protegidas para que no pierdan humedad natural y se pueden realizar ensayos de densidad in situ.

**Figura N° 2**  
**Excavación de una Calicata**



Nota: Tomado de Internet: <https://civilgeeks.com/2016/12/13/guia-practica-una-calicata-la-toma-muestras-suelo/>

### **2.3.3.3. Muestreo de Suelos, obtención de Muestras Inalteradas y Alteradas**

- a) **Muestras Inalteradas:** Se preserva, en la medida de lo posible, la estructura y el contenido de humedad para que representen las condiciones de campo, las muestras inalteradas son necesarias para ensayos de CBR en suelos finos como por ejemplo las arcillas, arenas limosas o arcillosas.
  
- b) **Muestras Alteradas:** Las muestras alteradas se usan para la identificación del suelo y para pruebas de clasificación y calidad a medida que se recolectan, las muestras se introducen en recipientes de vidrio o plásticos y se sellan, también se pueden usar latas o bolsas de plásticos.

Se debe tomar una porción de 100 kg. Aproximadamente para realizar los ensayos de proctor modificado y CBR en muestras remoldeadas al

óptimo contenido de humedad, para determinar el CBR de diseño para subrasantes granulares, materiales de subbase y base granulares.

#### **2.3.3.4. Ensayos de Laboratorio**

Las muestras obtenidas de campo son evaluadas en el laboratorio a través de ensayos que permiten caracterizar el suelo con fines de pavimentación.

##### **2.3.3.4.1. Ensayos para Clasificación de suelos**

A las muestras representativas de los estratos que conforman la subrasante (hasta una profundidad de 1.50 m), se les realiza el análisis granulométrico por tamizado y límites de consistencia. Estos resultados deben corroborar la identificación visual realizada en campo.

###### **2.3.3.4.1.1. Análisis granulométrico por tamizado**

Este modo operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº 200). El procedimiento a seguir se encuentra en la norma E 107 del manual de ensayos y materiales del MTC.

Los resultados se obtienen mediante las siguientes expresiones:

- % RETENIDO PARCIAL=
$$\frac{\text{PESO RETENIDO EN EL TAMIZ}}{\text{PESO TOTAL}} \times 100$$

**Ecuación N° 01**

- % QUE PASA = 100% - %RETENIDO ACUMULADO

**Ecuación N° 02**

#### **2.3.3.4.1.2. Límites de consistencia o límites de Atterberg.**

Los Límites de Atterberg establecen cuan sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: el límite líquido (LL, según ensayo MTC E 110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC E 111) y el límite de contracción (LC, según ensayo MTC E 112).

- Límite Líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.
- Límite Plástico (LP), cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Límite de Contracción (retracción), cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP (ensayo MTC E 111) que se define como la diferencia entre LL y LP.

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. En tal sentido, el suelo en relación a su índice de plasticidad puede clasificarse según lo siguiente:

Figura N° 3

Clasificación de suelos según el índice de plasticidad

Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad		
Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

La clasificación de suelos se hace mediante las cartas de clasificación SUCS o AASHTO:

Figura N° 4

Carta de clasificación SUCS

DIVISION MAYOR	GRUPO SIMBOLOS	DESCRIPCION	CRITERIO DE CLASIFICACION DEL LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO Mas de la mitad del material es mayor que el tamiz N° 200	GRAVAS (Mas de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4)	GW	Grava bien graduado o mezcla de arena y grava. Poco o ningunos finos.	<p>Determinar el porcentaje de arena y grava de la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción menor que el tamiz N° 200), los suelos de grano grueso y de grano fino se clasifican así:</p> <p>Menos del 5%: GW, GP, SW, SP                      Más del 5%: GM, GC, SM, SC                      Más del 12%: caso límite, usar los dos símbolos *</p>	
		GP	Grava mal graduado o mezcla de grava y arena. Poco o ningunos finos		
		GM u d	Grava con finos, grava mal graduado muy limoso. Mezcla grava, arena y arcilla.		
			GC		Mezcla bien graduado de grava, arena y arcilla. Excelente aglutinante.
	ARENAS (Mas de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4)	SW	SW		Arena bien graduada y arena gravilosa. Poco o ningunos finos.
			SP		Arena mal graduado. Arena gravilosa. Poco o ningunos finos.
		SM u d	Arena con finos. Area muy limoso. Mal graduado mezcla arena y arcilla		
			SC		Mezcla bien graduado arena y arcilla. Excelente aglutinante
		ML CL OL	ML		Limos Inorgánico y arena muy fina. Polvo roca. Arena fino con ligera plasticidad.
			CL		Arcilla Inorgánica de baja o medias plasticidad. Arcilla arenosa. Arcilla gravilosa. Arcilla limosa. Arcilla floja
SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material es menor que el tamiz N° 200	MH CH	MH	Limos inorgánicos, arena fina micáceo o diamatáceo o suelo limoso, suelo elástico		
		CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad. Arcillas grasas		
	OH PL	OH	Arcilla orgánica de media o alta plasticidad		
		PL	Turba (pact) y otros materiales altamente orgánicos.		

Figura N° 5

Carta de clasificación AASHTO

Clasificación General	Suelos Granulares ( $\leq 35\%$ pasa 0,08 mm)						Suelos Finos ( $> 35\%$ Bajo 0,08 mm)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Sub-Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5** A-7-6**
2 mm	$\leq 50$										
0,5 mm	$\leq 30$	$\leq 50$	$\geq 51$								
0,08 mm	$\leq 15$	$\leq 25$	$\leq 10$	$\leq 35$				36			
W <sub>L</sub>				$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$
IP	$\leq 6$		NP	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
	** A-7-5: $IP \leq (W_L - 30)$						** A-7-6: $IP > (W_L - 30)$				
	Si el suelo es NP $\rightarrow IG = 0$ ; Si $IG < 0 \rightarrow IG = 0$										

#### 2.3.3.4.2. Contenido de Humedad

Para determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. Se obtiene aproximadamente 200 gr. de muestra que se protegen en un recipiente o una bolsa cerrada. Esta muestra se traslada al laboratorio y se pesa. Se lleva al horno por 24 horas, y luego de este período se vuelve a pesar.

El contenido de humedad se reporta en porcentaje como:

- $$\omega(\%) = \frac{\text{Peso del agua}(\text{Peso Suelo Húmedo} - \text{Peso Suelo Seco})}{\text{Peso Suelo Seco}}$$

Ecuación N° 03

#### 2.3.3.4.3. Equivalente de Arena

Es la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo ó material arcilloso en los suelos o agregados finos (ensayo MTC E 114). Es el ensayo que da resultados parecidos a los obtenidos mediante la determinación de los límites de Atterberg, aunque menos preciso. Tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de efectuar.

El valor de Equivalente de Arena (EA) es un indicativo de la plasticidad del suelo:

**Figura N° 6**  
**Clasificación de suelos según equivalente de arena**

Clasificación de suelos según Equivalente de Arena	
Equivalente de Arena	Característica
si $EA > 40$	el suelo no es plástico, es arena
Si $40 > EA > 20$	el suelo es poco plástico y no heladizo
si $EA < 20$	el suelo es plástico y arcilloso

#### **2.3.3.4.4. Abrasión Los Ángeles**

Los agregados deben ser capaces de resistir el desgaste irreversible y degradación durante la producción, colocación y compactación de las obras de pavimentación, y sobre todo durante la vida de servicio del pavimento. Debido a las condiciones de esfuerzo-deformación, la carga de la rueda es transmitida a la superficie del pavimento a través de la llanta como una presión vertical aproximadamente uniforme y alta. La estructura del pavimento distribuye los esfuerzos de la carga, de una máxima intensidad en la superficie hasta una mínima en la subrasante. Por esta razón los agregados que están en, o cerca de la superficie, como son los materiales de base y carpeta asfáltica, deben ser más resistentes que los agregados usados en las capas inferiores, sub base, de la estructura del pavimento, la razón se debe a que las capas superficiales reciben los mayores esfuerzos y el mayor desgaste por parte de cargas del tránsito.

Por otro lado, los agregados transmiten los esfuerzos a través de los puntos de contacto donde actúan presiones altas. El Ensayo de Abrasión de Los Ángeles, ASTM C-131 ó MTC E 207, mide básicamente la resistencia de los puntos de contacto de un agregado al desgaste y/o a la abrasión.



El porcentaje de desgaste se calcula como la diferencia del peso inicial menos el peso final de la muestra ensayada, entre el peso inicial.

#### **2.3.3.4.5. Partículas chatas y alargadas**

Se ha demostrado en un sin número de investigaciones, que el exceso de partículas chatas y alargadas, pueden perjudicar el comportamiento de la estructura del pavimento.

La carga proveniente del tráfico puede quebrar las partículas y modificar la estructura original. Se denomina partícula chata cuando la relación ancho/espesor es mayor de 1/3; y alargada cuando la relación largo/ancho es mayor de 1/3.

El Ensayo de partículas chatas y alargadas se encuentra en el manual de ensayo de materias del MTC (MTC E 223) y mide básicamente el porcentaje de partículas chatas y largadas en el agregado grueso.

#### **2.3.3.4.6. Ensayo de Densidad Natural**

El ensayo de densidad natural, permite conocer la condición natural del terreno de fundación. En suelos granulares será importante si el terreno está compacto o suelto. En terrenos de fundación conformados por subrasantes arenosas y limo arcillosas, este valor permitirá remoldear muestras en el laboratorio a la densidad de campo. Las muestras así remoldeadas, serán ensayadas en la prensa de CBR para determinar el CBR de diseño.

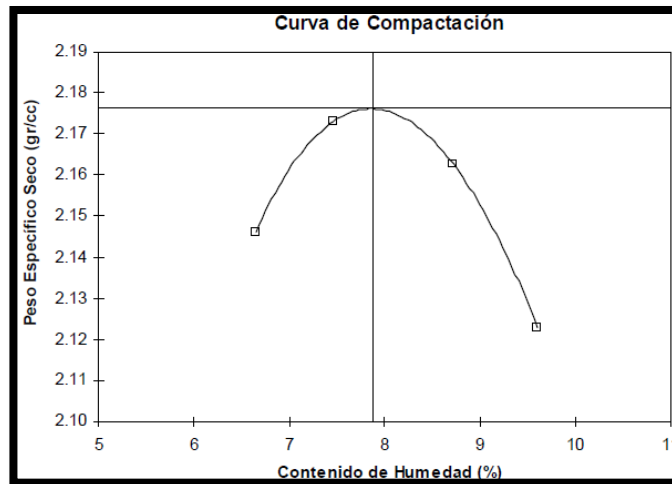
#### **2.3.3.4.7. Ensayo Proctor Modificado, ASTM D 1557**

La compactación de suelos constituye un capítulo importantísimo y se halla íntimamente relacionada con la pavimentación de carreteras, vías urbanas y pistas de aterrizaje. El ensayo de compactación mediante el ensayo de proctor modificado, relaciona la humedad del suelo versus su densidad seca, empleando un martillo de 4.54 kg (10 lb) soltado desde una altura de 457 mm (18 pulg), transmitiendo una energía de compactación de 56,000 lb-pie/pie<sup>3</sup> ó 2,700 kN-m/m<sup>3</sup>.

El suelo extraído de campo es compactado en un molde de dimensiones conocidas, con diferentes contenidos de humedad. Para contenidos bajos de humedad el suelo no se compactará adecuadamente, porque no existe la lubricación que permita el acomodo de las partículas. Para altos contenidos de humedad el suelo pierde densidad, porque el agua entre las partículas impide que estas se junten. Solo se tendrá una máxima densidad seca, MDS.

La humedad a la que la muestra alcanza su máxima densidad seca, se denomina óptimo contenido de humedad. Los resultados de este ensayo son graficados como se muestra en la figura N° 7.

**Figura N° 7**  
**Curva de compactación del proctor modificado**



Nota: tomado de "Diseño moderno de pavimentos asfálticos – Instituto de Construcción y Gerencia"

Para la obtención de los resultados de densidad húmeda, la densidad seca y el contenido de humedad se hace uso de las siguientes expresiones:

- $$\text{DENSIDAD HUMEDA} = \frac{(\text{PESO DE MUESTRA} + \text{MOLDE}) - \text{PESO DEL MOLDE}}{\text{VOLUMEN DEL MOLDE}}$$

**Ecuación N° 04**

- $$\text{DENSIDAD SECA} = \frac{\text{DENSIDAD HUMEDA}}{1 + \frac{W}{100}}$$

**Ecuación N° 05**

- $$\text{CONTENIDO DE HUMEDAD} = \frac{\text{PESO DE AGUA}}{\text{PESO DE SUELO SECADO AL HORNO}}$$

**Ecuación N° 06**

#### **2.3.3.4.8. California Bearing Ratio (C.B.R.)**

Los métodos de diseño de pavimentos relacionan el valor de la capacidad de soporte del suelo o CBR con el módulo resiliente del

material. El módulo resiliente es el parámetro que se utiliza en el diseño del pavimento.

El módulo resiliente se obtiene de ensayos triaxiales mediante ciclos de carga y descarga; sin embargo, AASHTO 2002 presenta una ecuación que permite correlacionar el valor del módulo resiliente con el del CBR. De aquí la importancia de evaluar adecuadamente el CBR del material.

El ensayo de “California Bearing Ratio” o CBR, es un ensayo relativamente simple, comúnmente usado para obtener un índice de la resistencia del suelo de subrasante, material de base, sub base o afirmado.

Para materiales de base, sub base y afirmado, así como subrasantes granulares, el CBR puede estar asociado a la máxima densidad seca del próctor modificado; sin embargo, para subrasantes finas (subrasantes arenosas, arcillosas o limosas) el valor del CBR debe estar asociado a su densidad de campo.

El comportamiento de la subrasante es función de la humedad y densidad, asociado a las condiciones ambientales del sitio. En suelos de baja capacidad de soporte donde los valores de humedad alcanzan la condición saturada y los valores de densidad de campo están muy por debajo de la densidad de compactación, los valores de los módulos elásticos realmente son muy bajos. Se proponen tres métodos para determinar el valor de CBR:

- a) **CBR in situ:** Mide directamente la deformación ante una carga aplicada.
- b) **CBR en muestras inalteradas:** Es un método recomendado para subrasantes de suelos finos. Consiste en obtener una muestra inalterada de campo, que será protegida para que no pierda su humedad natural (si no fuese posible obtener una

muestra inalterada de campo, se puede preparar especímenes en laboratorio a la humedad y densidad natural). En el laboratorio se realiza el ensayo de penetración en su condición natural y saturada, siguiendo el mismo procedimiento que en muestras remoldeadas.

**c) CBR en muestras remoldeadas:** método recomendado para subrasantes granulares, materiales de base, sub base y afirmado.

Los especímenes pueden ensayarse en su condición natural o saturada, luego de un período de inmersión en agua, la condición saturada es la más desfavorable.

El CBR es la relación (expresada en porcentaje) entre la resistencia a la penetración requerida para que un pistón de 3 pulg<sup>2</sup> de área penetre 0.1 pulg dentro de un suelo entre 1000 psi que es la resistencia a la penetración de una muestra patrón. La muestra patrón es una piedra chancada. El CBR se expresa como:

$$\text{CBR} = \frac{\text{Resistencia a la penetración (psi) requerida para penetrar 0.1 pulg}}{1000 \text{ lb/pulg}^2} \times 100$$

Ecuación N° 07

En ocasiones, el CBR calculado para una penetración de 0.2 pulg. con su correspondiente resistencia a la penetración estándar de 1500 psi, puede ser mayor que el obtenido para una penetración de 0.1 pulg. Cuando esto ocurre, se debe realizar un nuevo ensayo, si los resultados son similares, el valor del CBR para 0.2 pulg de penetración, se reporta como el CBR representativo de la muestra.

Para conocer la fuerza o Presión de penetración (lb). Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para

obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba, para este cálculo se requiere cierta formula que será dada por el fabricante de la prensa CBR.

La resistencia a la penetración o esfuerzo sera resultado de la siguiente expresión:

$$\bullet \text{ ESFUERZO (lb/pulg}^2\text{)} = \frac{\text{FUERZA(lb)}}{\text{AREA DEL PISTÓN(pulg}^2\text{)}}$$

Ecuación N° 08

#### **2.3.3.5. Concepto de Capacidad de Soporte de la Subrasante**

La capacidad de soporte de la subrasante, es la capacidad que tiene el suelo de soportar los esfuerzos verticales transmitidos por las cargas de tránsito. La deformación del suelo la deflexión resultante deberán ser menores a las admisibles.

Para que la estructura de pavimento se comporte adecuadamente y cumpla el período de diseño, presentará una deflexión máxima de 0.20 mm para cargas estáticas transmitidas por un eje estándar de 8.2 ton. La deflexión máxima, bajo cargas estáticas, puede ser medida con la Viga Benkelman, esto significa que al nivel de subrasante la deflexión máxima será de 0.5 a 1 mm.

Los reglamentos estatales en EE.UU. recomiendan que el valor CBR de la subrasante debe ser como mínimo entre 8 y 10%. Caso contrario, se deberá primero estabilizar el terreno antes de construir la estructura del pavimento.

**Figura N° 8**  
**Categorías de Subrasante**

<b>Categorías de Subrasante</b>	
<b>Categorías de Subrasante</b>	<b>CBR</b>
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Nota: tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología,  
Geotécnica v Pavimentos-MTC"

### **2.3.4. MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA PAVIMENTOS**

Los agregados empleados en la construcción de carreteras y pavimentos, deben cumplir con requisitos de granulometría y especificaciones técnicas, que garanticen un buen comportamiento durante su periodo de vida.

En este subtítulo se cubrirá el tema de la granulometría y calidad de agregados que conformarán las capas de afirmado, sub base y base.

#### **2.3.4.1. Especificaciones Técnicas de Material de Préstamo: Sub Bases y Bases Granulares.**

Los materiales granulares que conformaran las capas de afirmado, sub base y base, deben cumplir con rangos granulométricos especificados por el MTC. La gradación es una de las más importantes propiedades de los agregados. Este afecta casi todas las propiedades importantes de una mezcla asfáltica en caliente, incluyendo dureza, estabilidad, durabilidad, permeabilidad,

trabajabilidad, resistencia a la fatiga, resistencia al rozamiento, y resistencia a la humedad. De esta manera, la gradación es la primera consideración en un diseño de mezclas asfálticas.

Las especificaciones técnicas para rangos granulométricos de materiales de subbase y base, son los mismos. Las normas ASTM D 1241 las especifican bajo el título Standard Specification for Materials for Soil-Aggregate Subbase, Base and Surface Courses, ésta norma fue revisada por última vez en 1994. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones la hizo suya y las consideró dentro de las especificaciones emitidas en el año 2000. La figura N° 9 muestra las especificaciones granulométricas para materiales de subbase y base granular.

**Figura N° 9**  
**Huso para subbase y subbase granular**

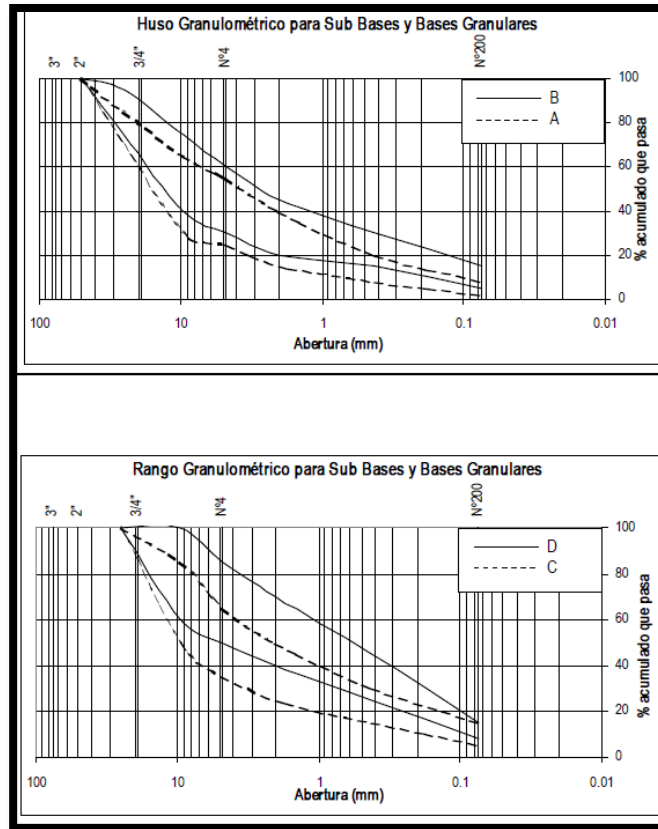
Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa en peso			
		Gradación A <sup>(1)</sup>	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2"	50,000	100	100	--	--
1"	25,000	--	75-95	100	100
3/8"	9,500	30-65	40-75	50-85	60-100
Nº4	4,750	25-55	30-60	35-65	50-85
Nº10	2,000	15-40	20-45	25-50	40-70
Nº40	0,425	8-20	15-30	15-30	25-45
Nº200	0,075	2-8	5-15	5-15	8-15

Nota: Tomado de "Diseño moderno de pavimentos asfálticos –Instituto de Construcción y Gerencia"



Figura N° 10

Rangos granulométricos para materiales de base y subbase granulares (MTC)



Nota: Tomado de "Diseño moderno de pavimentos asfálticos  
–Instituto de Construcción y Gerencia"

En la siguiente figura se listan las especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales que serán usados como afirmado, sub base y base.

Figura N° 11

Especificaciones técnicas para materias empleados en construcción de carreteras

Ensayo	Norma	Afirmando	Sub base granular		Base granular			
			<3000 msnm	≥3000 msnm	<3000 msnm		≥3000 msnm	
					Agregado grueso	Agregado fino	Agregado grueso	Agregado fino
Límite Líquido, %	ASTM D 4318 MTC E 110	35% máx	25% máx	25% máx				
Índice Plástico, %	ASTM D 4318 MTC E 111	4 a 9	6% máx	4% máx		4% máx		2% máx
Abrasión Los Angeles, %	ASTM C 131 MTC E 207	50% máx	50% máx	50% máx	40% máx		40% máx	
Equivalente de arena, %	ASTM D 2419 MTC E 114	20% mín	25% mín	35% mín		35% mín		45% mín
CBR al 100% de la M.D.S. y 0.1" de penetración	ASTM D 1883 MTC E 132	40% mín	40% mín	40% mín	Tráfico ligero a medio: 80% mín Tráfico pesado: 100% mín			
Pérdida con Sulfato de Sodio, %	ASTM C 88 MTC E 209				--		12% máx	
Pérdida con Sulfato de Magnesio, %	ASTM C 88 MTC E 209				--		18% máx	
Índice de Durabilidad	MTC E 214					35% mín		35% mín
Caras de fractura, % 1 cara fracturada 2 caras fracturadas	ASTM D 5821 MTC E 210				80% mín 40% mín		80% mín 50% mín	
Partículas chatas y alargadas, % Relación 1/3 (espesor/longitud)	ASTM D 4791 MTC E 211		20% máx	20% máx	15% máx		15% máx	
Sales Solubles Totales, %	ASTM D 1888 MTC E 219		1% máx	1% máx	0.5% máx	0.5% máx	0.5% máx	0.5% máx

Nota: Tomado de "Diseño moderno de pavimentos asfálticos –Instituto de Construcción y Gerencia"

Los valores mínimos a considerar en cuanto al CBR de la base y subbase granular según el Manual de carreteras- suelos, geología, geotécnica y pavimentos- sección suelos y pavimentos) se muestran en la siguiente figura:

Figura N° 12

Valores relativos de soporte, CBR de base y subbase granular

<b>Valor Relativo de Soporte, CBR en SubBase Granular (*)</b> (MTC E132, NTP 339.145 1999)	
CBR en SubBase Granular	Mínimo 40%
(*) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de 0.1" (2.5mm)	
<b>Valor Relativo de Soporte, CBR en Base Granular (*)</b> (MTC E132, NTP 339.145 1999)	
Para Carreteras de Segunda Clase, Tercera Clase, Bajo Volumen de Tránsito; o, para Carreteras con Tráfico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^6$	Mínimo 80%
Para Carreteras de Primera Clase, Carreteras Duales o Multicarril, Autopistas; o, para Carreteras con Tráfico en ejes equivalentes $> 10 \times 10^6$	Mínimo 100%

Nota: Tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC"

### 2.3.5. ESTUDIO DE TRÁFICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS

<sup>5</sup>La demanda del tráfico es un aspecto esencial que el Ingeniero necesita conocer con relativa y suficiente precisión, para planificar y diseñar con éxito muchos aspectos de la vialidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma del camino.

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los Términos de Referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos.

<sup>5</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos- sección suelos y pavimentos. Perú.

Para cada uno de los tramos además de la demanda volumétrica actual deberá conocerse la clasificación por tipo de vehículos. El cálculo del IMDA requiere de los índices de variación mensual, información que el MTC dispone y puede proporcionar de los registros continuos que obtiene actualmente en las estaciones existentes de peaje y de pesaje del propio MTC y de las correspondientes a los contratos de concesiones viales.

La información directa requerida para los estudios del tráfico en principio y salvo necesidades con objetivos más precisos o distintos, se conformará con muestreos orientados a calcular el IMDA del tramo, empezando por la demanda volumétrica actual de los flujos clasificados por tipo de vehículos en cada sentido de tráfico. La demanda de Carga por Eje, y la presión de los neumáticos en el caso de vehículos pesados (camiones y ómnibus) guardan relación directa con el deterioro del pavimento. Contando con la referencia regional previamente descrita, en términos generales será suficiente realizar las nuevas investigaciones puntuales por tramo en sólo dos días, teniendo en cuenta que el tráfico esté bajo condición normal.

#### **2.3.5.1. Factor direccional y factor de carril**

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tráfico. El factor de distribución carril expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril.

El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada de carretera, según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD.

**Figura N° 13**

**Factores de distribución y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño**

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 la 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

Nota: Tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica v Pavimentos-MTC"

### 2.3.5.2. Cálculo de tasas de crecimiento y proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.

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

**Ecuación N° 09**

Donde:

T<sub>n</sub> = Transito proyectado al año "n" en veh/día

T<sub>o</sub> = Tránsito actual (año base o) en veh/día

n = Número de años del período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de

crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI).

La siguiente figura proporciona el criterio para seleccionar el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) para el periodo de diseño, considerando la tasa anual de crecimiento ( $r$ ) y el periodo de análisis en años.

**Figura N° 14**  
**Factores de crecimiento acumulado (fca.)**

Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) Para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE									
Periodo de Análisis (años)	Factor sin 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	5.19	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	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28







Nota: Tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC"

### 2.3.5.3. Número de repeticiones de ejes equivalentes

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida, por AASHTO, como Ejes Equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis. AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg<sup>2</sup>. Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor

destrutivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

**Figura N° 15**  
**Configuración de ejes**

Configuración de Ejes			
Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

**Nota:**  
RS : Rueda Simple  
RD: Rueda Doble

Nota: tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC"

Para el cálculo de los EE, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas, que resultaron de correlacionar los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento:



Figura N° 16

Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE)

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos	
Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>3.2 tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [ P / 6.6 ] <sup>4.0</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>4.0</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	EE <sub>TA1</sub> = [ P / 14.8 ] <sup>4.0</sup>
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	EE <sub>TA2</sub> = [ P / 15.1 ] <sup>4.0</sup>
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	EE <sub>TR1</sub> = [ P / 20.7 ] <sup>3.9</sup>
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	EE <sub>TR2</sub> = [ P / 21.8 ] <sup>3.9</sup>
P = peso real por eje en toneladas	

Nota: Tomado de “Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC”

La medición de la demanda, estará basada en muestreos significativos del tránsito cuando no se cuenta con estaciones de pesaje que pueden generar censos de cargas por tipo de ejes. La investigación más extendida en la práctica del Perú, se orienta a la estratificación muestra de la carga por tipo de vehículo. Para ello la muestra del tráfico usuario se concentra en el tráfico pesado con la finalidad de obtener una información detallada promedio, pesando la carga real por tipo de vehículo muestreado, por tipo de ejes que lo conforman y por carga efectiva que lleva el eje.

El Factor Vehículo Pesado (Fvp), se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.

Figura N° 17

Factor de ajuste por presión de neumático (Fp) para Ejes Equivalentes (EE)

FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (Fp) PARA EJES EQUIVALENTES (EE)							
Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Nota:

- EE = Ejes Equivalentes
- Presión de inflado del neumático (Pin): está referido al promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.
- Presión de Contacto del neumático (PCN): igual al 90% del promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.
- Para espesores menores de capa de rodadura asfáltica, se aplicará el Factor de Ajuste igual al espesor de 50 mm.

Fuente : Elaboración propia, en base a correlaciones con la Figura IV-4 EAL Adjustment Factor for Tire Pressures del Manual MS-1 del Instituto del Asfalto.

Nota: Tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC"

Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

$$N_{rep \text{ de EE}_{8.2 \text{ TN}}} = \sum EE_{DIA-CARRIL} \times F_{ca} \times 365$$

Ecuación N° 10

Dónde:

Figura N° 18

Descripción de variables de ecuación de número de repeticiones de ejes equivalentes

Parámetros	Descripción
Nrep de EE 8.2t	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn
EE <sub>dia-carril</sub>	<p>EE<sub>dia-carril</sub> = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> $EE_{\text{dia-carril}} = \text{IMD}_{p_i} \times F_d \times F_c \times F_{vp_i} \times F_p$ <p>donde:</p> <p>IMD<sub>p<sub>i</sub></sub>: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>F<sub>d</sub>: Factor Direccional,</p> <p>F<sub>c</sub>: Factor Carril de diseño,</p> <p>F<sub>vp<sub>i</sub></sub>: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>F<sub>p</sub>: Factor de Presión de neumáticos,</p>
Fca	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado
365	Número de días del año
Σ	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Nota: tomado de “Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC”

#### 2.3.5.4. Clasificación de número de repeticiones de ejes equivalentes en el periodo de diseño

##### a) Caminos no Pavimentados

Los Caminos No Pavimentados con Afirmado (revestimiento granular) tendrán un rango de aplicación de Número de Repeticiones de EE en el carril y periodo de diseño de hasta 300,000 EE.

Figura N° 19

Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes en caminos no pavimentados

Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Caminos No Pavimentados	
Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T <sub>NP1</sub>	≤ 25,000 EE
T <sub>NP2</sub>	> 25,000 EE ≤ 75,000 EE
T <sub>NP3</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T <sub>NP4</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

Nota: tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica v Pavimentos-MTC"

#### b) Caminos no Pavimentados

Los Caminos Pavimentados con pavimentos flexibles, semirrígidos y rígidos, en este Manual están clasificados en quince (15) rangos de Número de Repeticiones de EE en el carril y periodo de diseño, desde 75,000 EE hasta 30'000,000 EE.

Figura N° 20

Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes en caminos no pavimentados

Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Pavimentos Flexibles, Semi-rígidos y Rígidos	
Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T <sub>P0</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T <sub>P1</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T <sub>P2</sub>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T <sub>P3</sub>	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T <sub>P4</sub>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T <sub>P5</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T <sub>P6</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T <sub>P7</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T <sub>P8</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T <sub>P9</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T <sub>P10</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T <sub>P11</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T <sub>P12</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T <sub>P13</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T <sub>P14</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T <sub>P15</sub>	> 30'000,000 EE

Nota: Tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC"

### **2.3.6. DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES**

<sup>7</sup>El diseño de pavimentos ha sido gradualmente desarrollado en base a conocimientos empíricos - científicos, sin embargo hasta el día de hoy juegan un rol importante. En 1920 el espesor de un pavimento era calculado puramente con la experiencia constructiva, de tal manera que con la mayor experiencia ganada con los años, diferentes personajes desarrollaron métodos de diseño para calcular el espesor del pavimento.

El tráfico de vehículos genera cargas sobre el pavimento las cuales están expresadas en ESALs (Equivalent Single Axle Loads 18-kip o 80-kN o 8.2 t), que también pueden ser denominados ejes equivalentes (EE). La suma de todos los ESALs durante el periodo de diseño es definida como (W18) o ESALD, Número de Repeticiones de EE de 8.2 t.

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles, se definen tres categorías:

- a) <sup>5</sup>Caminos de bajo volumen de tránsito, de 150,001 hasta 1'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.
- b) Caminos que tienen un tránsito, de 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.
- c) Caminos que tienen un tránsito mayor a 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

### **2.3.7. MÉTODO DE DISEÑO AASHTO 93**

<sup>6</sup>El método AASHTO es un método de regresión basado en resultados empíricos de la carretera de prueba AASHO construida en los años 50. AASHTO publicó la guía

---

<sup>7</sup> Sarmiento S. J., Arias Ch. T. (2015) Análisis y diseño vial de la avenida Mártir Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de lima. Perú

<sup>5</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos- sección suelos y pavimentos. Perú.

<sup>6</sup> Instituto de Construcción y Gerencia. (2006). Diseño moderno de pavimentos asfálticos. Perú.

para el diseño de estructuras de pavimento en 1972, cuyas revisiones fueron publicadas en 1981, 1986 y la actual versión de 1993.

El método AASHTO 1993 utiliza el número estructural (SN) para cuantificar la resistencia estructural que el pavimento requiere para determinada capacidad de soporte del suelo, tráfico esperado y pérdida de serviciabilidad.

Con la ecuación de diseño empírica usada en AASHTO 93 se busca el número estructural requerido por el proyecto:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Ecuación N° 11

Dónde:

**SN** = Número estructural requerido por la sección de carretera

**W<sub>18</sub>** = Número de ejes equivalentes de 80 kN (18,000 lb), en el período de diseño.

**Z<sub>R</sub>** = Desviación estándar normal (depende de la confiabilidad(R%) de diseño)

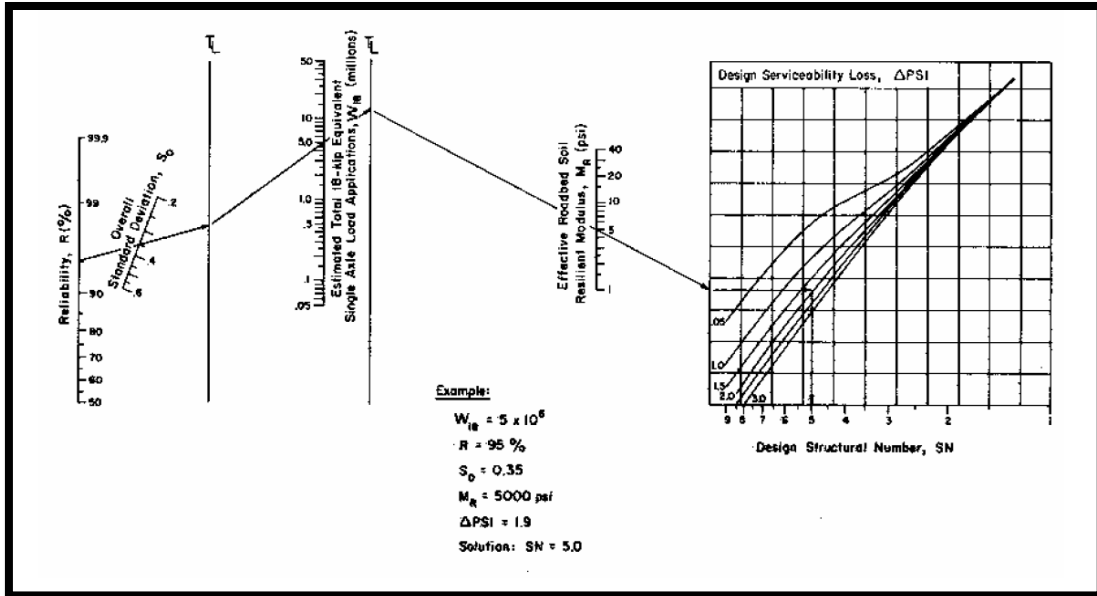
**S<sub>o</sub>** = Error estándar por efecto del tráfico y comportamiento

**ΔPSI** = Variación del índice de serviciabilidad.

**M<sub>R</sub>** = Módulo Resiliente de la subrasante medido en psi

Como se muestra, el Número Estructural (SN) viene a ser una variable de la ecuación de diseño, otra forma de calcular este valor es haciendo uso de la Carta de Diseño de Pavimentos Flexibles AASHTO 1993.

Figura N° 21  
 Carta de Diseño de Pavimentos Flexibles



Nota: Tomado de "Diseño moderno de pavimentos asfálticos –Instituto de Construcción y Gerencia"

Una vez conocido el valor del Número Estructural este se usará para calcular los espesores de carpeta asfáltica, base y subbase a través de coeficientes de capa que representan la resistencia relativa de los materiales de cada capa.

### 2.3.8. PERIODO DE DISEÑO

El período de diseño se refiere al tiempo desde que la estructura de pavimento entra en servicio hasta antes que necesite algún trabajo de rehabilitación.

Figura N° 22  
 Período de diseño según tipo de carretera

Condiciones de Carreteras	Período de Análisis
Vías urbanas con alto volumen	30-50
Vías rurales con alto volumen	20-50
Pavimentadas con bajo volumen	15-25
Superficie granular con bajo volumen	10-20

Nota: Tomado de "Diseño moderno de pavimentos asfálticos –Instituto de Construcción y Gerencia"



## **2.3.9. VARIABLES DE DISEÑO DEL MÉTODO AASHTO '93**

### **2.3.9.1. Numero de repeticiones de ejes equivalentes (W18)**

<sup>5</sup>Es Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2t; el cual se establece con base en la información del Estudio de Tráfico. (Ver Item 2.4.5)

### **2.3.9.2. Módulo de Resilencia (Mr)**

El Modulo de Resilencia (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 (Mechanisti Empirical Pavement Design Guide)

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

Ecuación N° 12

### **2.3.9.3. Confiabilidad (%R)**

El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento; sin embargo, solicitudes diferentes a las esperadas, como por ejemplo, calidad de la construcción, condiciones climáticas extraordinarias, crecimiento excepcional del tráfico pesado mayor a lo previsto y otros factores, pueden reducir la vida útil prevista de un pavimento.

---

<sup>5</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos- sección suelos y pavimentos. Perú.

La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la Ecuación de Diseño, para ello debe usarse el coeficiente estadístico conocido como Desviación Normal Estándar (Zr).

A continuación se especifican los valores recomendados de niveles de confiabilidad para los diferentes rangos de tráfico

**Figura N° 23**  
**Valores recomendados de nivel de confiabilidad**

Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) según rango de Tráfico				
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	<b>T<sub>P0</sub></b>	<b>100,000</b>	<b>150,000</b>	<b>65%</b>
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	95%
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	95%
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	95%
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		95%

Nota: Tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC"

#### 2.3.9.4. Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar normal (Zr)

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.

Figura N° 24

Valores del coeficiente estadístico de la desviación estándar (Zr)

Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de diseño (10 ó 20 años) Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico				
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,001	150,000	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		-1.645

Nota: Tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC"

### 2.3.9.5. Desviación Estándar Combinada (So)

La Desviación Estándar Combinada (So), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como por ejemplo, construcción,

medio ambiente, incertidumbre del modelo. La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de  $S_o$  comprendidos entre 0.40 y 0.50.

#### **2.3.9.6. Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)**

El Índice de Serviciabilidad Presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

##### **a) Serviciabilidad Inicial ( $P_i$ )**

La Serviciabilidad Inicial ( $P_i$ ) es la condición de una vía recientemente construida. A continuación se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico:

**Figura N° 25**  
**Índice de serviciabilidad inicial ( $P_i$ )**

Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico				
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	3.80
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	3.80
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	3.80
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.00
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.00
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.00
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.00
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	4.00
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	4.00
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	4.00
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	4.20
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	4.20
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	4.20
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		4.20

Nota: Tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC"

## b) Serviciabilidad Final o Terminal (Pt)

La Serviciabilidad Terminal (Pt) es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción.

A continuación se indican los índices de serviciabilidad final para los diferentes tipos de tráfico.

**Figura N° 26**  
**Índice de serviciabilidad final (Pt)**

Índice de Serviabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico				
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	2.00
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	2.00
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	2.00
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	2.50
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	2.50
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	2.50
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	2.50
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	2.50
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	2.50
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	2.50
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	3.00
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	3.00
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	3.00
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	3.00

Nota: Tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC"

### c) Variación de Serviabilidad ( $\Delta$ PSI)

( $\Delta$  PSI) es la diferencia entre la Serviabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

$$\Delta PSI = p_0 - p_t$$

Ecuación N° 13

### 2.3.9.7. Numero Estructural Requerido (SNR)

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada

una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

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

Ecuación N° 14

Dónde:

**a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>** = Coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

**d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub>** = Espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

**m<sub>2</sub>, m<sub>3</sub>** = Coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.

Según AASHTO la ecuación SN no tiene una solución única, es decir hay muchas combinaciones de espesores de cada capa que dan una solución satisfactoria. El Ingeniero Proyectista, debe realizar un análisis de comportamiento de las alternativas de estructuras de pavimento seleccionadas, de tal manera que permita decidir por la alternativa que presente los mejores valores de niveles de servicio, funcionales y estructurales, menores a los admisibles, en relación al tránsito que debe soportar la calzada.

#### **a) Coeficientes de capa**

<sup>6</sup>Se asigna un coeficiente de capa a cada material de la estructura de pavimento. El coeficiente de capa expresa una relación empírica entre el número estructural, SN, y el espesor.

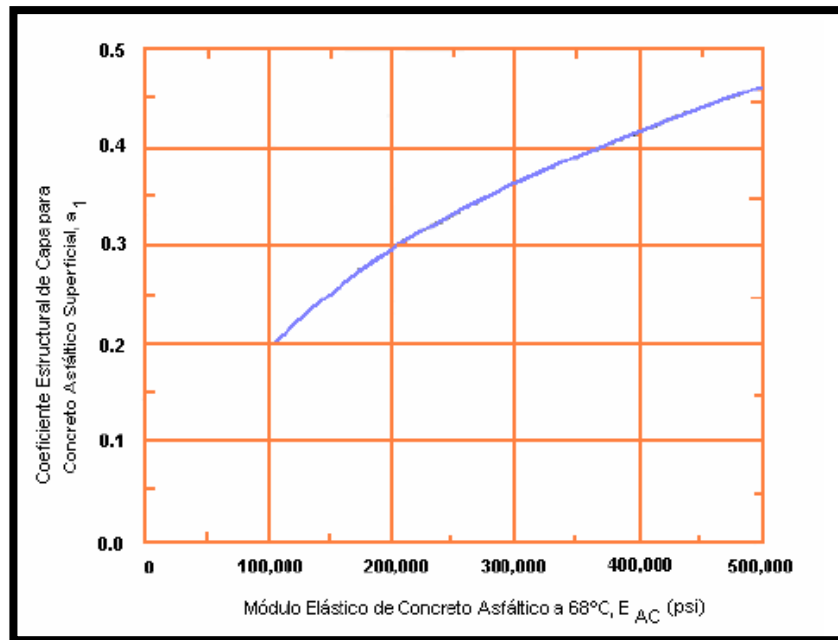
---

<sup>6</sup> Instituto de Construcción y Gerencia. (2006). Diseño moderno de pavimentos asfálticos. Perú.

- **Concreto Asfáltico:** La figura N° 27 muestra la carta sugerida por AASHTO 93, para definir el coeficiente estructural de concreto asfáltico de gradación densa basado en su módulo elástico ( $E_{AC}$ ) a 68°F. Este módulo elástico es el Módulo Dinámico Complejo,  $E^*$ , obtenido de ensayos cíclicos.

Figura N° 27

Carta para calcular el coeficiente estructural de concreto asfáltico de gradación densa



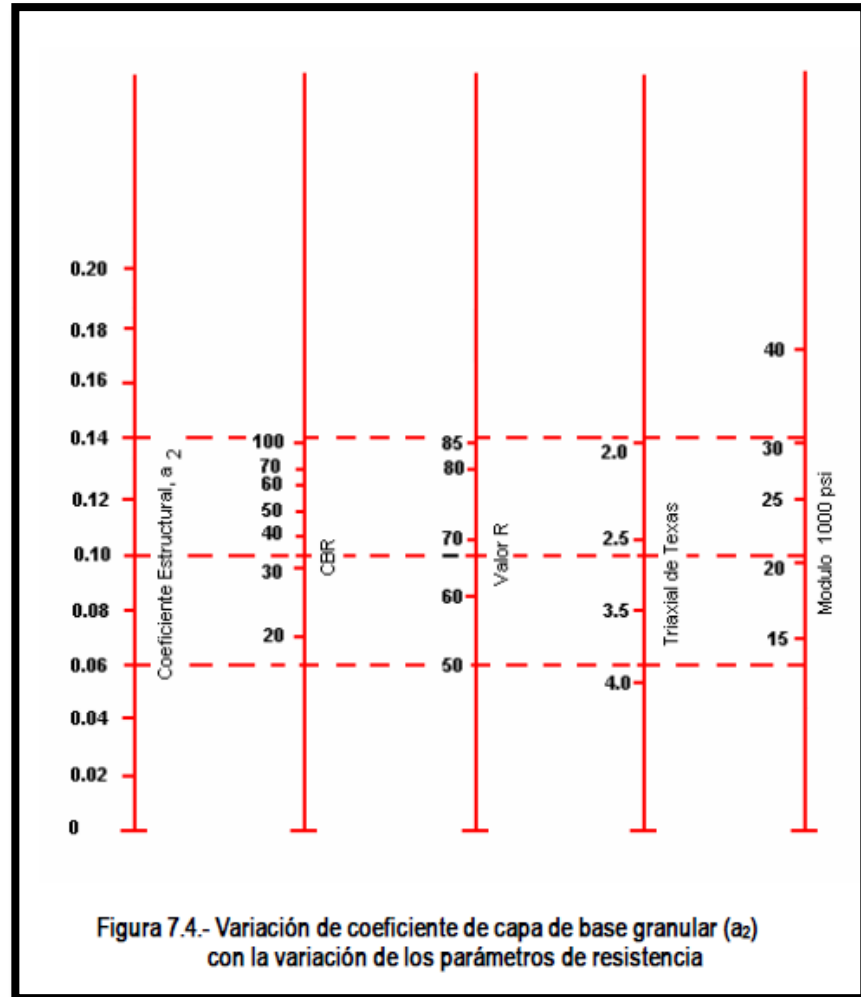
Nota: Tomado de "Diseño moderno de pavimentos asfálticos –Instituto de Construcción y Gerencia"

- **Base:** La figura N° 28 muestra la carta utilizada para definir el coeficiente estructural,  $a_2$ , de base granular. Toma en cuenta cuatro diferentes ensayos de laboratorio.

Figura N° 28

Variación de coeficiente de capa de base granular ( $a_2$ ) con la variación de parámetros de resistencia



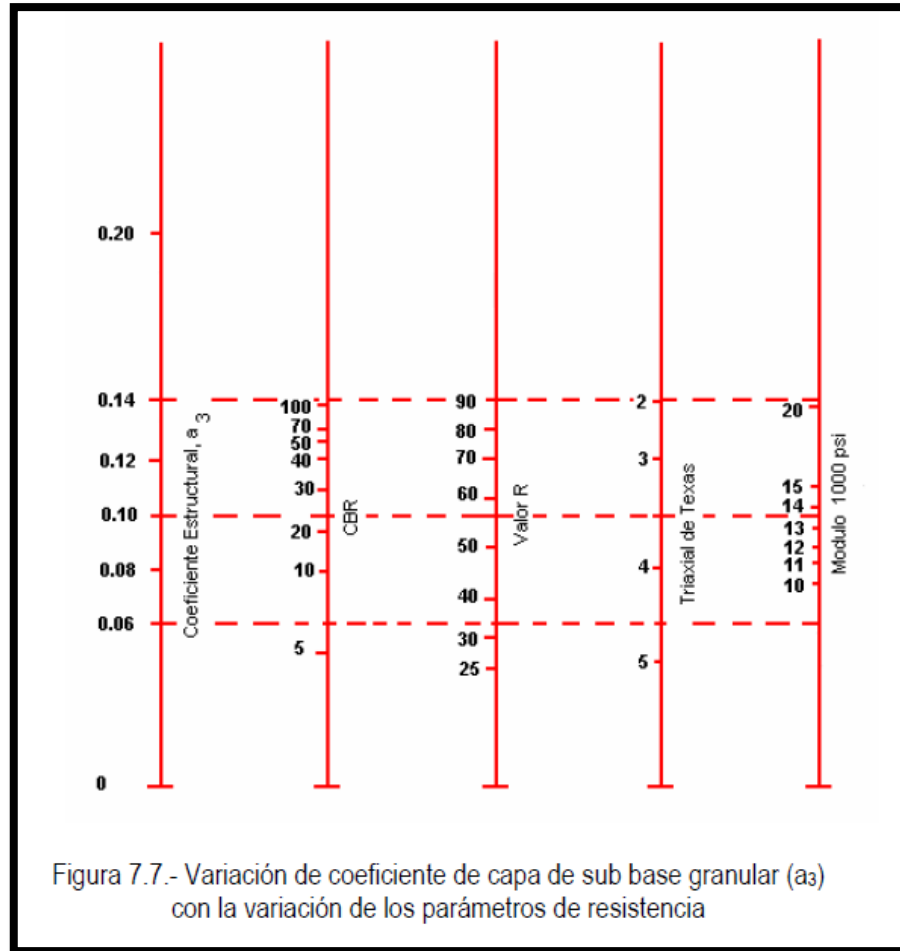


Nota: Tomado de "Diseño moderno de pavimentos asfálticos –Instituto de Construcción y Gerencia"

- **Sub base granular:** La figura N° 29 muestra la carta que puede ser usada para calcular el coeficiente de capa,  $a_3$ , para una sub base granular a partir cuatro diferentes ensayos de laboratorio, incluyendo el módulo resiliente de la sub base  $E_{sb}$ .

Figura N° 29

Variación de coeficiente de capa de subbase granular ( $a_3$ ) con la variación de parámetros de resistencia



Nota: Tomado de “Diseño moderno de pavimentos asfálticos –Instituto de Construcción y Gerencia”

## b) Coeficiente de drenaje

<sup>5</sup>La ecuación SN de AASHTO, también requiere del coeficiente de drenaje de las capas granulares de base y subbase. Este coeficiente tiene por finalidad tomar en cuenta la influencia del drenaje en la estructura del pavimento.

El valor del coeficiente de drenaje está dado por dos variables que son:

- La calidad del drenaje.

<sup>5</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos- sección suelos y pavimentos. Perú.

- Exposición a la saturación, que es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación.

La siguiente figura presenta valores de la calidad de drenaje con respecto al tiempo en que tarda el agua en ser evacuada.

**Figura N° 30**  
**Calidad de drenaje**

Calidad del Drenaje	
CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN 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

Nota: Tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC"

La figura N° 31 presenta valores de coeficiente de drenaje  $m_i$ , para porcentajes del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación y calidad del drenaje.

**Figura N° 31**  
**Valores recomendados del coeficiente de drenaje**

Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje $m_i$ Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles				
CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Nota: Tomado de “Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC”

### 2.3.9.8. Secciones de Estructuras de Pavimento Flexible

Para determinar las secciones de estructuras de pavimento flexible, se consideraron los siguientes espesores mínimos recomendados.

**Figura N° 32**  
**Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular**

Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular					
TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	TSB, ó Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, ó Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250 mm
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250 mm
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250 mm
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

Nota: Tomado de "Manual de Carreteras-Suelos y Geología, Geotécnica y Pavimentos-MTC"

El espesor mínimo constructivo para capas superficiales con carpeta asfáltica en caliente es de 110mm y el espesor mínimo constructivo de las capas granulares (Base y Sub base) es de 250mm.

### **2.3.10. RECICLADO DE PAVIMENTOS**

<sup>8</sup>El pavimento de una carretera está sujeto a la acción continua del tráfico y de la meteorología. Estos dos factores, junto con el envejecimiento natural de los materiales, hacen que el firme sufra un proceso de progresivo deterioro. Este envejecimiento y deterioro del firme conlleva una disminución paulatina en los niveles de seguridad y confort del tráfico, que al sobrepasar ciertos valores hacen necesaria una operación de conservación.

#### **2.3.10.1. Fresado de pavimentos**

<sup>9</sup>El fresado es una técnica fundamental en la rehabilitación de pavimentos asfálticos deteriorados, es posible levantar las partes defectuosas del pavimento sin afectar a las que estén en buen estado.

Con una sola máquina y de una pasada se elimina el largo, ancho y espesor deseado, cargándolo directamente en el camión, los tiempos de trabajo se reducen considerablemente con un impacto mínimo en el tráfico.

El material fresado resultante pueda ser reutilizado para la fabricación de nuevas mezclas asfálticas o como suelo seleccionado o adecuado en la misma obra.

#### **2.3.10.2. Extracción cuantitativa de asfalto**

Es un ensayo en laboratorio que permite determinar en forma cuantitativa el bitumen de mezclas en caliente de pavimentos y de muestras de pavimentos.

El procedimiento a seguir se encuentra en el manual de ensayos y materiales en la norma E 502 del MTC donde también se especifica que la obtención de resultados será mediante la siguiente expresión:

---

<sup>8</sup> Peruvías. (2016). Fresadoras de asfalto, ahorro de materiales y mejor contaminación. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6624/06.pdf?sequence=7>

<sup>9</sup> Pavimentos (2010). Fresado de pavimento asfáltico. Recuperado de <https://pavimentosyafaltos.es/fresado-de-asfalto/>

- $\text{CONTENIDO DE ASFALTO (\%)} = \frac{W1 - (W2 + Wf1 - Wf2)}{W2} \times 100$

Ecuación N° 15

Dónde:

**W1** = Peso inicial del espécimen después del horno y antes del centrifugado.

**W2** = Peso final del espécimen después del horno y después del centrifugado.

**Wf1** = Peso inicial del papel filtro antes del centrifugado.

**Wf2** = Peso final del papel filtro después del horno y después del centrifugado.

El agregado obtenido luego de la extracción cuantitativa de asfalto se analizará mediante el ensayo granulométrico por tamizado especificado en el Ítem 2.3.3.4.1.1 de la presente investigación y deberá responder a algunos de los husos granulométricos, especificados en la siguiente figura:

**Figura N° 33**  
**Gradación para mezcla asfáltica**

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.° 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.° 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.° 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.° 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.° 200)	4-8	4-8	5-10

### 2.3.11. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

<sup>10</sup>Esta gestión implica considerar todas las etapas del manejo de los residuos sólidos como un todo y no como una suma de partes, abordándose la problemática ambiental de los residuos sólidos de manera mucho más eficiente. De este modo, existe un orden para abordar el problema, el cual se debe iniciar por la prevención, lo que supone estar preparado para tomar las acciones del caso; luego, la minimización de impactos y residuos. Así, por ejemplo, se identifica los puntos en los cuales se contamina y se intenta reducirlos lo más posible. El paso siguiente es la reutilización y reciclaje, donde se busca volver a usar los residuos. Por ejemplo, usar retazos de telas para confeccionar cojines o la transformación de residuos orgánicos para obtener compost. Luego, sigue el proceso de tratamiento, por el cual se pretende reducir los componentes dañinos contenidos en los residuos y que pueden dañar el ambiente. La última etapa es la disposición final segura de los residuos.

**Figura N° 34**  
**Jerarquía Del Manejo De Residuos Solidos**



Nota: Tomado de Internet: <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/39052>

<sup>10</sup> Ministerio del Ambiente. (2008). Reciclaje y disposición final de residuos sólidos. Perú.



### **2.3.11.1. Los Residuos del Sector Construcción**

<sup>11</sup>Los residuos de construcción y demolición suponen uno de los impactos más significativos de las obras por su gran volumen y su heterogeneidad. La primera razón acelera el ritmo de colmatación de los vertederos y eleva el número de transportes por carretera; la segunda, dificulta enormemente las opciones de valorización del residuo (ya que se incrementa el coste posterior del reciclaje).

La solución a esta problemática, tal y como se ha comentado en el apartado Generación de residuos, se basa en las recomendaciones del principio de jerarquía que podríamos equipararlo a la regla de las 3R's (3R = Reducir + Reutilizar + Reciclar)

### **2.3.11.2. Las 3R's**

<sup>12</sup>Las tres erres (3R's) es una regla para cuidar el medio ambiente, específicamente para reducir el volumen de residuos o basura generada. En pocas palabras, las 3R te ayudan a tirar menos basura, ahorrar dinero y ser un consumidor más responsable, así reduciendo tu huella de carbono. Y lo mejor de todo es que es muy fácil de seguir, ya que sólo tiene tres pasos: reducir, reutilizar y reciclar.

#### **a) La Primera R: Reducir**

Cuando hablamos de reducir lo que estamos diciendo es que se debe tratar de reducir o simplificar el consumo de los productos directos, o sea, todo aquello que se compra y se consume, ya que esto tiene una relación directa con los desperdicios, a la vez que también la tiene con nuestro bolsillo. Por ejemplo, en vez de comprar 6 botellas pequeñas de una bebida, se puede

---

<sup>11</sup> Construmática. (2012). Residuos Generados en las Obras de Construcción. Recuperado de [https://www.construmatica.com/construpedia/Residuos\\_Generados\\_en\\_las\\_Obras\\_de\\_Construcci%C3%B3n](https://www.construmatica.com/construpedia/Residuos_Generados_en_las_Obras_de_Construcci%C3%B3n)

<sup>12</sup> RSS. (2014). 3R La regla de las tres erres (Reducir, Reciclar y Reutilizar). Recuperado de <http://www.responsabilidadsocial.mx/3r-la-regla-de-las-tres-erres-reducir-reciclar-y-reutilizar/>

conseguir una o dos grandes, teniendo el mismo producto pero menos envases sobre los que preocuparse.

**b) La segunda R: Reutilizar**

Al decir reutilizar, nos estamos refiriendo a poder volver a utilizar las cosas y darles la mayor utilidad posible antes de que llegue la hora de deshacernos de ellas, dado que al disminuir el volumen de la basura.

Esta tarea suele ser la que menos atención recibe y es una de las más importantes, que también ayuda mucho la economía en casa.

**c) La Tercera R: Reciclar**

La última de las tareas es la de reciclar, que consiste en el proceso de someter los materiales a un proceso en el cual se puedan volver a utilizar, reduciendo de forma verdaderamente significativa la utilización de nuevos materiales, y con ello, mas basura en un futuro.

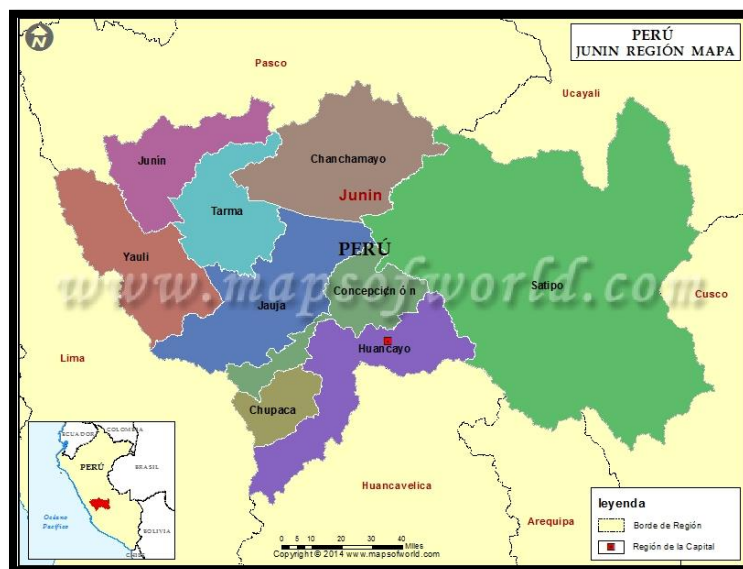
## CAPÍTULO III

### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

#### 3.1. UBICACIÓN DEL AREA EN ESTUDIO

- **Departamento** : Junín
- **Provincia** : Huancayo
- **Distrito** : Chilca

Figura N° 35  
Mapa de la Región Junín



Nota: Tomado de Internet: <https://espanol.mapsofworld.com/continentes/sur-america/peru/junin.html>



## 3.2. GEOGRAFÍA DE LA ZONA

El Distrito de Chilca Forma parte de la ciudad urbana de Huancayo. Aproximadamente tiene de 28.04 kilómetros cuadrados de extensión y una población de 77 000 habitantes aprox. Gran parte de su territorio está ocupado por campos de pastoreo y chacras destinadas a la ganadería y agricultura, debido a esto en la zona prima el comercio mediante actividades minoristas y la celebración de ferias agrícolas y ganaderas.

En la zona urbana de este distrito se encuentra el Cuartel 9 de diciembre del Ejército del Perú, el local del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, sede Huancayo, además de la correspondiente municipalidad distrital. Entre las empresas privadas trasnacionales más representativas podemos encontrar a Cencosud con su cadena de supermercados Metro.

### 3.2.1. DATOS GEOGRÁFICOS

- **Latitud S** : 12°04'24.37" / 12°06'25.40"
- **Longitud W** : 75°07'08.08" / 75°13'59.02"
- **Superficie** : 28.04 Km<sup>2</sup> (\*)
- **Perímetro** : 35.54 Km. (\*)
- **Altitud de capital del distrito:** 3,229.10 m.s.n.m.
- **Punto más bajo** : 3,172 m.s.n.m. Río Mantaro al W
- **Punto más alto** : 4,411 m.s.n.m. Cerro TanquiscanCHA NE–IGN

## 3.3. POBLACIÓN

<sup>13</sup>La Población del distrito de Chilca según Censo INEI 2007, alcanza 77,392 habitantes, presenta un crecimiento de 1,92% anual, (Periodo 1993-2007) siendo 94.89% Urbana y 5.11% rural; predominando el sexo femenino con 51.89%; con una densidad de 2,760 habitantes/Km<sup>2</sup>.

---

<sup>13</sup> <http://www.munichilca.gob.pe/portal/index.php/distrito/geograficos>

### 3.4. DESCRIPCIÓN DE LA AVENIDA EN ESTUDIO

La Av. Próceres es una de las avenidas principales de la zona urbana del distrito de Chilca mide alrededor de 2210 metros y se extiende perpendicularmente entre la Av. Panamericana Sur de Chilca y la Av. José Olaya. Por la avenida además de vehículos particulares transitan vehículos de transporte público entre estas tenemos a las siguientes empresas:

**TABLA N° 2**  
**EMPRESAS DE TRANSPORTE PÚBLICO QUE TRANSITAN POR LA AV. PRÓCERES**

N°	CÓDIGO EMPRESA	EMPRESA	CÓDIGO DE RUTA	RUTA
1	TR-0021	E.T. COCHAS CHICO S.A.	TCE-07	Atanacio -Cochas Grande
2	TR-0083	E.T. SAN JUAN DE CHUPACA S.A.C	TC-25	Huancán - Chupaca
3	TR-0063	E.T. MUNICIPAL QUILCAS S.A.C.	TC-13	Fortaleza - Quilcas
4	TR-0137	E.T. PETRA S.R.L	TM-20	Fortaleza - Cooperativa

En la presente tesis se extraerán muestras de una porción de la Av. Próceres, este será el tramo entre la Calle Real y la Av. Huancavelica el cual tiene por longitud 1060.00 metros aproximadamente y tiene una sección de vía de 25 metros y cuenta con una separador central de 1 metro. En el tramo en mención se encuentran 157 predios y en la actualidad esta vía presenta falencias en cuanto su calidad.

### 3.5. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN EXISTENTE

- a) La vía se encuentra en mal estado de conservación, esto debido a los años que han transcurrido desde su ejecución cumpliendo ya su vida útil, así mismo se puede observar la falta de tratamiento de las áreas verdes de la berma central.

**Figura N° 38**

**Fotografía de la carpeta asfáltica deteriorada de la Av. Próceres**



- b)** En el tramo existen veredas que fueron construidas hace más de 15 años, cumpliendo ya su vida útil y se encuentran en pésimo estado, por lo que estas tendrán que ser demolidas.

**Figura N° 39**

**Fotografía de la intersección Av. Torre Tagle y Av. próceres**



- c) En las imágenes se observa la superficie de rodadura que se encuentra en mal estado de conservación, esta presenta baches y resultan perjudiciales para los vehículos que transitan por dicho tramo. Así mismo se observa la berma central, la cual carece de tratamiento.

**Figura N° 40**

**Fotografía de baches presentes en la Av. Próceres**



**Figura N° 41**

**Fotografía de fallas y agujeros presentes en el pavimento de la Av. Próceres**





## CAPÍTULO IV

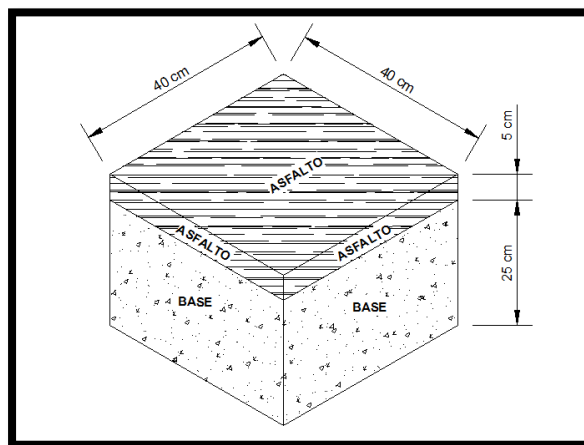
### PROCESOS Y RESULTADOS DE ENSAYOS EN LABORATORIO

#### 4.1. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DEL MATERIAL A RECICLAR

El material en estudio a reciclar será la carpeta asfáltica y la base granular que forman parte de la estructura del pavimento flexible existente, por lo que se necesitó muestras representativas de dicho material. Se determinó que para el estudio se necesitaran muestras inalteradas y que para obtener el material suficiente se deberá obtener como mínimo 05 muestras a través de una excavación manual simple la cual deberá ser de la siguiente forma:

Figura N° 42

Figura referencial para la excavación en la extracción de muestras.



El proceso de extracción de muestras fue coordinado directamente con la Gerencia de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Distrital de Chilca, se obtuvo el permiso para poder intervenir la vía en estudio. La extracción constará de tres partes:

**a) Elaboración de parches de concreto asfáltico:**

Se elaboraron parches de concreto asfáltico en caliente para luego usarlos en los lugares donde se hayan extraído las muestras. La medida de cada parche fue de 40 cm x 40 cm x 7.5 cm y en cada uno se usó la siguiente cantidad de materiales:

- 13 kg de piedra chancada de 1"
- 17 kg de arena gruesa
- 0.3 kg de cemento portland
- 1 kg de asfalto

Los moldes se elaboraron a partir de listones de madera de 2"x3" y el concreto asfáltico en caliente se preparó en un cilindro cortado por la mitad colocado sobre ladrillos y sobre carbón, de esta forma se calentaría la piedra chancada y la arena gruesa para luego mezclarlas con asfalto. Esta mezcla preparada en caliente, se colocaría en los moldes preparados, se compactaría debidamente y se esperaría a que enfríen y se armen los bloques para luego desmoldarlas.

**b) Extracción de muestras**

Los puntos de extracción de muestras se ubicaron cada dos cuadras a lo largo de la Av. Próceres en su tramo entre la calle real y la Av. Huancavelica en cada punto se colocó mallas de seguridad con la intención de que los vehículos que transiten no interfieran durante la extracción. La excavación se hizo de 40cm x 40cm x 30cm. Al momento de extraer el material se separó la carpeta asfáltica de la base granular y fueron guardados en diferentes contenedores.

Se codificó las muestras con números del 1 al 10, los números impares representan a la muestra de asfalto y su par consecutivo representa a la muestra de base granular de este modo se obtuvieron dos códigos por punto de extracción.

**TABLA N° 3**  
**CODIFICACIÓN DE MUESTRAS EXTRAIDAS**

EXCAVACIÓN N°	CARPETA ASFÁLTICA	BASE GRANULAR
01	MUESTRA 01	MUESTRA 02
02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
03	MUESTRA 05	MUESTRA 06
04	MUESTRA 07	MUESTRA 08
05	MUESTRA 09	MUESTRA 10

**c) Parchado de áreas afectadas**

Una vez realizada la extracción de muestras se procedió con la colocación de parches en los puntos de extracción, para esto se relleno 22.5 cm del agujero con caliche de la zona y sobre esto se colocó el parche elaborado en el punto (a), los bordes irregulares producto de la excavación también fueron rellenos con caliche. Antes de colocar el parche se colocó emulsión asfáltica en frio tanto en la base como en los bordes de este modo se aseguró la adhesión del suelo con el parche.

**4.2. ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO**

**4.2.1. CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA**

**4.2.1.1. Extracción cuantitativa de asfalto**

La carpeta asfáltica reciclada fue llevada al laboratorio de suelos y pavimentos y en ella se realizó el ensayo de Extracción Cuantitativa de Asfalto en Mezclas para Pavimentos el cual tiene por finalidad de conocer el porcentaje de asfalto contenido en la carpeta.

Para realizar el ensayo en mención se utilizaron los siguientes equipos, herramientas e insumos:

- 01 Balanza con sensibilidad de 0,1 g.

- Horno de secado capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5$  °C.
- Equipo extractor o de centrifugado
- Probeta de boca angosta graduado de 1000 ó 2000 mL de capacidad.
- Tricloroetileno: Insumo para separar el asfalto del agregado
- Papel filtro

El ensayo se llevó a cabo mediante el siguiente procedimiento:

- De cada muestra extraída se preparó 3 especímenes de 1.5 kg aprox.
- Cada espécimen se puso a secar en el horno por el periodo de 16 horas y luego se registró su peso.
- Antes de iniciar la extracción de asfalto, el espécimen se combinó con una cantidad suficiente de tricloroetileno por una hora aprox.
- El espécimen combinado con el tricloroetileno fue depositado en el tazón del equipo extractor y fue cubierto con el papel filtro. el papel filtro fue pesado antes de iniciar el procedimiento debido a que existen partículas que luego del secado se adhieren a él.
- Se inició la revolución del equipo incrementando gradualmente la velocidad del mismo. Se añadió tricloroetileno al espécimen hasta que por el dren de descarga fluya un color no más oscuro que el color pardo.
- Se retiró el espécimen del equipo extractor y se llevó a secar el espécimen junto con el papel filtro al horno por 16 horas, luego de esto se registró el peso de ambos y se procedió a realizar los cálculos en gabinete.

Con los datos obtenidos en el ensayo y haciendo uso de la ecuación N°15 del Ítem 2.3.10.1 se obtiene el contenido de asfalto de cada muestra como indica en las siguientes tablas.

:

**Tabla N° 4**

**RESULTADOS DE LA EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO DE LA MUESTRA N° 1**

<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>PESO SECO (g) =</b>	1509.8	1410.7	1332.0
<b>PESO DEL FILTRO LIMPIO (g) =</b>	18.4	19.5	20.1
LECTURAS DESPUES DEL CENTRIFUGADO			
<b>PESO SECO DESPUES DEL HORNO (g) =</b>	1419.5	1323.3	1247.9
<b>PESO DEL FILTRO CON PARTICULAS (g) =</b>	21.6	22.4	22.9
<b>PESO SECO TOTAL (g) =</b>	1441.1	1345.7	1270.8
<b>PESO DE ASFALTO (g) =</b>	68.7	65.0	61.2
<b>% DE ASFALTO (%) =</b>	4.77	4.83	4.82
<b>% DE ASFALTO PROMEDIO =</b>	<b>4.80</b>		

**Tabla N° 5**

**RESULTADOS DE LA EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO DE LA MUESTRA N° 3**

<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>PESO SECO (g) =</b>	1403.2	1315.1	1344.2
<b>PESO DEL FILTRO LIMPIO (g) =</b>	20.1	21.5	22.3
LECTURAS DESPUES DEL CENTRIFUGADO			
<b>PESO SECO DESPUES DEL HORNO (g) =</b>	1314.6	1233.4	1256.5
<b>PESO DEL FILTRO CON PARTICULAS (g) =</b>	23.0	24.3	25.4
<b>PESO SECO TOTAL (g) =</b>	1337.6	1257.7	1281.9
<b>PESO DE ASFALTO (g) =</b>	65.6	57.4	62.3
<b>% DE ASFALTO (%) =</b>	4.90	4.56	4.86
<b>% DE ASFALTO PROMEDIO =</b>	<b>4.78</b>		

**Tabla N° 6**

**RESULTADOS DE LA EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO DE LA MUESTRA N° 5**

<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>PESO SECO (g) =</b>	1458.4	1429.6	1418.1
<b>PESO DEL FILTRO LIMPIO (g) =</b>	20.7	21.3	21.8
LECTURAS DESPUES DEL CENTRIFUGADO			
<b>PESO SECO DESPUES DEL HORNO (g) =</b>	1363.1	1335.3	1328.2
<b>PESO DEL FILTRO CON PARTICULAS (g) =</b>	23.6	24.1	24.9
<b>PESO SECO TOTAL (g) =</b>	1386.7	1359.4	1353.1
<b>PESO DE ASFALTO (g) =</b>	71.7	70.2	65.0
<b>% DE ASFALTO (%) =</b>	5.17	5.16	4.80
<b>% DE ASFALTO PROMEDIO =</b>	<b>5.05</b>		

**Tabla N° 7**

**RESULTADOS DE LA EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO DE LA MUESTRA N° 7**

ENSAYO N°	1	2	3
PESO SECO (g) =	1485.2	1476.4	1498.2
PESO DEL FILTRO LIMPIO (g) =	19.5	20.6	21.2
<b>LECTURAS DESPUES DEL CENTRIFUGADO</b>			
PESO SECO DESPUES DEL HORNO (g) =	1390.2	1383.8	1407.4
PESO DEL FILTRO CON PARTICULAS (g) =	22.4	23.4	24.4
PESO SECO TOTAL (g) =	1412.6	1407.2	1431.8
PESO DE ASFALTO (g) =	72.6	69.2	66.4
% DE ASFALTO (%) =	5.14	4.92	4.64
<b>% DE ASFALTO PROMEDIO =</b>	<b>4.90</b>		

**Tabla N° 8**

**RESULTADOS DE LA EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO DE LA MUESTRA N° 9**

ENSAYO N°	1	2	3
PESO SECO (g) =	1492.3	1478.5	1496.2
PESO DEL FILTRO LIMPIO (g) =	20.5	21.6	22.0
<b>LECTURAS DESPUES DEL CENTRIFUGADO</b>			
PESO SECO DESPUES DEL HORNO (g) =	1400.6	1383.8	1404.2
PESO DEL FILTRO CON PARTICULAS (g) =	23.3	24.5	24.9
PESO SECO TOTAL (g) =	1423.9	1408.3	1429.1
PESO DE ASFALTO (g) =	68.4	70.2	67.1
% DE ASFALTO (%) =	4.80	4.98	4.70
<b>% DE ASFALTO PROMEDIO =</b>	<b>4.83</b>		

**TABLA N° 9:**

**RESULTADOS DEL ENSAYO DE EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO**

ENSAYO N°	1	2	3	PROMEDIO
<b>MUESTRA 01</b>	4.77	4.83	4.82	4.80
<b>MUESTRA 03</b>	4.90	4.56	4.86	4.78
<b>MUESTRA 05</b>	5.17	5.16	4.80	5.05
<b>MUESTRA 07</b>	5.14	4.92	4.64	4.90
<b>MUESTRA 09</b>	4.80	4.98	4.70	4.83
<b>PROMEDIO TOTAL</b>				<b>4.87</b>

#### **4.2.1.2. Granulometría del agregado obtenido luego de la extracción de asfalto**

Con la finalidad de conocer la distribución de tamaños de partículas del material obtenido luego de la extracción de asfalto de la carpeta de rodadura se realizó el análisis granulométrico por tamizado de cada muestra extraída.

Para realizar el ensayo en mención se utilizaron los siguientes equipos y herramientas:

- 01 Balanza con sensibilidad de 0,1 g.
- Tamizadora mecánica calibrada y certificada.
- Juego de tamices de malla cuadrada calibrados y certificados.
- Envases adecuados para el manejo y secado de las muestras (taras y bandejas)

Con los materiales mencionados se realizó el siguiente procedimiento:

- Se escogió un espécimen de aproximadamente 1.5 kg de cada muestra luego de haber realizado la extracción de asfalto.
- Se registró el peso del espécimen y se vertió en los tamices seleccionados
- Se registraron los pesos de cada fracción retenida y se procedió con la realización de los cálculos.

Haciendo uso de la ecuación N° 01 y la ecuación N° 02 y con los datos obtenidos del ensayo se obtuvo lo siguiente:

- El porcentaje de material retenido en cada tamiz (% Retenido Parcial).
- El porcentaje retenido acumulado (% Retenido Acum.).
- El porcentaje que pasa en cada tamiz (% Que Pasa.).
- Curva Granulométrica

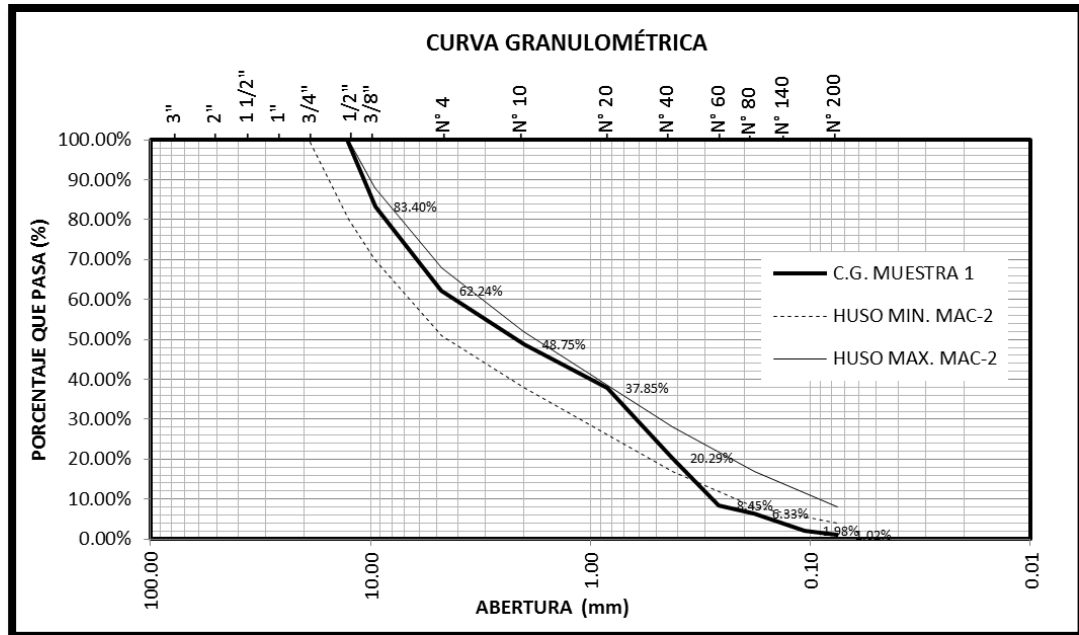


En las siguientes tablas y se detallan los datos obtenidos y los cálculos realizados, además se nota que la curva granulométrica obtenida se encuentra dentro de la envolvente MAC-2.

**Tabla N° 10**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE MUESTRA 01**

<b>TAMIZ</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (g)</b>	<b>% RETENIDO PARCIAL</b>	<b>% RET. ACUM.</b>	<b>% QUE PASA</b>
<b>1 1/2"</b>	38.1000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
<b>1"</b>	25.4000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
<b>3/4"</b>	19.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
<b>1/2"</b>	12.7000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
<b>3/8"</b>	9.5000	235.6	16.60%	16.60%	83.40%
<b>N° 4</b>	4.7600	300.4	21.16%	37.76%	62.24%
<b>N° 10</b>	2.0000	191.5	13.49%	51.25%	48.75%
<b>N° 20</b>	0.8400	154.7	10.90%	62.15%	37.85%
<b>N° 40</b>	0.4250	249.3	17.56%	79.71%	20.29%
<b>N° 60</b>	0.2600	168.1	11.84%	91.55%	8.45%
<b>N° 80</b>	0.1800	30.0	2.12%	93.67%	6.33%
<b>N° 140</b>	0.1060	61.7	4.35%	98.02%	1.98%
<b>N° 200</b>	0.0750	13.7	0.97%	98.98%	1.02%
<b>FONDO</b>	0.0000	14.5	1.02%	100.00%	0.00%

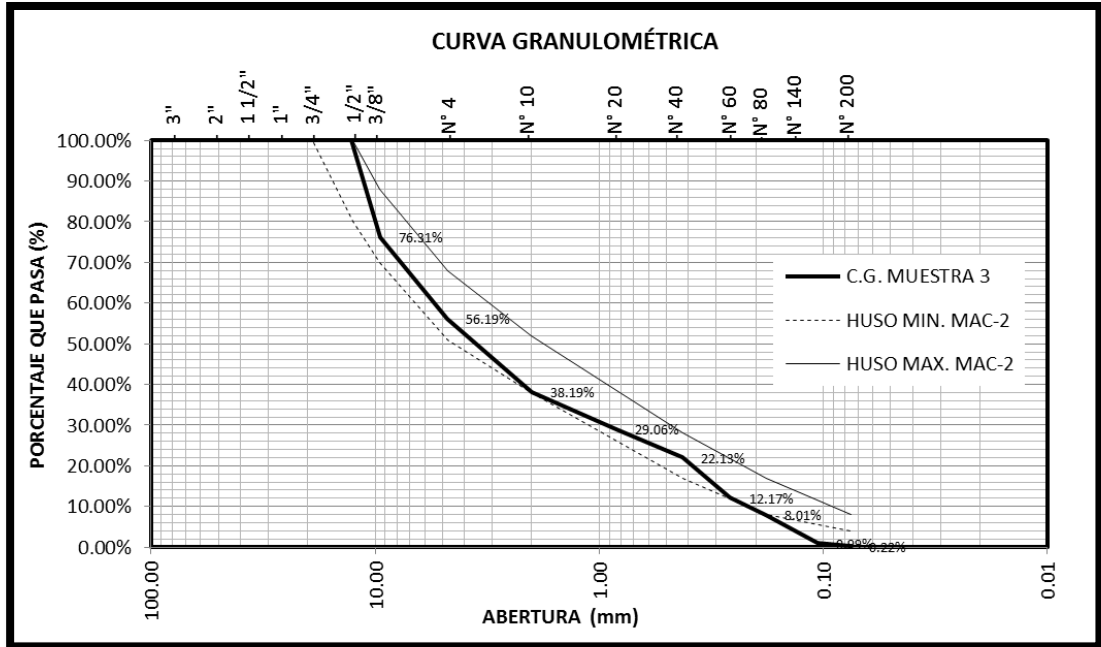
**Gráfico N° 1**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA 01**



**Tabla N° 11**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE MUESTRA 03**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
1 1/2"	38.1000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.4000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.7000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5000	318.4	23.69%	23.69%	76.31%
N° 4	4.7600	270.3	20.11%	43.81%	56.19%
N° 10	2.0000	241.9	18.00%	61.81%	38.19%
N° 20	0.8400	122.7	9.13%	70.94%	29.06%
N° 40	0.4250	93.2	6.94%	77.87%	22.13%
N° 60	0.2600	133.8	9.96%	87.83%	12.17%
N° 80	0.1800	56.0	4.17%	91.99%	8.01%
N° 140	0.1060	94.3	7.02%	99.01%	0.99%
N° 200	0.0750	10.3	0.77%	99.78%	0.22%
FONDO	0.0000	3.0	0.22%	100.00%	0.00%

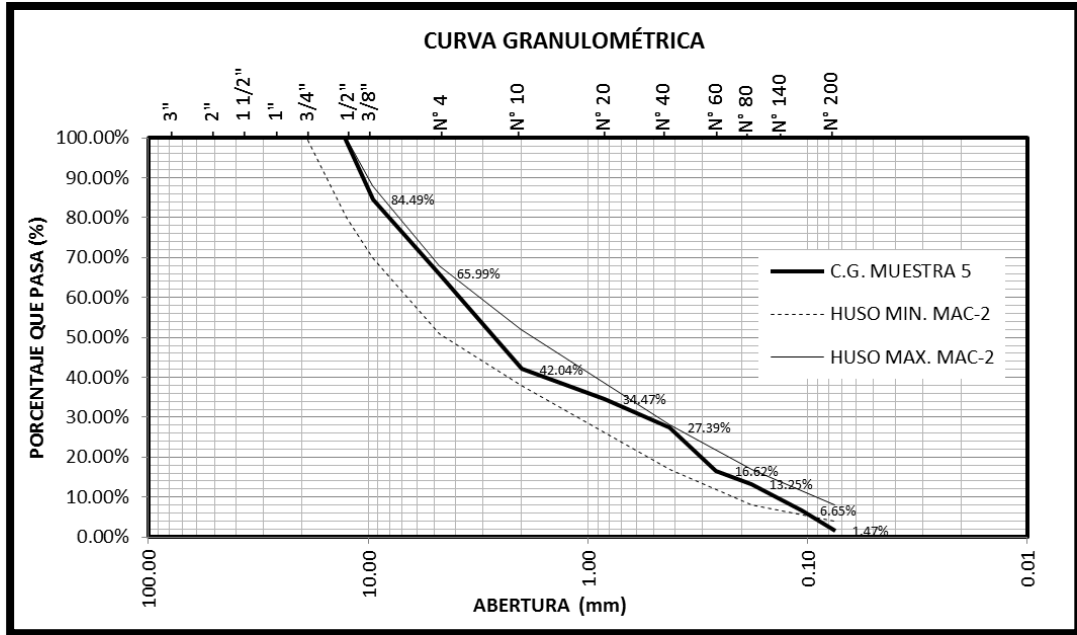
**Gráfico N° 2**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA 03**



**Tabla N° 12**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE MUESTRA 05**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
1 1/2"	38.1000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.4000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.7000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5000	221.5	15.51%	15.51%	84.49%
N° 4	4.7600	264.2	18.50%	34.01%	65.99%
N° 10	2.0000	341.9	23.94%	57.96%	42.04%
N° 20	0.8400	108.2	7.58%	65.53%	34.47%
N° 40	0.4250	101.1	7.08%	72.61%	27.39%
N° 60	0.2600	153.8	10.77%	83.38%	16.62%
N° 80	0.1800	48.1	3.37%	86.75%	13.25%
N° 140	0.1060	94.3	6.60%	93.35%	6.65%
N° 200	0.0750	73.9	5.18%	98.53%	1.47%
FONDO	0.0000	21.0	1.47%	100.00%	0.00%

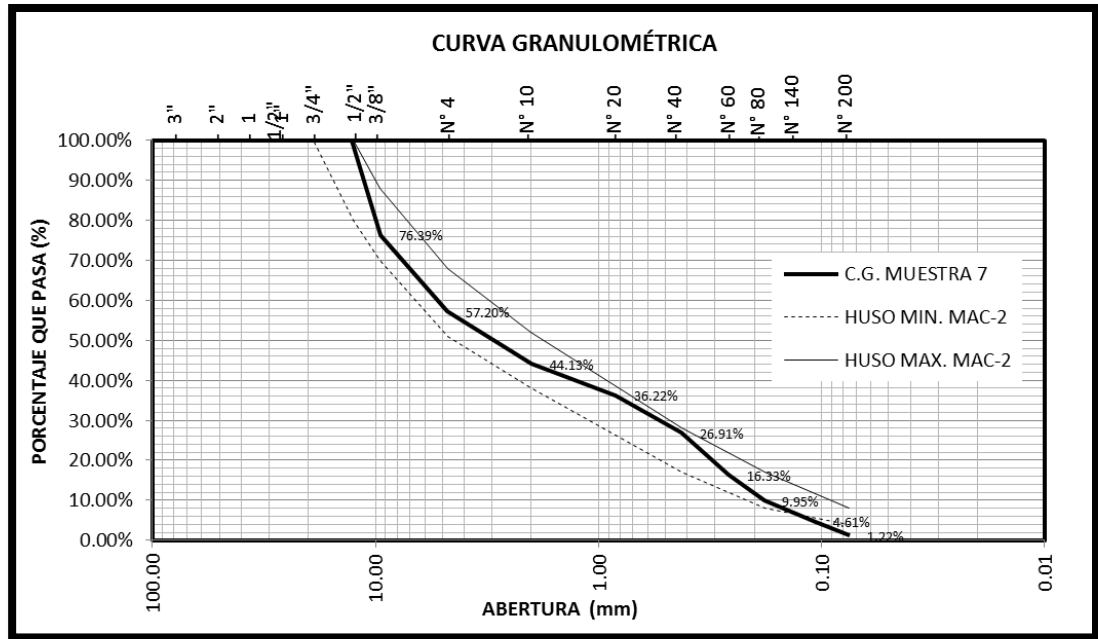
**Gráfico N° 3**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA 05**



**Tabla N° 13**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE MUESTRA 07**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
1 1/2"	38.1000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.4000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.7000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5000	315.4	23.61%	23.61%	76.39%
N° 4	4.7600	256.4	19.19%	42.80%	57.20%
N° 10	2.0000	174.6	13.07%	55.87%	44.13%
N° 20	0.8400	105.7	7.91%	63.78%	36.22%
N° 40	0.4250	124.3	9.30%	73.09%	26.91%
N° 60	0.2600	141.3	10.58%	83.67%	16.33%
N° 80	0.1800	85.3	6.39%	90.05%	9.95%
N° 140	0.1060	71.3	5.34%	95.39%	4.61%
N° 200	0.0750	45.3	3.39%	98.78%	1.22%
FONDO	0.0000	16.3	1.22%	100.00%	0.00%

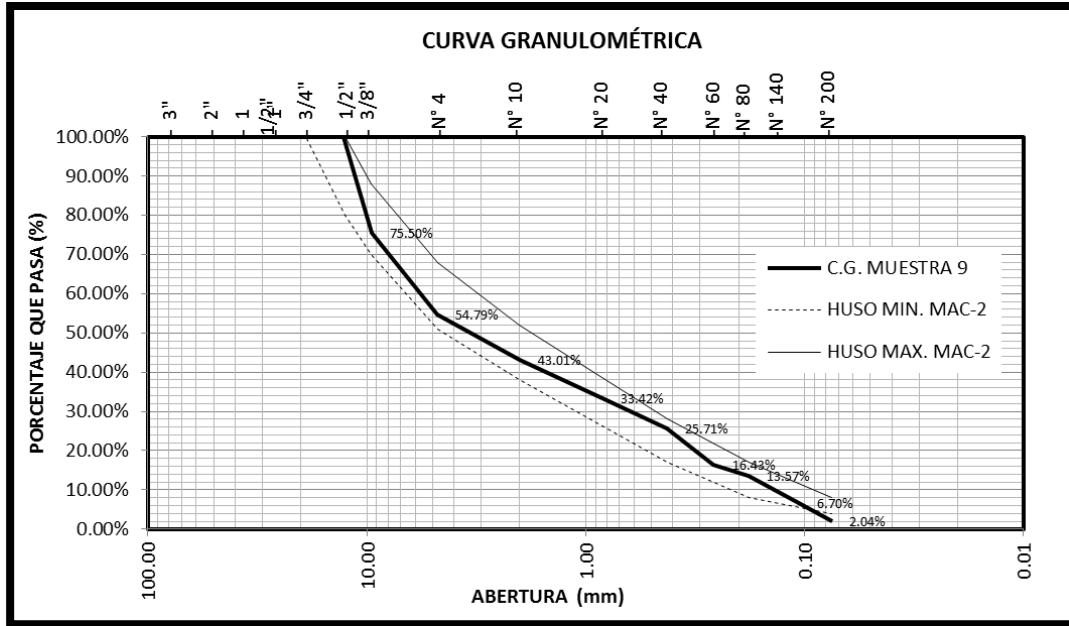
**Gráfico N° 4**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA 07**



**Tabla N° 14**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE MUESTRA 09**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
1 1/2"	38.1000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.4000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.7000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5000	346.8	24.50%	24.50%	75.50%
N° 4	4.7600	293.1	20.71%	45.21%	54.79%
N° 10	2.0000	166.7	11.78%	56.99%	43.01%
N° 20	0.8400	135.7	9.59%	66.58%	33.42%
N° 40	0.4250	109.1	7.71%	74.29%	25.71%
N° 60	0.2600	131.4	9.28%	83.57%	16.43%
N° 80	0.1800	40.4	2.85%	86.43%	13.57%
N° 140	0.1060	97.3	6.87%	93.30%	6.70%
N° 200	0.0750	65.9	4.66%	97.96%	2.04%
FONDO	0.0000	28.9	2.04%	100.00%	0.00%

**Gráfico N° 5**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA 09**



#### 4.2.2. BASE GRANULAR RECICLADA

Para poder conocer las características necesarias de la base granular reciclada en la extracción de muestras se llevó a cabo diferentes ensayos geotécnicos los cuales se detallan a continuación:

##### 4.2.2.1. Análisis Granulométrico y Clasificación de Suelos

Con la finalidad de conocer la distribución de tamaños de partículas del material en estudio se realizó el análisis granulométrico por tamizado de cada muestra extraída.

Para realizar el ensayo en mención se utilizaron los siguientes equipos y herramientas:

- 01 Balanza con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
- 01 Balanza con sensibilidad de 0,1 g para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).

- Horno de secado capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5$  °C.
- Tamizadora mecánica calibrada y certificada.
- Juego de tamices de malla cuadrada calibrados y certificados.
- Envases adecuados para el manejo y secado de las muestras (taras y bandejas)

Con los materiales mencionados se realizó el siguiente procedimiento:

- Se obtuvo una cantidad representativa de 3 Kg aprox, por el método del cuarteo, de cada muestra a analizar.
- Mediante un examen visual se determinó que el espécimen no necesitaba ser lavado.
- La muestra seleccionada fue llevada al horno por un lapso de 16 horas a una temperatura de 110 °C, luego de esto se registró su peso.
- El espécimen seleccionado se dividió en dos partes: los retenidos en el tamiz N° 4 (fracción gruesa) y los pasantes del tamiz N° 4 (fracción fina)
- La fracción gruesa se vertió en el tamizador mecánico y se encendió por 10 minutos, la fracción fina se vertió en un juego de tamices pequeño y se tamizó manualmente por 10 min moviéndola en forma circular de un lado a otro.
- Se registraron los pesos de cada fracción retenida y se procedió con la realización de los cálculos.

Haciendo uso de la ecuación N° 01 y la ecuación N° 02 y con los datos obtenidos del ensayo se obtuvo lo siguiente:

- El porcentaje de material retenido en cada tamiz (% Retenido Parcial).
- El porcentaje retenido acumulado (% Retenido Acum.).
- El porcentaje que pasa en cada tamiz (% Que Pasa.).
- Curva Granulométrica

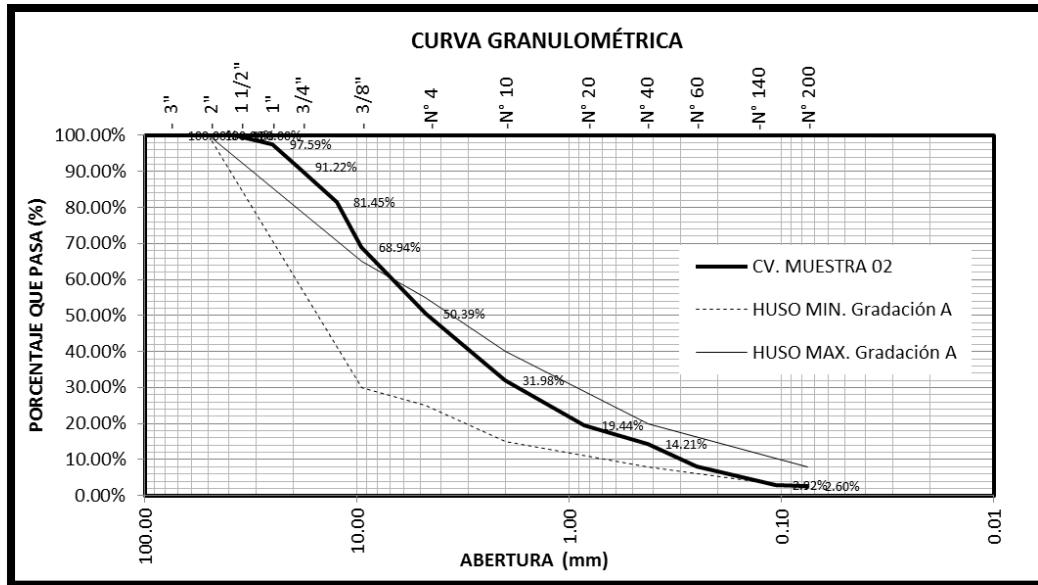
En las siguientes tablas y se detallan los datos obtenidos y los cálculos realizados, además se muestra la curva granulometría junto con la envolvente perteneciente a la gradación "A".

**Tabla N° 15**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE MUESTRA 02**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3"	75.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
2 1/2"	62.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.0000	80.0	2.41%	2.41%	97.59%
3/4"	19.0000	212.0	6.37%	8.78%	91.22%
1/2"	12.5000	325.0	9.77%	18.55%	81.45%
3/8"	9.5000	416.0	12.51%	31.06%	68.94%
N°4	4.7500	617.0	18.55%	49.61%	50.39%
N°10	2.0000	612.3	18.41%	68.02%	31.98%
N°20	0.8500	417.0	12.54%	80.56%	19.44%
N°40	0.4250	174.0	5.23%	85.79%	14.21%
N°60	0.2500	201.6	6.06%	91.85%	8.15%
N°140	0.1060	174.0	5.23%	97.08%	2.92%
N°200	0.0750	10.6	0.32%	97.40%	2.60%
FONDO	0.0000	86.5	2.60%	100.00%	0.00%



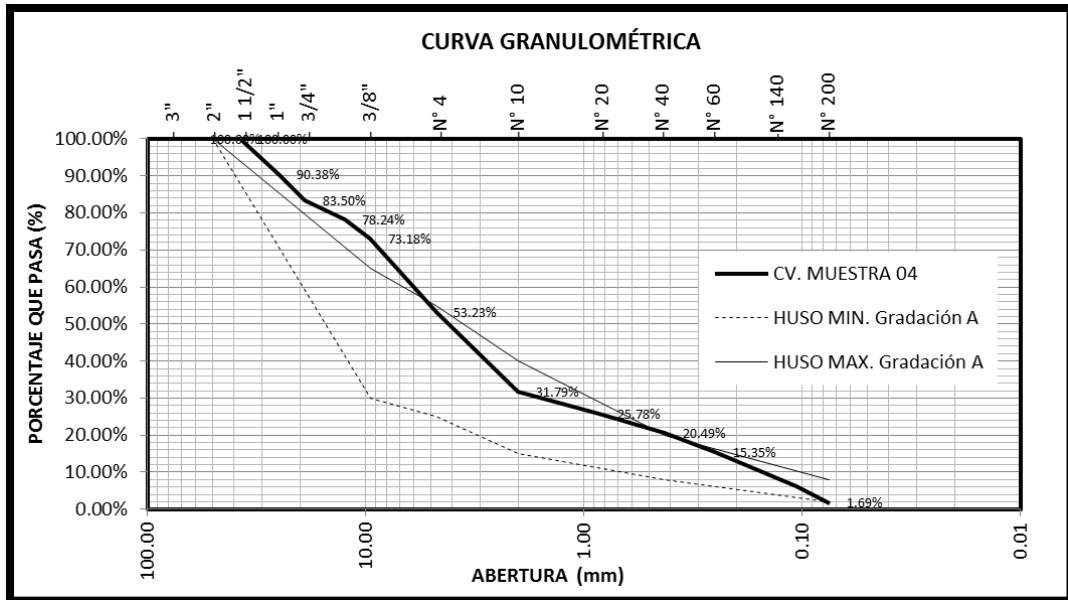
**Gráfico N° 6**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA 02**



**Tabla N° 16**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE MUESTRA 04**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3"	75.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
2 1/2"	62.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.0000	412.0	9.62%	9.62%	90.38%
3/4"	19.0000	295.0	6.89%	16.50%	83.50%
1/2"	12.5000	225.0	5.25%	21.76%	78.24%
3/8"	9.5000	217.0	5.07%	26.82%	73.18%
N°4	4.7500	854.5	19.95%	46.77%	53.23%
N°10	2.0000	918.3	21.44%	68.21%	31.79%
N°20	0.8500	257.6	6.01%	74.22%	25.78%
N°40	0.4250	226.5	5.29%	79.51%	20.49%
N°60	0.2500	220.5	5.15%	84.65%	15.35%
N°140	0.1060	389.5	9.09%	93.75%	6.25%
N°200	0.0750	195.5	4.56%	98.31%	1.69%
FONDO	0.0000	72.4	1.69%	100.00%	0.00%

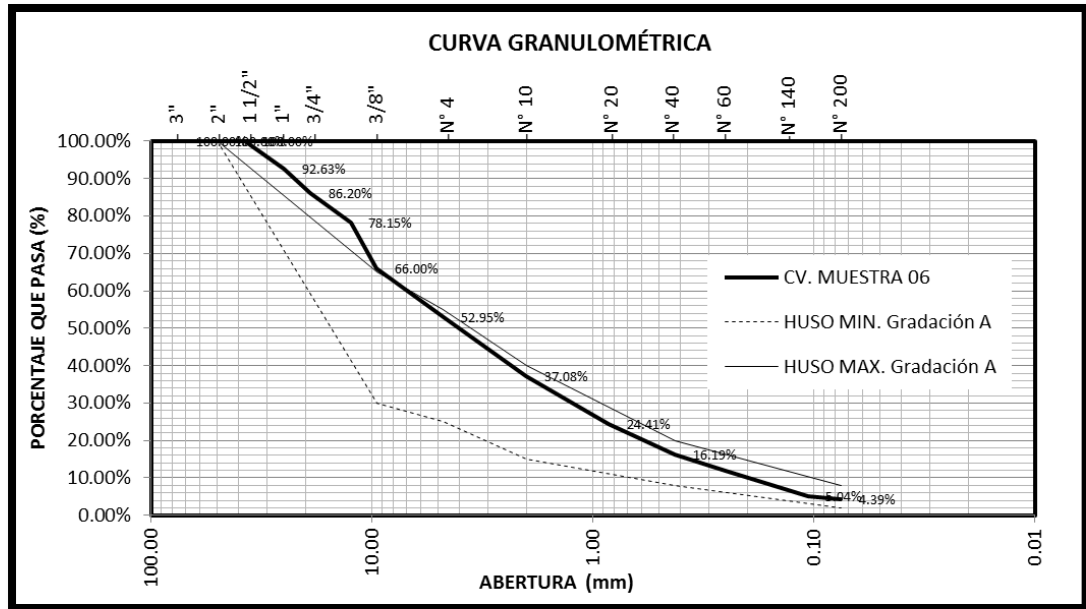
**Gráfico N° 7**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA 04**



**Tabla N° 17**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE MUESTRA 06**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3"	75.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
2 1/2"	62.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.0000	186.8	7.37%	7.37%	92.63%
3/4"	19.0000	163.0	6.43%	13.80%	86.20%
1/2"	12.5000	204.0	8.05%	21.85%	78.15%
3/8"	9.5000	308.0	12.15%	34.00%	66.00%
N°4	4.7500	331.0	13.06%	47.05%	52.95%
N°10	2.0000	402.3	15.87%	62.92%	37.08%
N°20	0.8500	321.0	12.66%	75.59%	24.41%
N°40	0.4250	208.6	8.23%	83.81%	16.19%
N°60	0.2500	108.0	4.26%	88.07%	11.93%
N°140	0.1060	174.6	6.89%	94.96%	5.04%
N°200	0.0750	16.5	0.65%	95.61%	4.39%
FONDO	0.0000	111.2	4.39%	100.00%	0.00%

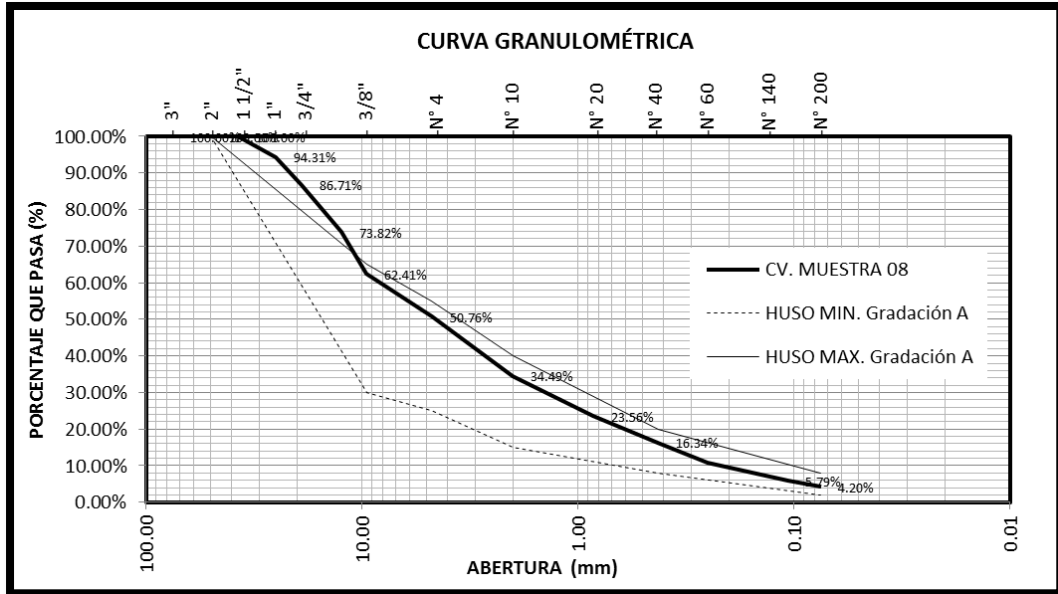
**Gráfico N° 8**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA 06**



**Tabla N° 18**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE MUESTRA 08**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3"	75.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
2 1/2"	62.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.0000	315.0	5.69%	5.69%	94.31%
3/4"	19.0000	421.0	7.60%	13.29%	86.71%
1/2"	12.5000	714.0	12.89%	26.18%	73.82%
3/8"	9.5000	632.0	11.41%	37.59%	62.41%
N°4	4.7500	645.2	11.65%	49.24%	50.76%
N°10	2.0000	901.3	16.27%	65.51%	34.49%
N°20	0.8500	605.6	10.93%	76.44%	23.56%
N°40	0.4250	399.5	7.21%	83.66%	16.34%
N°60	0.2500	302.3	5.46%	89.11%	10.89%
N°140	0.1060	282.3	5.10%	94.21%	5.79%
N°200	0.0750	88.0	1.59%	95.80%	4.20%
FONDO	0.0000	232.6	4.20%	100.00%	0.00%

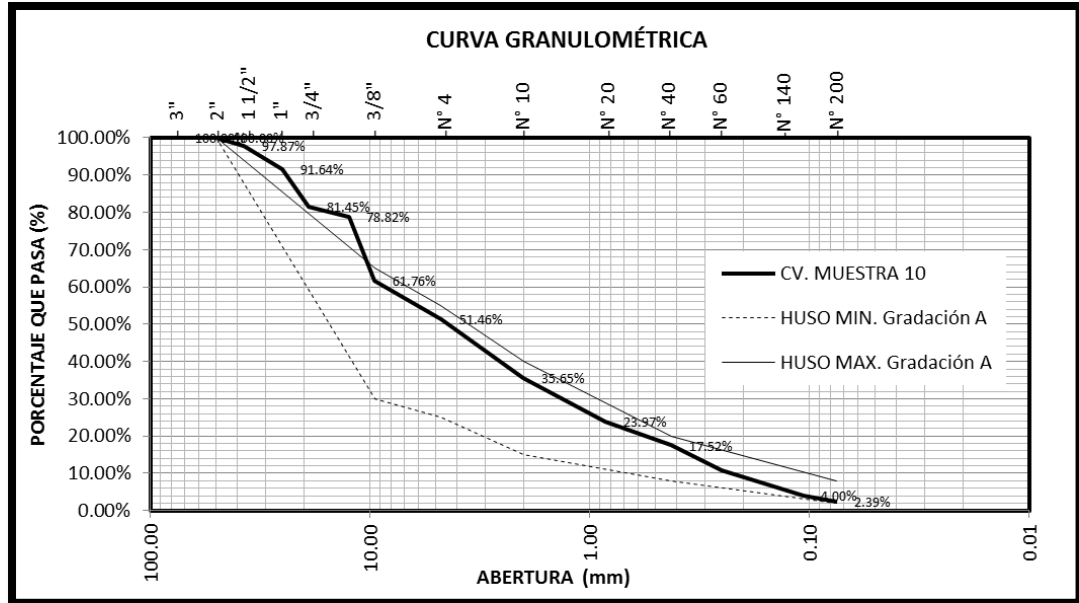
**Gráfico N° 9**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA 08**



**Tabla N° 19**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE MUESTRA 10**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3"	75.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
2 1/2"	62.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5000	102.6	3.02%	3.02%	96.98%
1"	25.0000	300.2	8.83%	11.84%	88.16%
3/4"	19.0000	490.6	14.42%	26.27%	73.73%
1/2"	12.5000	126.5	3.72%	29.99%	70.01%
3/8"	9.5000	475.0	13.97%	43.95%	56.05%
N°4	4.7500	203.2	5.97%	49.93%	50.07%
N°10	2.0000	594.6	17.48%	67.41%	32.59%
N°20	0.8500	427.0	12.55%	79.96%	20.04%
N°40	0.4250	201.6	5.93%	85.89%	14.11%
N°60	0.2500	198.3	5.83%	91.72%	8.28%
N°140	0.1060	183.8	5.40%	97.12%	2.88%
N°200	0.0750	11.7	0.34%	97.47%	2.53%
FONDO	0.0000	86.1	2.53%	100.00%	0.00%

**Gráfico N° 10**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA MUESTRA 10**



Después de obtener los gráficos podemos afirmar que el material de las 5 muestras extraídas se encuentra dentro del uso de base granular en la gradación "A" a excepción de los finos que se encuentran por debajo del uso requerido.

Después de conocer la distribución granulométrica se procedió a clasificar el material según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

La distribución granulométrica dice que el tamiz N° 4 retiene más del 50% del material ensayado por lo que según la clasificación SUCS se encuentra en la zona de gravas, en este sentido es necesario encontrar el valor del coeficiente de curvatura y el coeficiente de uniformidad. Para esto se realizó la interpolación de datos para encontrar los valores de D60, D30 y D10, los cuales representan al diámetro de partículas del 60%, 30% y 10% de pasantes.

Una vez hallados los valores de D60, D30 y D10 se calcularon los coeficientes de uniformidad y curvatura mediante las formulas mostradas en la carta de clasificación SUCS (Figura N° 04)

**Tabla N° 20**  
**CLASIFICACIÓN SUCS DE LAS MUESTRAS DE BASE RECICLADA**

N° DE MUESTRA	D10	D30	D60	Cu	Cc	Clasificación SUCS
Muestra 02	0.30	1.82	7.21	23.8	1.51	SW
Muestra 04	0.17	1.66	6.36	38.5	2.61	SW
Muestra 06	0.21	1.36	7.32	34.9	1.20	SW
Muestra 08	0.22	1.53	8.52	37.9	1.22	SW
Muestra 10	0.30	1.76	10.35	34.3	1.00	SW

Con estos datos se puede concluir que el material en estudio tiene la clasificación de SW que corresponde a “Arenas y arenas gravosas bien gradadas con pocos finos o sin finos”.

#### **4.2.2.2. Contenido de Humedad Natural**

Otro de los ensayos requeridos es el contenido de humedad natural que está dada por la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

Para la realización del presente ensayo se hizo uso de los siguientes materiales:

- Horno de secado termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Balanzas de capacidad de 0,1 g.
- Envases y/o contenedores adecuados para el manejo y secado de las muestras(taras y bandejas)

El procedimiento se desarrolló de la siguiente forma:

- Se determinó que se ensayaría 1.5 kg aprox., de cada muestra a analizar en cada ensayo. Para la obtención de esta porción de muestra se realizó un cuarteado preliminar mezclando y dividiendo el material a analizar.
- Se determinó y registró la el peso de los contenedores a utilizar.

- Se colocó el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y se determinó el peso del material el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza de 0.1 g de precisión.
- La muestra seleccionada fue llevada al horno por un lapso de 16 horas a una temperatura de 110 °C, luego de esto se registró el peso del espécimen seca más el contenedor.

De cada espécimen analizado se obtuvo el contenido de humedad expresado en porcentaje mediante la ecuación N° 03, los resultados se muestran a continuación:

**Tabla N° 21**  
**ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL DE MUESTRA 02**

<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)=</b>	1765.6	1853.7	1656.4
<b>PESO TARA + SUELO SECO (g)=</b>	1719.5	1805.3	1611.3
<b>PESO DE LA TARA (g).=</b>	259.4	314.7	251.4
<b>PESO DEL AGUA (g)=</b>	46.1	48.4	45.1
<b>PESO SUELO SECO (g)=</b>	1460.1	1490.6	1359.9
<b>HUMEDAD (%)=</b>	<b>3.2</b>	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>
<b>HUMEDAD NATURAL PROMEDIO (%)=</b>	<b>3.24</b>		

**Tabla N° 22**  
**ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL DE MUESTRA 04**

<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.=</b>	1866.4	1754.8	1557.2
<b>PESO TARA + SUELO SECO gr.=</b>	1820.6	1696.4	1512.1
<b>PESO DE LA TARA gr.=</b>	353.5	323.7	417.4
<b>PESO DEL AGUA gr.=</b>	45.8	58.4	45.1
<b>PESO SUELO SECO gr.=</b>	1467.1	1372.7	1094.7
<b>HUMEDAD %=</b>	3.1	4.3	4.1
<b>HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %=</b>	<b>3.83</b>		

**Tabla N° 23**

**ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL DE MUESTRA 06**

<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.=</b>	1528.3	1653.5	1671.0
<b>PESO TARA + SUELO SECO gr.=</b>	1486.1	1601.3	1611.3
<b>PESO DE LA TARA gr.=</b>	320.0	259.4	245.4
<b>PESO DEL AGUA gr.=</b>	42.2	52.2	59.7
<b>PESO SUELO SECO gr.=</b>	1166.1	1341.9	1365.9
<b>HUMEDAD %=</b>	3.6	3.9	4.4
<b>HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %=</b>	<b>3.96</b>		

Tabla N° 24

**ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL DE MUESTRA 08**

<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.=</b>	1420.7	1502.4	1826.4
<b>PESO TARA + SUELO SECO gr.=</b>	1389.0	1466.9	1780.2
<b>PESO DE LA TARA gr.=</b>	314.7	353.5	251.4
<b>PESO DEL AGUA gr.=</b>	31.7	35.5	46.2
<b>PESO SUELO SECO gr.=</b>	1074.3	1113.4	1528.8
<b>HUMEDAD %=</b>	3.0	3.2	3.0
<b>HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %=</b>	<b>3.05</b>		

Tabla N° 25

**ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL DE MUESTRA 10**

<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.=</b>	1519.8	1653.6	1487.5
<b>PESO TARA + SUELO SECO gr.=</b>	1479.1	1616.5	1446.3
<b>PESO DE LA TARA gr.=</b>	275.2	323.7	245.4
<b>PESO DEL AGUA gr.=</b>	40.7	37.1	41.2
<b>PESO SUELO SECO gr.=</b>	1203.9	1292.8	1200.9
<b>HUMEDAD %=</b>	3.4	2.9	3.4
<b>HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %=</b>	<b>3.23</b>		

Tabla N° 26



**CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>MUESTRA 02</b>	3.2	3.3	3.3	3.24
<b>MUESTRA 04</b>	3.1	4.3	4.1	3.83
<b>MUESTRA 06</b>	3.6	3.9	4.4	3.96
<b>MUESTRA 08</b>	3.0	3.2	3.0	3.05
<b>MUESTRA 10</b>	3.4	2.9	3.4	3.23
	<b>PROMEDIO TOTAL=</b>			<b>3.46</b>

#### **4.2.2.3. PROCTOR MODIFICADO**

Con la finalidad de obtener el Óptimo Contenido de Humedad y la Máxima Densidad Seca del material en estudio, se realizó el ensayo de compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado).

Antes de escoger los materiales y desarrollar el procedimiento del ensayo se escogió el método a usar, en este sentido se hizo uso de la granulometría previamente analizada y se escogió el Método “C”, debido a que, para nuestro material en estudio el tamiz 3/8” retiene más del 20% y el tamiz 3/4” retiene menos del 30%.

Los materiales utilizados en este ensayo fueron:

- Molde de 6” con volumen de 2123.9 cm<sup>3</sup> y peso variable
- Pisón Manual de 10 lbf
- Balanzas de capacidad de 0,1 g.
- Horno de secado termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Regla recta metálica rígida con borde de arrastre biselado si es más grueso que 3 mm (1/8 pulg).
- Tamiz de 19,0 mm (¾ pulg).
- Herramientas de Mezcla como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, etc.

- Envases y/o contenedores adecuados para el manejo y secado de las muestras(taras y bandejas)

Con los materiales en la mesa de trabajo se desarrolló el siguiente procedimiento

- Sin secado previo de la muestra, el material a utilizar fue tamizado con la malla de  $\frac{3}{4}$ .
- Se preparó 6 especímenes de cada muestra, a cada uno de ellos se le agregó agua en distintas proporciones para conocer la humedad óptima después de la compactación.
- Se determinó y anotó el peso del molde de 6", luego se ensamblaron las partes del molde.
- Se realizó la compactación del material en 5 capas, y en cada una de estas se realizaron 56 golpes con el pisón manual.
- Una vez compactado se enrazó el espécimen en el molde con ayuda de la regla metálica y se registró el peso del material más el peso del molde
- Después de retirar el material del molde se eligió una porción representativa del espécimen ensayado y se registró su peso para luego depositarlo en el horno de secado por el periodo de 16 horas.
- Se retiró el espécimen del horno y se registró su peso con ayuda de la balanza.

De cada muestra analizada se obtuvo la densidad húmeda, la densidad seca y el contenido de humedad mediante las ecuaciones N°04, N°05 y N°06, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

**Tabla N° 27**  
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO DE LA MUESTRA 02**

ENSAYO N°		1	2	3	4	5	6
<b>PESO DE MUESTRA + MOLDE</b>	gr	8728.5	8691.7	8461.4	8734.3	8623.6	8727.3
<b>PESO DEL MOLDE</b>	gr	3975.0	3975.0	3975.0	3975.0	4015.1	4015.1

<b>PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO</b>	gr	4753.5	4716.7	4486.4	4759.3	4608.5	4712.2
<b>DENSIDAD ESPECIFICA</b>	gr/cm3	2.2381	2.2207	2.1123	2.2408	2.1698	2.2186
<b>DENSIDAD ESPECIFICA SECA</b>	gr/cm3	<b>2.0072</b>	<b>2.0564</b>	<b>2.0183</b>	<b>2.0402</b>	<b>2.0390</b>	<b>1.9662</b>
<b>PESO MUESTRA HUMEDA</b>	gr	517.7	428.3	287.4	311.7	358.2	264.5
<b>PESO MUESTRA SECA</b>	gr	464.3	396.6	274.6	283.8	336.6	234.4
<b>PESO DEL AGUA</b>	gr	53.4	31.7	12.8	27.9	21.6	30.1
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>11.50</b>	<b>7.99</b>	<b>4.66</b>	<b>9.83</b>	<b>6.42</b>	<b>12.84</b>

Gráfico N° 11

RELACIÓN DENSIDAD/ HUMEDAD DEL PROCTOR MODIFICADO LA MUESTRA 02

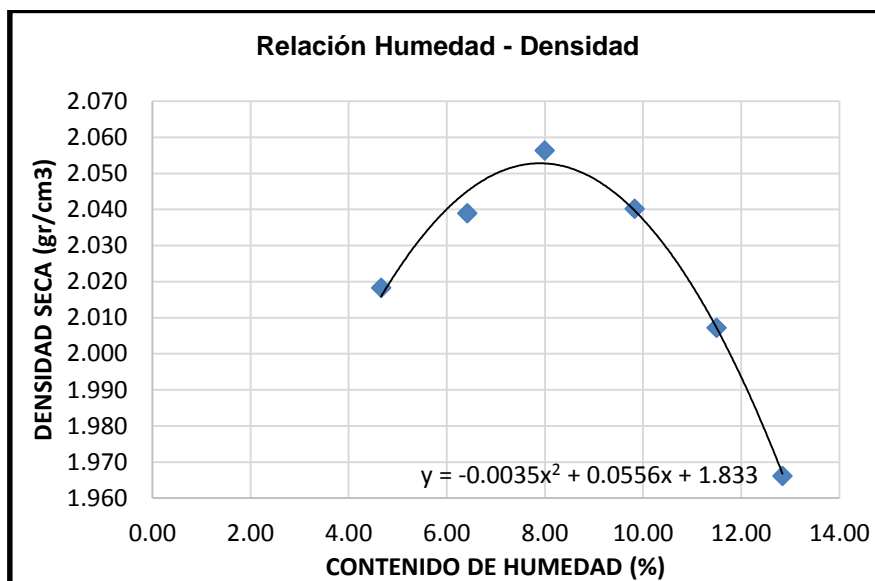


Tabla N° 28

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO DE LA MUESTRA 04

ENSAYO N°		1	2	3	4	5	6
<b>PESO DE MUESTRA + MOLDE</b>	gr	8351.5	8585.6	8674.3	8708.8	8698.3	8718.5

<b>PESO DEL MOLDE</b>	gr	3975.0	4015.1	3975.0	3975.0	3975.0	4015.1
<b>PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO</b>	gr	4376.5	4570.5	4699.3	4733.8	4723.3	4703.4
<b>DENSIDAD ESPECIFICA</b>	gr/cm3	2.0606	2.1519	2.2126	2.2288	2.2239	2.2145
<b>DENSIDAD ESPECIFICA SECA</b>	gr/cm3	<b>1.9797</b>	<b>2.0294</b>	<b>2.0477</b>	<b>2.0341</b>	<b>2.0012</b>	<b>1.9756</b>
<b>PESO MUESTRA HUMEDA</b>	gr	387.4	258.2	224.1	508.2	217.7	464.5
<b>PESO MUESTRA SECA</b>	gr	372.2	243.5	207.4	463.8	195.9	414.4
<b>PESO DEL AGUA</b>	gr	15.2	14.7	16.7	44.4	21.8	50.1
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>4.08</b>	<b>6.04</b>	<b>8.05</b>	<b>9.57</b>	<b>11.13</b>	<b>12.09</b>

Gráfico N° 12

RELACIÓN DENSIDAD / HUMEDAD DEL PROCTOR MODIFICADO LA MUESTRA 04

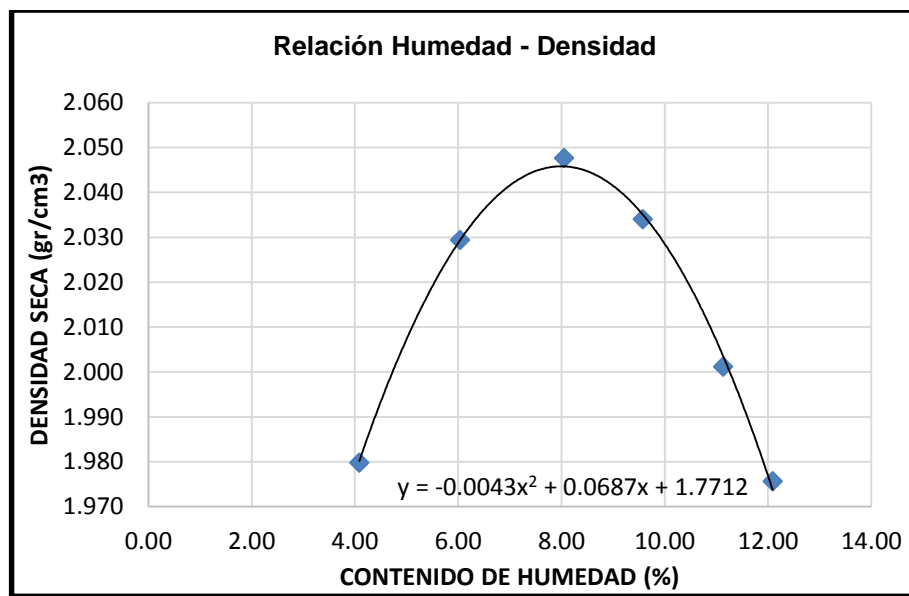


Tabla N° 29

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO DE LA MUESTRA 06

ENSAYO N°		1	2	3	4	5	6
<b>PESO DE MUESTRA + MOLDE</b>	gr	8373.9	8457.2	8584.6	8712.7	8701.5	8718.5

<b>PESO DEL MOLDE</b>	gr	4015.1	3975.0	3975.0	4015.1	3975.0	4015.1
<b>PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO</b>	gr	4358.8	4482.2	4609.6	4697.6	4726.5	4703.4
<b>DENSIDAD ESPECIFICA</b>	gr/cm3	2.0522	2.1103	2.1703	2.2118	2.2254	2.2145
<b>DENSIDAD ESPECIFICA SECA</b>	gr/cm3	<b>1.9740</b>	<b>2.0117</b>	<b>2.0369</b>	<b>2.0389</b>	<b>2.0193</b>	<b>1.9878</b>
<b>PESO MUESTRA HUMEDA</b>	gr	225.6	295.3	284.6	239.3	315.4	333.2
<b>PESO MUESTRA SECA</b>	gr	217.0	281.5	267.1	220.6	286.2	299.1
<b>PESO DEL AGUA</b>	gr	8.6	13.8	17.5	18.7	29.2	34.1
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>3.96</b>	<b>4.90</b>	<b>6.55</b>	<b>8.48</b>	<b>10.20</b>	<b>11.40</b>

Gráfico N° 13

RELACIÓN DENSIDAD / HUMEDAD DEL PROCTOR MODIFICADO LA MUESTRA 06

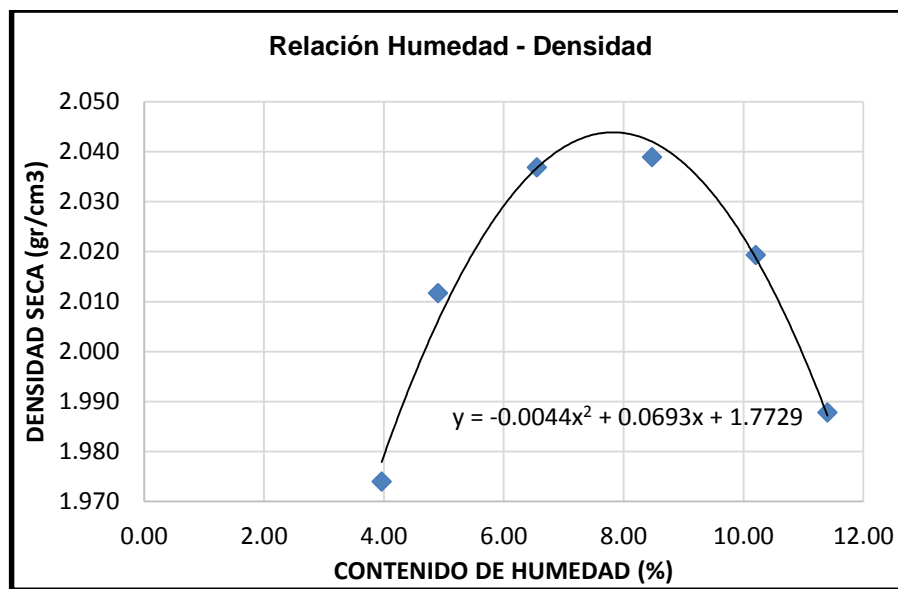


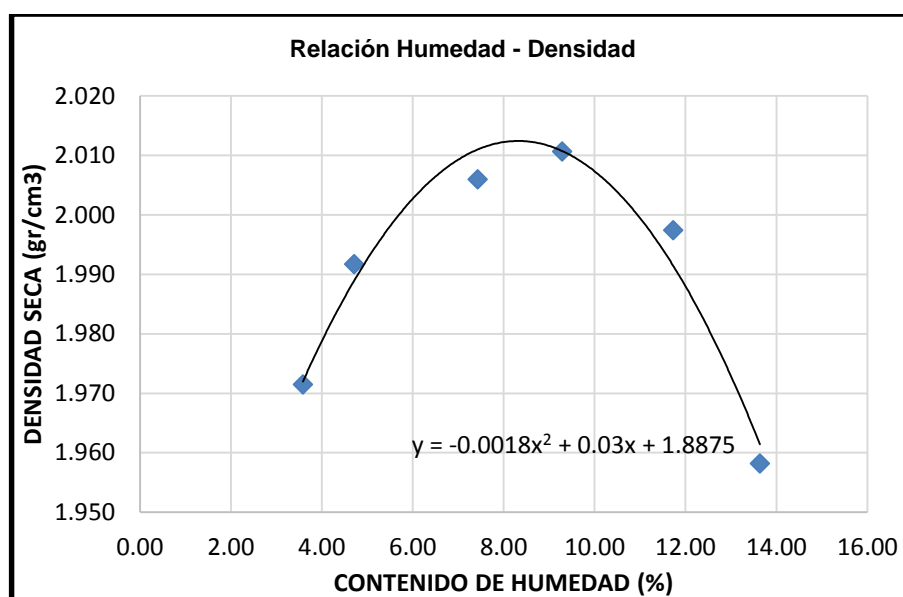
Tabla N° 30

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO DE LA MUESTRA 08

ENSAYO N°		1	2	3	4	5	6
<b>PESO DE MUESTRA + MOLDE</b>	gr	8312.3	8404.6	8552.1	8682.3	8755.2	8741.4

<b>PESO DEL MOLDE</b>	gr	3975.0	3975.0	3975.0	4015.1	4015.1	4015.1
<b>PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO</b>	gr	4337.3	4429.6	4577.1	4667.2	4740.1	4726.3
<b>DENSIDAD ESPECIFICA</b>	gr/cm3	2.0421	2.0856	2.1550	2.1974	2.2318	2.2252
<b>DENSIDAD ESPECIFICA SECA</b>	gr/cm3	<b>1.9715</b>	<b>1.9917</b>	<b>2.0060</b>	<b>2.0107</b>	<b>1.9974</b>	<b>1.9582</b>
<b>PESO MUESTRA HUMEDA</b>	gr	352.6	327.4	365.8	387.4	325.2	337.2
<b>PESO MUESTRA SECA</b>	gr	340.4	312.7	340.5	354.5	291.1	296.7
<b>PESO DEL AGUA</b>	gr	12.2	14.7	25.3	32.9	34.1	40.5
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>3.58</b>	<b>4.71</b>	<b>7.43</b>	<b>9.29</b>	<b>11.73</b>	<b>13.64</b>

**Gráfico N° 14**  
**RELACIÓN DENSIDAD / HUMEDAD DEL PROCTOR MODIFICADO LA MUESTRA 08**



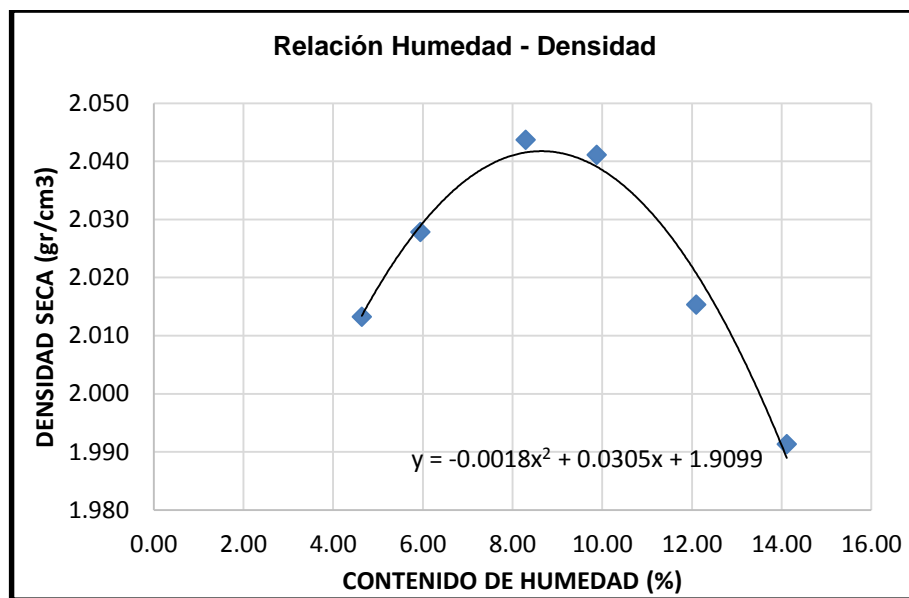
**Tabla N° 31**  
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO DE LA MUESTRA 10**

<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	
<b>PESO DE MUESTRA + MOLDE</b>	gr	8489.4	8578.2	8715.6	8738.3	8773.3	8801.4

<b>PESO DEL MOLDE</b>	gr	4015.1	4015.1	4015.1	3975.0	3975.0	3975.0
<b>PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO</b>	gr	4474.3	4563.1	4700.5	4763.3	4798.3	4826.4
<b>DENSIDAD ESPECIFICA</b>	gr/cm3	2.1066	2.1484	2.2131	2.2427	2.2592	2.2724
<b>DENSIDAD ESPECIFICA SECA</b>	gr/cm3	<b>2.0132</b>	<b>2.0278</b>	<b>2.0437</b>	<b>2.0411</b>	<b>2.0154</b>	<b>1.9913</b>
<b>PESO MUESTRA HUMEDA</b>	gr	296.5	258.4	289.5	271.5	294.3	269.5
<b>PESO MUESTRA SECA</b>	gr	283.4	243.9	267.3	247.1	262.5	236.2
<b>PESO DEL AGUA</b>	gr	13.1	14.5	22.2	24.4	31.8	33.3
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	<b>4.64</b>	<b>5.95</b>	<b>8.29</b>	<b>9.87</b>	<b>12.10</b>	<b>14.11</b>

**Gráfico N° 15**

**RELACIÓN DENSIDAD / HUMEDAD DEL PROCTOR MODIFICADO LA MUESTRA 10**



De los gráficos anteriores se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla N° 32**

**RESUMEN DE LOS RESULTADOS FINALES DEL PROCTOR MODIFICADO**

<b>Óptimo Contenido De Humedad (OCH)</b>	<b>Máxima Densidad Seca (MDS) 100%</b>	<b>Máxima Densidad Seca (MDS) 95%</b>
--	--	---------------------------------------

<b>Muestra 02</b>	7.95%	2.0530	1.9504
<b>Muestra 04</b>	8.00%	2.0460	1.9437
<b>Muestra 06</b>	7.90%	2.0460	1.9437
<b>Muestra 08</b>	8.34%	2.0130	1.9124
<b>Muestra 10</b>	8.48%	2.0390	1.9371

#### **4.2.2.4. California Bearing Ratio (C.B.R.)**

Para el cálculo del CBR de la base reciclada se hizo uso de los datos obtenidos en los ensayos previos como el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca.

Para realizar el ensayo se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Prensa CBR utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen.
- Molde, de metal cilíndrico de 6 pulgadas
- Disco espaciador circular de metal de forma circular, de 6.1 mm
- 01 pesa anular y 01 pesa ranurada.
- Pisón manual de 10 lb
- Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001").
- Tanque con agua suficiente para la inmersión de los moldes.
- Balanzas de capacidad de 0,1 g.
- Horno de secado termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Tamiz de 3/4"
- Regla de metal biselada
- Herramientas de uso general como cuarteador, probetas, mezclador, cápsulas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

El presente ensayo se realizó llevando a cabo el siguiente procedimiento:



- Se tamizó el material a analizar con el tamiz  $\frac{3}{4}$ ", y la cantidad retenida fue reemplazada con una similar del pasante del mismo tamiz y retenido por el tamiz N° 4.
- Preparo 03 especímenes de 5 kg aprox de cada muestra extraída y se les añadió una cierta cantidad de agua que los acerque al óptimo contenido de humedad y se registró el peso del molde a utilizar.
- Se colocó el disco espaciador dentro del molde y sobre este el papel filtro y se vertió el material en 5 capas, cada capa se compactó con 56, 26 o 12 golpes.
- Una vez compactado se enrazó el material, se retiró el disco espaciador y se registró el peso del material compactado más el molde.
- Se invirtió el molde y en el espacio dejado por el disco espaciador se colocaron el disco anular y el disco ranurado, para luego sumergir el molde en el tanque de agua por un periodo de 4 días
- Después de transcurrido los 4 días se sacó el molde y se escurrió el agua retenida en la superficie durante 15 min. Se retiraron los discos y se registró el peso del espécimen.
- Luego se procedió con el ensayo de penetración en la prensa CBR, donde se leyó el dial y la penetración obtenida cada 15 seg.

Los resultados obtenidos luego de compactar los moldes se pueden observar en la siguiente tabla:

**Tabla N° 33**  
**RESULTADOS DE COMPACTACIÓN DEL ENSAYO CBR DE LA MUESTRA 02**

CANTIDAD DE GOLPES		56	26	12
PESO DEL MOLDE	kg	4.265	4.315	4.265
PESO DE MUESTRA + MOLDE	kg	8.999	8.753	8.491
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	kg	4.7340	4.4380	4.2260
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA	gr/cm3	2.2219	2.0830	1.9835
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm3	<b>2.0575</b>	<b>1.9282</b>	<b>1.8369</b>
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	168.9	140.0	245.0
PESO MUESTRA SECA	gr	156.4	129.6	226.9
PESO DEL AGUA	gr	12.5	10.4	18.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>7.99</b>	<b>8.02</b>	<b>7.98</b>

Tabla N° 34

RESULTADOS DE COMPACTACIÓN DEL ENSAYO CBR DE LA MUESTRA 04

CANTIDAD DE GOLPES		56	26	12
PESO DEL MOLDE	kg	4.315	4.315	4.265
PESO DE MUESTRA + MOLDE	kg	9.058	8.781	8.612
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	kg	4.7430	4.4660	4.3470
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA	gr/cm3	2.2261	2.0961	2.0403
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm3	<b>2.0589</b>	<b>1.9394</b>	<b>1.8884</b>
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	263.5	248.7	286.2
PESO MUESTRA SECA	gr	243.7	230.1	264.9
PESO DEL AGUA	gr	19.8	18.6	21.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>8.12</b>	<b>8.08</b>	<b>8.04</b>

Tabla N° 35

RESULTADOS DE COMPACTACIÓN DEL ENSAYO CBR DE LA MUESTRA 06

CANTIDAD DE GOLPES		56	26	12
PESO DEL MOLDE	kg	4.315	4.315	4.315
PESO DE MUESTRA + MOLDE	kg	9.029	8.834	8.624
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	kg	4.7140	4.5190	4.3090
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA	gr/cm3	2.2125	2.1210	2.0224
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm3	<b>2.0501</b>	<b>1.9646</b>	<b>1.8726</b>
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	238.4	267.1	255.1
PESO MUESTRA SECA	gr	220.9	247.4	236.2
PESO DEL AGUA	gr	17.5	19.7	18.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>7.92</b>	<b>7.96</b>	<b>8.00</b>

Tabla N° 36

RESULTADOS DE COMPACTACIÓN DEL ENSAYO CBR DE LA MUESTRA 08

CANTIDAD DE GOLPES		56	26	12
PESO DEL MOLDE	kg	4.265	4.265	4.265
PESO DE MUESTRA + MOLDE	kg	8.957	8.816	8.663
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	kg	4.6920	4.5510	4.3980
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA	gr/cm3	2.2022	2.1360	2.0642
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm3	<b>2.0303</b>	<b>1.9759</b>	<b>1.9112</b>
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	315.2	325.6	327.8
PESO MUESTRA SECA	gr	290.6	301.2	303.5
PESO DEL AGUA	gr	24.6	24.4	24.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>8.47</b>	<b>8.10</b>	<b>8.01</b>

Tabla N° 37

RESULTADOS DE COMPACTACIÓN DEL ENSAYO CBR DE LA MUESTRA 10

CANTIDAD DE GOLPES		56	26	12
PESO DEL MOLDE	kg	4.315	4.315	4.315
PESO DE MUESTRA + MOLDE	kg	9.111	8.784	8.598
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	kg	4.7960	4.4690	4.2830
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA	gr/cm3	2.2510	2.0975	2.0102
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm3	<b>2.0794</b>	<b>1.9343</b>	<b>1.8529</b>
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	346.3	348.2	327.1
PESO MUESTRA SECA	gr	319.9	321.1	301.5
PESO DEL AGUA	gr	26.4	27.1	25.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>8.25</b>	<b>8.44</b>	<b>8.49</b>

Tabla N° 38

RESUMEN DE RESULTADOS DE DENSIDAD ESPECÍFICA SECA PARA ENSAYO CBR

DENSIDAD ESPECIFICA SECA (gr/cm3)			
	56 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
Muestra 02	2.0575	1.9282	1.8369
Muestra 04	2.0589	1.9394	1.8884
Muestra 06	2.0501	1.9646	1.8726
Muestra 08	2.0303	1.9759	1.9112
Muestra 10	2.0794	1.9343	1.8529

Luego del el ensayo de penetración con la prensa CBR, se hizo uso de la siguiente formula obtenida del fabricante del equipo para la obtención de la fuerza de penetración:

$$\text{Fuerza (lb)} = ((9.1781168 * \text{dial}) + 8344667) * 0.999940397$$

Para el cálculo del valor del CBR y la distribución de esfuerzos se hizo uso de las ecuaciones N°07 y N°08. Los datos procesados se pueden observar en el Anexo 03.

A continuación se muestran los valores de CBR obtenidos a 0.1" y 0.2" de penetración y las gráficas obtenidas:

**TABLA N° 39**  
**RESUMEN DE RESULTADOS DE CBR A 01" Y 0.2" DE PENETRACIÓN**

		CBR (%)		
		56 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
<b>Muestra 02</b>	<b>0.1"</b>	22.36	13.49	10.74
	<b>0.2"</b>	28.37	20.41	12.05
<b>Muestra 04</b>	<b>0.1"</b>	20.83	15.02	9.82
	<b>0.2"</b>	31.43	21.84	13.07
<b>Muestra 06</b>	<b>0.1"</b>	25.11	15.94	10.74
	<b>0.2"</b>	33.06	24.29	14.70
<b>Muestra 08</b>	<b>0.1"</b>	20.52	12.88	10.74
	<b>0.2"</b>	32.45	19.19	13.89
<b>Muestra 10</b>	<b>0.1"</b>	23.89	14.71	11.65
	<b>0.2"</b>	36.53	23.88	14.30

**Gráfico N° 16**  
**Relación fuerza (lb) / penetración (mm) del ensayo CBR de la muestra 02**

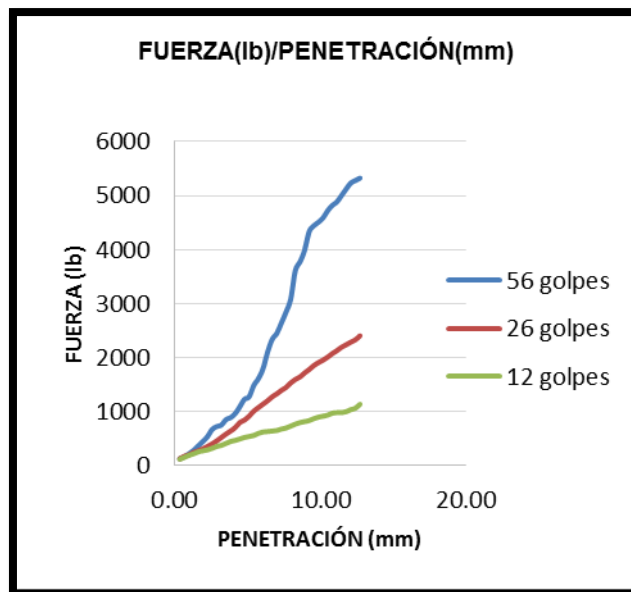


Gráfico N° 17

Relación densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)/ CBR (%) del ensayo CBR de la muestra 02

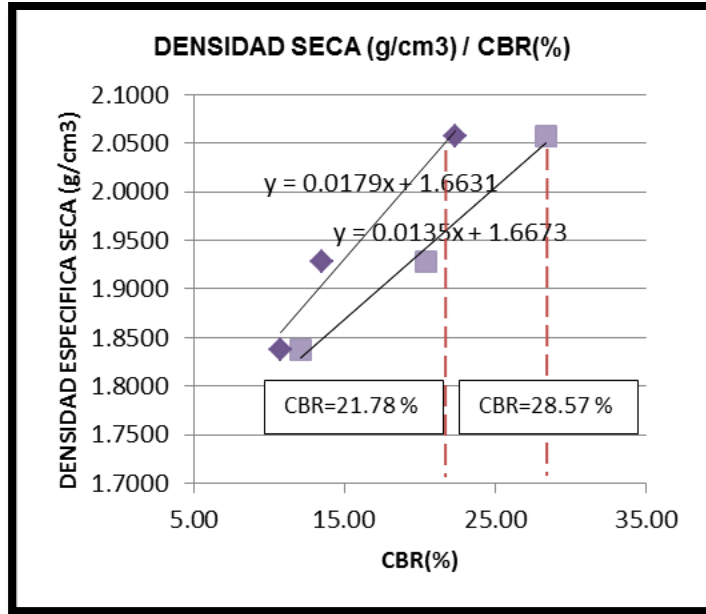


Gráfico N° 18

Relación fuerza (lb) / penetración (mm) del ensayo CBR de la muestra 04

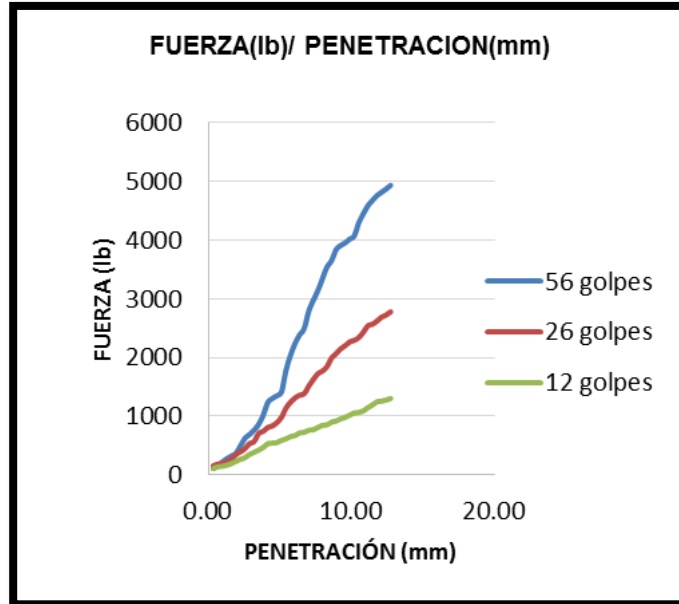


Gráfico N° 19

Relación densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)/ CBR (%) del ensayo CBR de la muestra 04

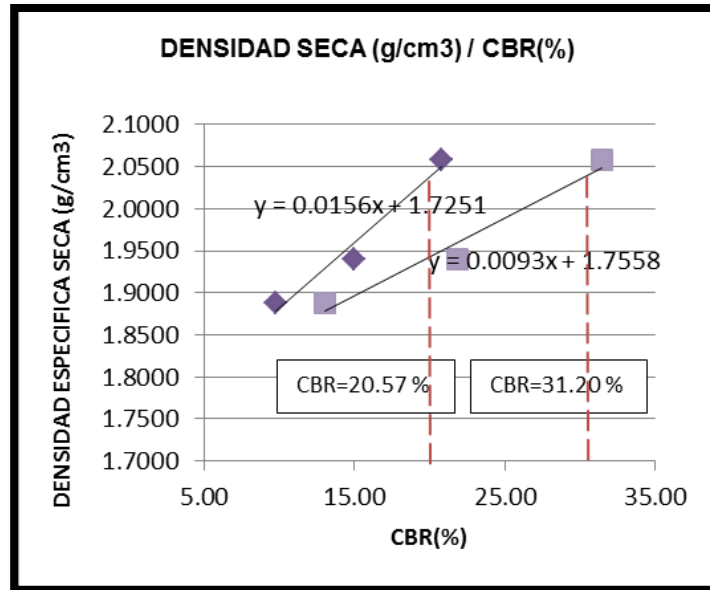


Gráfico N° 20

Relación fuerza (lb) / penetración (mm) del ensayo CBR de la muestra 06

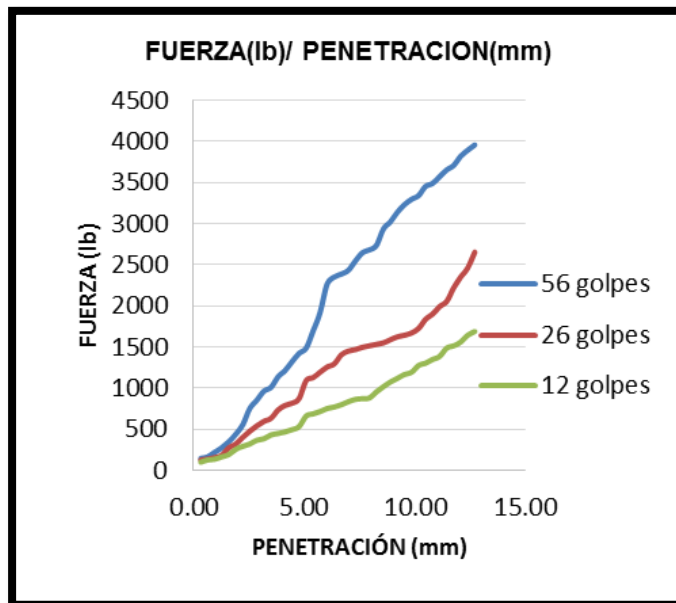


Gráfico N° 21

Relación densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)/ CBR (%) del ensayo CBR de la muestra 06

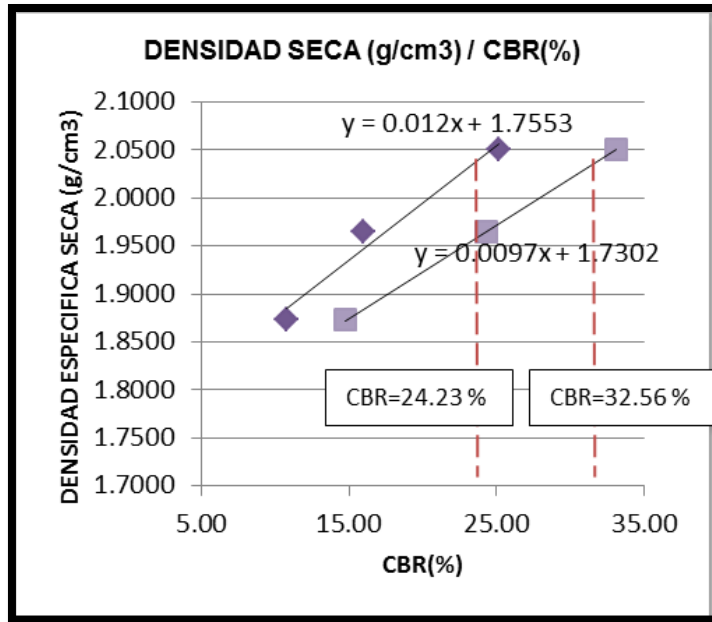
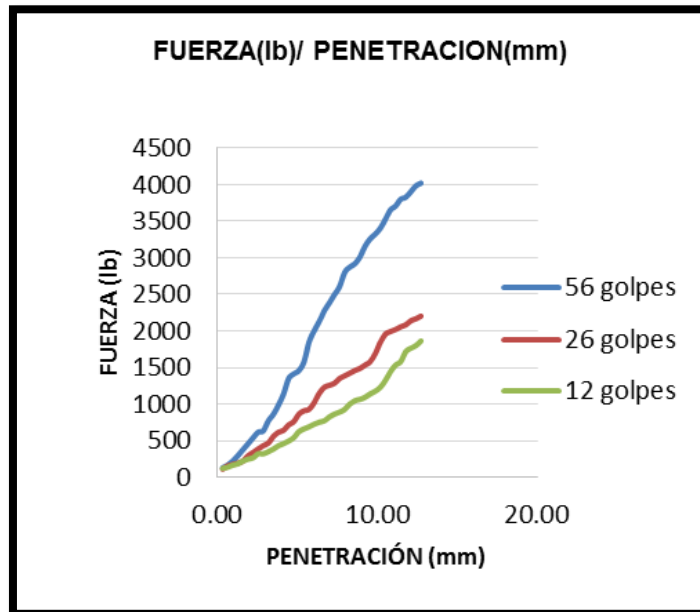
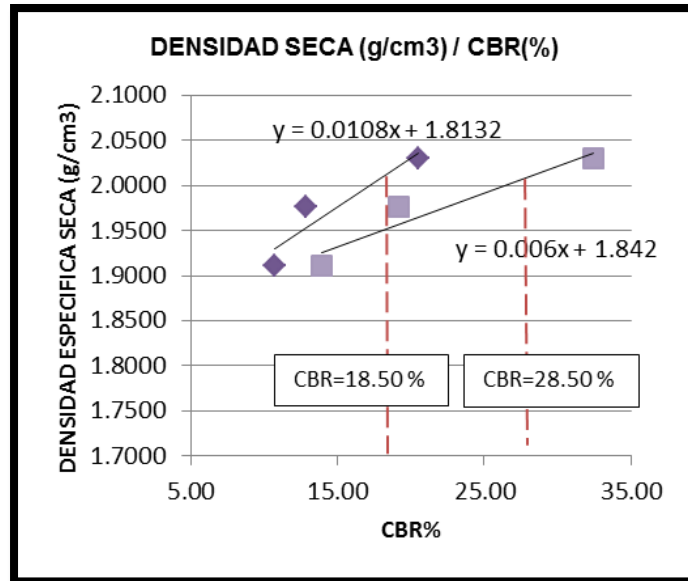


Gráfico N° 22

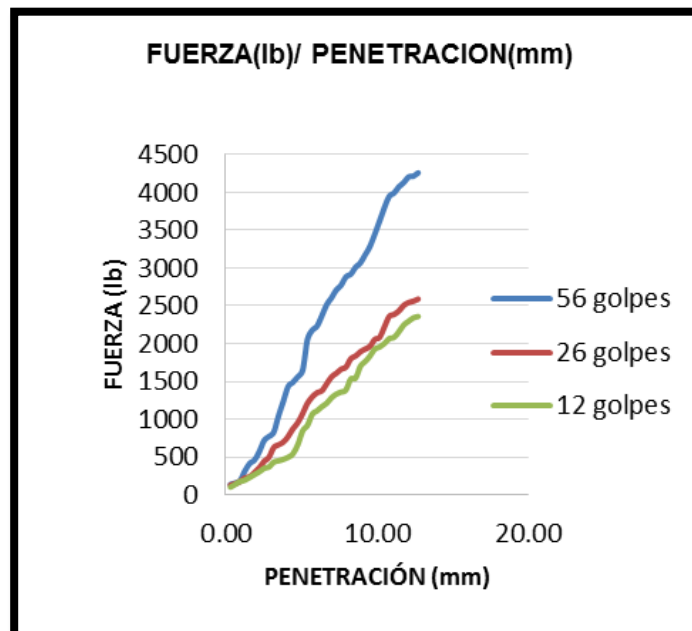
Relación fuerza (lb) / penetración (mm) del ensayo CBR de la muestra 08



**Gráfico N° 23**  
 Relación densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)/ CBR (%) del ensayo CBR de la muestra 08

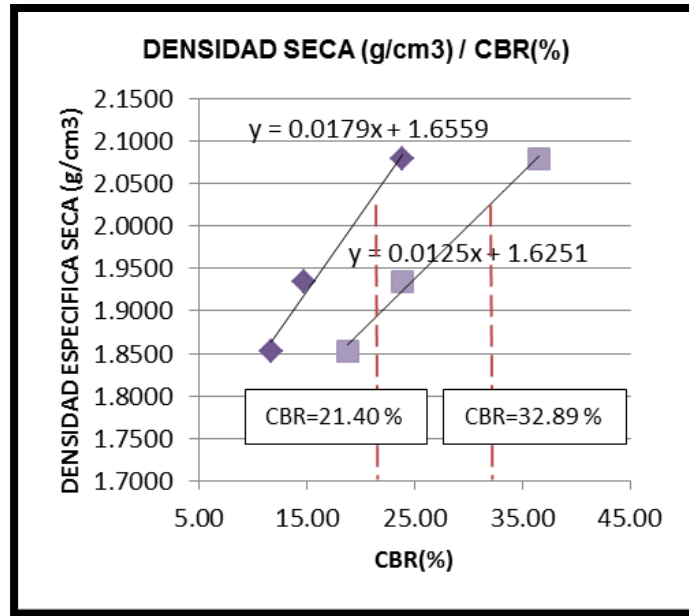


**Gráfico N° 24**  
 Relación fuerza (lb) / penetración (mm) del ensayo CBR de la muestra 10





**Gráfico N° 25**  
**Relación densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)/ CBR (%) del ensayo CBR de la muestra 10**



**TABLA N° 40**  
**RESULTADOS DE CBR PROMEDIO FINAL DE LA BASE GRANULAR**

N° DE MUESTRA	CBR
MUESTRA 02 %	21.78
MUESTRA 04 %	20.57
MUESTRA 06 %	24.23
MUESTRA 08 %	18.50
MUESTRA 10 %	21.40
<b>CBR PROMEDIO %</b>	<b>21.30</b>

#### 4.2.2.5. ENSAYOS COMPLEMENTARIOS

Los siguientes ensayos fueron realizados para corroborar si la base granular reciclada presenta las características mínimas para la construcción de un pavimento flexible (Figura N° 11), estos ensayos fueron aplicados solo a tres muestras ya que fueron encargados a un laboratorio externo. La certificación de los resultados se pueden observar en el anexo N°3

##### a) Límites de Consistencia

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

**TABLA N° 41**  
**RESULTADOS DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA DE BASE GRANULAR**  
**RECICLADA**

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>
<b>MUESTRA 02 =</b>	21.90 %	19.70 %	2.20 %
<b>MUESTRA 04 =</b>	22.60 %	19.22 %	3.38 %
<b>MUESTRA 06 =</b>	24.10 %	22.17 %	2.93 %
<b>MUESTRA 08 =</b>	24.51 %	21.89 %	2.62 %
<b>MUESTRA 10 =</b>	22.80 %	19.89 %	2.91 %
<b>VALOR PROMEDIO =</b>	<b>23.18 %</b>	<b>20.57%</b>	<b>2.81%</b>

**b) Abrasión Los Ángeles**

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

**TABLA N° 42**  
**RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ANGELES DE BASE GRANULAR**  
**RECICLADA**

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>DESGASTE POR ABRASION</b>
<b>MUESTRA 02 =</b>	32 %
<b>MUESTRA 06 =</b>	28 %
<b>MUESTRA 10 =</b>	30 %
<b>VALOR PROMEDIO =</b>	<b>30 %</b>

**c) Equivalente de Arena**

**TABLA N° 43**  
**RESULTADOS DEL ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA DE BASE GRANULAR**  
**RECICLADA**

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>EQUIVALENTE DE ARENA</b>
<b>MUESTRA 02 =</b>	37 %
<b>MUESTRA 06 =</b>	38 %
<b>MUESTRA 10 =</b>	41 %
<b>VALOR PROMEDIO =</b>	<b>38.7 %</b>

#### d) Partículas Chatas y Alargadas

TABLA N° 44  
RESULTADOS DEL ENSAYO DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DE BASE  
GRANULAR RECICLADA

N° DE MUESTRA		PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS
MUESTRA 02	=	15.1 %
MUESTRA 06	=	14.7 %
MUESTRA 10	=	16.0 %
VALOR PROMEDIO	=	15.3 %

### 4.2.3. COMBINACIONES ENTRE CARPETA ASFÁLTICA Y BASE GRANULAR

#### 4.2.3.1. Ensayo C.B.R. (California Bearing Ratio)

Uno de los objetivos del estudio es evaluar si la resistencia del material reciclado en la conformación de bases granulares, tiene un valor elevado. Para esto se evaluó, por medio del ensayo CBR, un nuevo material conformado por la combinación del carpeta asfáltica reciclado y la base granular reciclada, a este nuevo material se le denominó base granular óptima.

Las proporciones de carpeta asfáltica y base reciclada que se evaluarán en el ensayo CBR se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 45  
COMBINACIONES DE CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA Y BASE RECICLADA

COMBINACIÓN N°	CARPETA ASFÁLTICA	BASE GRANULAR
01	5%	95%
02	10%	90%
03	20%	80%
04	30%	70%
05	60%	40%

Para cada combinación se realizaron un ensayo CBR de 56 golpes en 5 capas por cada muestra extraída, para esto se utilizaron los datos obtenidos en el proctor modificado de la base granular reciclada ya que es el material predominante en las combinaciones propuestas.

Al igual que en el ensayo CBR de la base reciclada, para el ensayo de penetración con la prensa CBR se hizo uso de la siguiente formula obtenida del fabricante del equipo para la obtención de la fuerza de penetración:

$$\text{Fuerza (lb)} = ((9.1781168 * \text{dial}) + 8344667) * 0.999940397$$

Para el cálculo del valor del CBR y la distribución de esfuerzos se hizo uso de las ecuaciones N°07 y N°08. Los datos procesados se pueden observar en el Anexo 03.

A continuación se muestran los valores de CBR obtenidos a 0.1" y 0.2" de penetración:

**Tabla N° 46**  
**PROMEDIO DE VALORES DE CBR DE LAS COMBINACIONES**

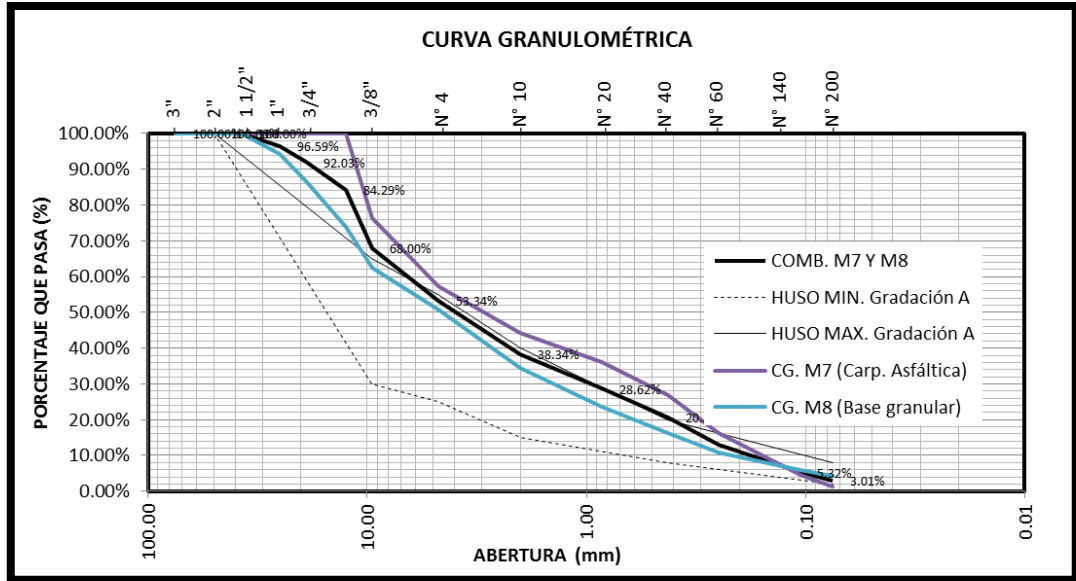
ENSAYO N°		MUESTRA 1-2	MUESTRA 3-4	MUESTRA 5-6	MUESTRA 7-8	MUESTRA 9-10	PROMEDIO
<b>COMBINACION N° 01 (5%-95%)</b>	0.1"	<b>19.00</b>	<b>12.57</b>	<b>15.02</b>	<b>21.14</b>	<b>19.91</b>	<b>17.53%</b>
	0.2"	21.84	16.74	22.66	30.00	34.49	
<b>COMBINACION N° 02(10%-90%)</b>	0.1"	<b>26.34</b>	<b>25.73</b>	<b>22.97</b>	<b>25.73</b>	<b>16.85</b>	<b>23.52%</b>
	0.2"	30.81	28.16	30.41	33.26	26.94	
<b>COMBINACION N° 03 (20%-80%)</b>	0.1"	<b>36.43</b>	<b>33.68</b>	<b>19.30</b>	<b>26.64</b>	<b>35.21</b>	<b>30.25%</b>
	0.2"	43.05	36.53	29.59	33.06	46.31	
<b>COMBINACION N° 04 (30%-70%)</b>	0.1"	<b>22.97</b>	<b>41.02</b>	<b>41.02</b>	<b>41.02</b>	<b>42.25</b>	<b>37.66%</b>
	0.2"	37.34	54.88	41.62	45.91	52.03	
<b>COMBINACION N° 05 (40%-60%)</b>	0.1"	<b>55.40</b>	<b>46.22</b>	<b>46.22</b>	<b>49.28</b>	<b>48.98</b>	<b>49.22%</b>
	0.2"	62.02	51.82	57.74	59.16	57.33	

De la tabla anterior se puede notar que el valor del CBR va ascendiendo cuanto más porcentaje de carpeta asfáltica tenga, y que el valor más alto es el promedio de los valores de la Combinación N° 05 (40%-60%) el cual viene

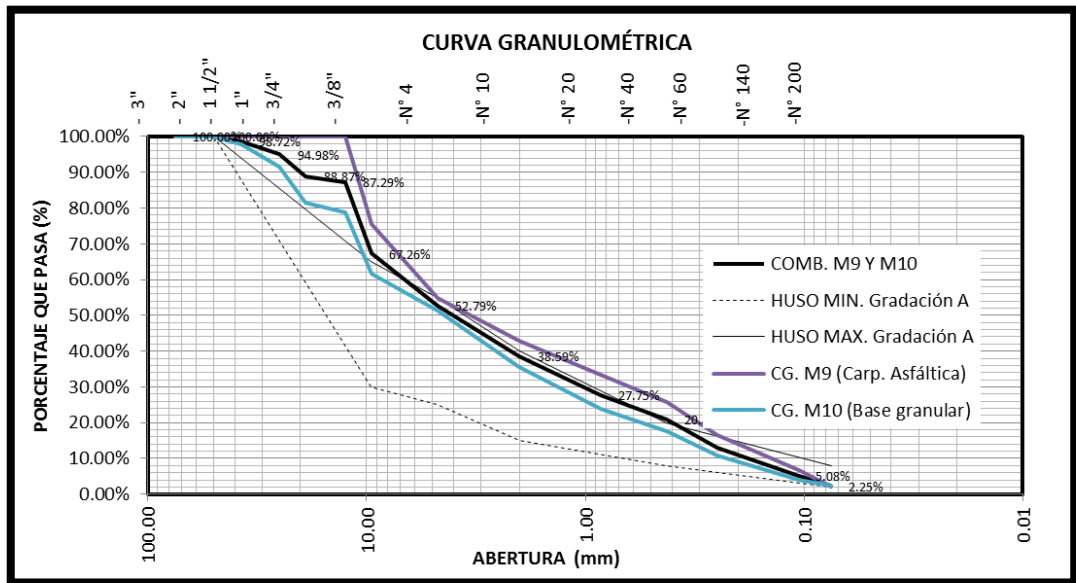




**Gráfico N° 29**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA COMBINACIÓN DE LAS MUESTRAS 7 Y 8**



**Gráfico N° 30**  
**CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA COMBINACIÓN DE LAS MUESTRAS 9 Y 10**



**4.2.3.3. Ensayo complementarios de la combinación de carpeta asfáltica y base granular.**

Los siguientes ensayos fueron realizados para algunas características adicionales del nuevo material conformado por la combinación entre carpeta

asfáltica y base granular que exige la norma para subbase (Figura N° 11), estos ensayos fueron aplicados solo a una muestra ya que fueron encargados a un laboratorio externo. La certificación de los resultados se pueden observar en el anexo N°3

**a) Ensayo de Partículas Chatas y Alargadas**

- % Partículas Chatas Y Alargadas = 12%

**b) Abrasión los Ángeles**

- % de Desgaste por Abrasión = 29%



## **CAPÍTULO V**

### **DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL NUEVO Y MATERIAL RECICLADO**

#### **5.1. ANÁLISIS DE LA SUBRASANTE**

La Municipalidad Distrital de Chilca en calidad de apoyo a la presente investigación facilitó el documento de Estudio de Mecánica de Suelos que previamente había desarrollado para la elaboración de un proyecto nuevo de asfaltado para la Av. Próceres.

El estudio comprende 10 calicatas realizadas a lo largo de la Av. Próceres, cada calicata tiene una profundidad de 1.5 m y con el material extraído de cada una se desarrollaron una serie de ensayos como el análisis granulométrico, contenido de humedad, proctor modificado y por último el ensayo CBR. (Ver anexo N° 4)

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

- a)** Del análisis granulométrico se obtuvo la siguiente clasificación de suelos para cada calicata:

**Figura N° 43**

**Clasificación de suelos de cada calicata en el análisis de la subrasante**

ITEM	CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACIÓN		NOMBRE DEL GRUPO
			SUCS	AASHTO	
1	C-1 AV. PROCERES Y AV. JACINTO IBARRA	M-1	GM	A-1-b (0)	GRAVA LIMOSA
2	C-2 AV. PROCERES Y CALLE REAL	M-1	CL	A-6 (1)	GRAVA LIGERA ARENOSA CON GRAVA
3	C-3 AV. PROCERES Y JR. AREQUIPA	M-1	GM	A-4 (0)	GRAVA LIMOSA CON ARENA
4	C-4 AV. PROCERES Y JR. SUCRE	M-1	CL	A-4 (0)	ARCILLA LIGERA CON ARENA
5	C-5 AV. PROCERES	M-1	CL	A-4 (1)	ARCILLA LIGERA CON ARENA
6	C-6 AV. PROCERES Y CARRETERA CENTRAL	M-1	ML	A-4 (0)	LIMO CON GRAVA
7	C-7	M-1	ML	A-4 (0)	LIMO ARENOSA CON GRAVA
8	C-8	M-1	CL	A-4 (3)	ARCILLA LIGERA ARENOSA
9	C-9	M-1	CL	A-4 (2)	ARCILLA LIGERA ARENOSA CON GRAVA
10	C-10	M-1	ML	A-4 (0)	LIMO ARENOSO

Nota: Tomado del Anexo N° 4

b) Del ensayo proctor se obtuvieron los siguientes valores:

**Figura N° 44**

**Resultados del ensayo Proctor de cada calicata en el análisis de la subrasante**

ITEM	CALICATA	M.D.S.	O.C.H.
1	C-1 AV. PROCERES Y AV. JACINTO IBARRA	1.96	7.8
2	C-2 AV. PROCERES Y CALLE REAL	1.86	9.2
3	C-3 AV. PROCERES Y JR. AREQUIPA	2.04	7.5
4	C-4 AV. PROCERES Y JR. SUCRE	1.85	9.3
5	C-5 AV. PROCERES	1.71	11.2
6	C-6 AV. PROCERES Y CARRETERA CENTRAL	1.89	8.9
7	C-7	1.82	10.2
8	C-8	1.86	9.0
9	C-9	1.80	9.6
10	C-10	1.90	8.8

Nota: Tomado del Anexo N° 4

c) Del ensayo CBR se obtuvieron los siguientes resultados:

**Figura N° 45**

**Resultados del ensayo CBR de cada calicata en el análisis de la subrasante**

ITEM	CALICATA	C.B.R.	
		1"	
		100%	95%
1	C-1 AV. PROCERES Y AV. JACINTO IBARRA	32.22	26.10
2	C-2 AV. PROCERES Y CALLE REAL	20.23	13.30
3	C-3 AV. PROCERES Y JR. AREQUIPA	37.47	28.70
4	C-4 AV. PROCERES Y JR. SUCRE	18.73	12.30
5	C-5 AV. PROCERES	12.14	8.30
6	C-6 AV. PROCERES Y CARRETERA CENTRAL	22.48	14.10
7	C-7	16.49	9.45
8	C-8	21.73	13.73
9	C-9	18.73	11.54
10	C-10	17.23	12.50

Nota: Tomado del Anexo N° 4

## 5.2. ESTUDIO DE TRÁFICO DE LA AV. PRÓCERES

Para el diseño de un pavimento flexible por el método AASHTO '93 es indispensable el estudio de tráfico de la Av. Próceres, la finalidad conocer el número de ejes equivalentes expresado como  $W_{18}$ .

La Gerencia de Obras de la Municipalidad Distrital de Chilca con el ánimo de aportar a la presente investigación, proporcionó el estudio de tráfico de la Av. Próceres (Ver el anexo N° 2). Sin embargo se realizó la proyección al año 2019 dado que este estudio fue realizado en el 2016.

El estudio realizado cuenta con el conteo de vehículos en 04 estaciones de las cuales la estación N° 03 presenta los valores más altos y serán aquellos que se utilizarán en el diseño de pavimentos, los resultados y variables usadas por la Municipalidad Distrital de Chilca se presentan a continuación:

Tabla N° 47

VARIABLES DE DISEÑO PARA EL CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES A PARTIR DEL AÑO 2016

VARIABLES DE DISEÑO	VALORES
IMDA =	6880
IMDA x Fvp =	1594.05
Fd =	0.5
Fc =	0.8
Fp =	1
r =	4%
n =	20 años
Fca =	29.78
Días =	365
<b>RESULTADO DE EJES EQUIVALENTES</b>	
W18=ESAL=	6.930E+06

Para hallar el valor de los ejes equivalentes a partir del presente año 2019 se calculó el crecimiento de tránsito utilizando la ecuación N° 09 encontrando así un nuevo IMDA como se muestra a continuación.

TABLA N° 48

VARIABLES DE DISEÑO PARA EL CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES A PARTIR DEL AÑO 2019

VARIABLES DE DISEÑO	VALORES
IMDA (2016)=	6880
IMDA (2019)=	7441.41
IMDA (2019) x Fvp =	1719.60
Fd =	0.5
Fc =	0.8
Fp =	1
r =	4%
n =	20
Fca =	29.78
Días =	365
<b>RESULTADO DE EJES EQUIVALENTES</b>	
W18=ESAL=	7.476E+06

### 5.3. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL NUEVO

El presente diseño se realizará por el método AASHTO 93, la finalidad es encontrar los espesores de las capas de un pavimento nuevo sin hacer uso del material reciclado previamente analizado.

El cálculo para el diseño del pavimento se realizara en base al método AAHTO '93 y el periodo de diseño a considerar será de 20 años, debido a que consideramos que la Av. Próceres es una vía rural con un alto volumen de tráfico.

Como se menciona en el Capítulo II en el ítem 2.4.7, el método AASHTO '93 busca encontrar el número estructural requerido del pavimento mediante la ecuación N° 11 que se especifica en el ítem 2.3.7.

Los valores de las variables para encontrar el número estructural (SN) en el presente caso son:

- **W<sub>18</sub>** =  $7.48 \times 10^6$  (Valor obtenido del Estudio de Tráfico de la Av. Próceres)
- **R%** = 90% (Valor obtenido de la Figura N° 23)
- **Z<sub>R</sub>** = -1.242 (Valor obtenido de la figura N° 24)
- **S<sub>o</sub>** = 0.45 (Valor recomendado para pavimentos flexibles)
- **P<sub>i</sub>** = 4.0 (Valor obtenido de la figura N° 25)
- **P<sub>t</sub>** = 2.5 (Valor obtenido de la figura N° 26)
- **ΔPSI** =  $4.0 - 2.5 = 1.5$  (Ecuación n°13)
- **CBR de la subrasante** = 8.33 % (Valor obtenido del Estudio de Suelos de la Av. Próceres)
- **M<sub>R</sub>** =  $2.555 \times 8.33^{0.64} = 9899.21$  (Ecuación n°12)

Al reemplazar en la ecuación N° 11 se obtiene que el numero estructural requerido de la estructura es SN= 4.46

Los valores de CBR de la base y subbase granular fueron asumidos de la Figura N° 12:

- CBR (Base granular) = 80%
- CBR (Subbase granular) = 40%

Con el valor del número estructural requerido podemos encontrar los espesores de capas del pavimento nuevo mediante la ecuación N° 14 del ítem 2.3.7.

Donde los valores considerados de los coeficientes de capa y drenaje son:

- **a1** = 0.17 cm = 0.42 pulg (Valor obtenido la figura N° 27: Carta para calcular el coeficiente estructural de concreto asfáltico)
- **a2** = 0.052 cm = 0.13 pulg (Valor obtenido en relación al CBR de la base granular figura N° 28 Variación de coeficiente de capa de base granular)
- **a3** = 0.047 cm = 0.12 pulg (Valor obtenido en relación al CBR de la subbase granular figura N° 29 Variación de coeficiente de capa de subbase granular)
- **m2 y m3** = 1.00 (Valor elegido según figura N° 31)

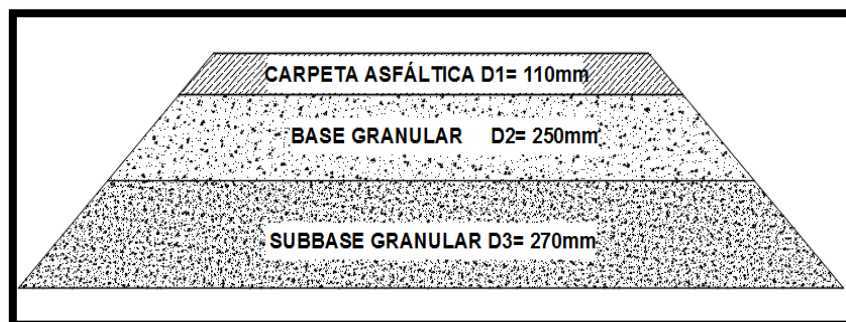
La figura N° 32 nos dice que los espesores mínimos para carpeta asfáltica y base granular son 110 mm y 250 mm respectivamente, estos valores fueron considerados para D1 y D2.

Luego de reemplazar en la formula los valores conocidos se obtuvieron los espesores del pavimento nuevo los cuales son:

- **D1** (Espesor de la carpeta asfáltica) = 110 mm
- **D2** (Espesor de la base granular) = 250 mm
- **D3** (Espesor de la subbase granular) = 270 mm

Figura N° 46

**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL NUEVO**



#### 5.4. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLADO

Los diseños se realizaron por el método AASHTO 93, la finalidad fue encontrar los espesores de las capas de un pavimento nuevo haciendo uso del material reciclado previamente analizado. Para esta alternativa se diseñó la estructura de un pavimento de tres capas conformado por Carpeta Asfáltica, Base Granular y Subbase granular óptima (base reciclada + carpeta asfáltica reciclada).

Como se menciona en el Capítulo II en el ítem 2.4.7, el método AASHTO '93 busca encontrar el número estructural requerido del pavimento mediante la ecuación N° 11 que se especifica en el ítem 2.3.7.

Los valores de las variables para encontrar el número estructural (SN) en el presente caso son:

- **W<sub>18</sub>** =  $7.48 \times 10^6$  (Valor obtenido del Estudio de Tráfico de la Av. Próceres)
- **R%** = 90% (Valor obtenido de la figura N° 23)
- **Z<sub>R</sub>** = -1.242 (Valor obtenido de la figura N° 24)
- **S<sub>o</sub>** = 0.45 (Valor recomendado para pavimentos flexibles)
- **P<sub>i</sub>** = 4 (Valor obtenido de la figura N° 25)
- **P<sub>t</sub>** = 2.5 (Valor obtenido de la figura N° 26)
- **ΔPSI** =  $4.0 - 2.5 = 1.5$
- **CBR de la subrasante** = 8.33 % (Valor obtenido del Estudio de Suelos de la Av. Próceres)
- **M<sub>R</sub>** =  $2.555 \times 8.33^{0.64} = 9899.21$

Al reemplazar en la ecuación se obtiene que el número estructural requerido de la estructura es SN= 4.46

El valor del CBR de la subbase fue obtenido en el Capítulo IV en el Ítem 4.3.3 y el CBR de la base granular fue asumido de la figura N° 12, estos son:

- CBR (Base granular) = 80%
- CBR (Subbase granular) = 49.22%

Con el valor del número estructural requerido podemos encontrar los espesores de capas del pavimento nuevo mediante la ecuación N° 14 del ítem 2.3.7.

Donde los valores considerados de los coeficientes de capa y drenaje son:

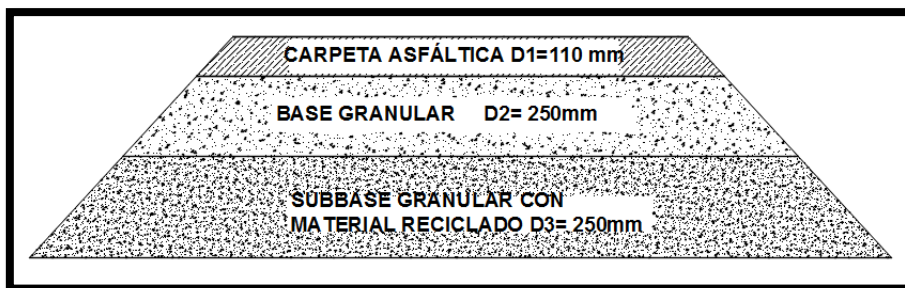
- **a1** = 0.17 cm = 0.42 pulg (Valor obtenido la figura N° 27: Carta para calcular el coeficiente estructural de concreto asfáltico)
- **a2** = 0.052 cm = 0.13 pulg (Valor obtenido en relación al CBR de la base granular figura N° 28 Variación de coeficiente de capa de base granular)
- **a3** = 0.050 cm = 0.128 pulg (Valor obtenido en relación al CBR de la subbase granular figura N° 29 Variación de coeficiente de capa de subbase granular)
- **m2 y m3** = 1.00 (Valor elegido según figura N° 31)

La figura N° 32 nos dice que los espesores mínimos para carpeta asfáltica y base granular son 110 mm (6 pulg) y 250 mm (10 pulg) respectivamente, estos valores fueron considerados para D1 y D2.

Luego de reemplazar en la formula los valores conocidos se obtuvieron los espesores del pavimento nuevo los cuales son:

- **D1** (Espesor de la carpeta asfáltica) = 110 mm
- **D2** (Espesor de la base granular) = 250 mm
- **D3** (Espesor de la subbase granular) = 250 mm

Figura N° 47  
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLADO





En la siguiente tabla se muestra el resumen de resultados obtenidos del diseño de pavimentos:

**Tabla N° 49**  
**TABLA RESUMEN DE ESPESORES OBTENIDOS EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS**

<b>ESPESORES OBTENIDOS</b>				
	D1(mm)	D2(mm)	D3(mm)	ESP. TOTAL (mm)
<b>DISEÑO CONVENCIONAL (C+B+SB)</b>	110	250	270	<b>630</b>
<b>DISEÑO CON MATERIAL RECICLADO (C+B+SB(op))</b>	110	250	<b>250</b>	<b>610</b>

## **5.5. DISEÑO DE LA SECCIÓN TÍPICA TRANSVERSAL DE LA AV. PRÓCERES**

Para el diseño de la sección típica de la Av. Próceres se tomó en cuenta el estudio de suelos realizado por la Municipalidad distrital de Chilca (Anexo N° 4), esto para comprobar si los espesores de diseño son viables según los perfiles estratigráficos hallados. Para el diseño de los anchos permisibles de los componentes de la sección típica se hizo uso del reglamento nacional de edificaciones (GH.020)

### **5.5.1. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS**

Las calicatas realizadas en la Av. Próceres fueron realizadas con una profundidad de 1.50 metros y el resultado de los perfiles estratigráficos se resumen en la siguiente tabla:

**TABLA N° 50**  
**TABLA RESUMEN DEL ESTUDIO DE SUELOS**

CALICAT A	ESPESOR DEL MATERIAL DE RELLENO* (m)	SUBRASANTE		
		PROF. ENCONTRADA (m)	CLASIFICACIÓN	CBR (95%)
C1	0.35	1.15	GM	26.10
C2	0.50	1.00	CL	13.30
C3	0.50	1.00	GM	28.70
C4	0.95	0.55	CL	12.30
<b>C5</b>	<b>0.70</b>	<b>0.80</b>	<b>CL</b>	<b>8.30</b>
C6	1.00	0.50	ML	14.10
C7	0.35	1.15	ML	9.45
C8	0.45	1.05	CL	13.73
C9	0.35	1.15	CL	11.54
C10	0.45	1.05	ML	12.50

(\*) Base granular a reciclar en el presente estudio

Se puede observar en la tabla anterior que el espesor mínimo del material de relleno a remover antes de encontrar la subrasante es de 0.35 m, este espesor es superado por los espesores mínimos de base granular y carpeta asfáltica que establece el Manual de Carreteras del MTC, estos espesores vienen a ser de 0.11 m y 0.25 m respectivamente.

Por lo expuesto se afirma que es factible excavar 0.61 m, como se propone en la alternativa planteada, ya que se confía en que por debajo de este nivel se encontrará la subrasante y esta será uniforme por lo menos hasta un nivel de -1.50 m.

### **5.5.2. COMPONENTES DE LA SECCIÓN TÍPICA**

Para encontrar el ancho de los componentes de la sección típica de la Av. Próceres se hizo uso de la siguiente tabla tomada del reglamento nacional de edificaciones (GH 020 – Componentes de Diseño Urbano):

Figura N° 48

CUADRO PARA EL DISEÑO DE VÍAS SEGÚN REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES (GH-020)

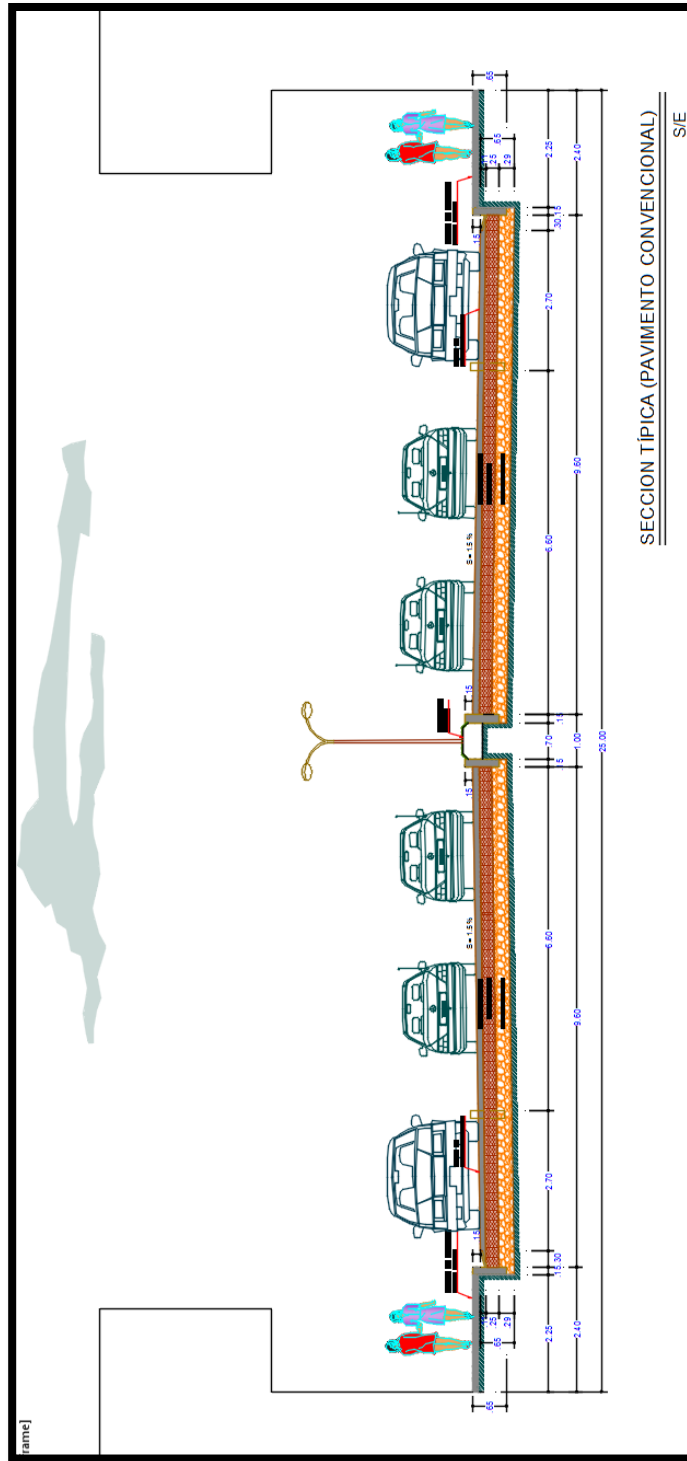
TIPOS DE VIAS	VIVIENDA			COMERCIAL	INDUSTRIAL	USOS ESPECIALES
<b>VIAS LOCALES PRINCIPALES</b>						
ACERAS O VEREDAS	1,80	2,40	3,00	3,00	2,40	3,00
ESTACIONAMIENTO	2,40	2,40	3,00	3,00 - 6,00	3,00	3,00 - 6,00
PISTAS O CALZADAS	SIN SEPARADOR CENTRAL 2 MODULOS DE	CON SEPARADOR CENTRAL 2 MODULOS A CADA LADO DEL SEPARADOR		SIN SEPARADOR 2 MODULOS DE 3,60	SIN SEPARADOR 2 MODULOS DE 3,60	SIN SEPARADOR 2 MODULOS DE 3,30 - 3,60
	3,60	3,00	3,30	CON SEPARAD. CENTRAL: 2 MODULOSA C/ LADO		
<b>VIAS LOCALES SECUNDARIAS</b>						
ACERAS O VEREDAS	1,20			2,40	1,80	1,80 - 2,40
ESTACIONAMIENTO	1,80			5,40	3,00	2,20 - 5,40
PISTAS O CALZADAS	DOS MODULOS DE 2,70			2 MODULOS DE 3,00	2 MODULOS DE 3,60	2 MODULOS DE 3,00

Teniendo en cuenta la tabla anterior y que el ancho total de la Av. Próceres es de 25 metros se tomaron las siguientes medidas para el diseño de la sección típica:

- Estacionamiento = 3.00 m
- Calzada = Dos Módulos de 3.30 m por cada sentido
- Aceras o Veredas = 2.40 m
- Separador central = 1.00 m

Con las medidas obtenidas se diseñó la sección típica de vía para la Av. Próceres teniendo en cuenta los espesores de cada capa de la estructura del pavimento flexible.

Figura N° 49  
SECCIÓN TÍPICA DE LA AV. PROCERES



## **CAPÍTULO VI**

### **METRADOS, PRESUPUESTOS Y ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN AL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE**

#### **6.1. PARTIDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE**

Las partidas son partes de una obra que son medibles en tiempo y espacio y pueden ser valoradas en base a su unidad de medida, cabe resaltar que las partidas son cambiantes según el lugar donde se ejecute la obra.

Para el caso de la Av. Próceres podemos señalar un conjunto de partidas que formarían parte de la construcción total del pavimento flexible, entre estas podemos encontrar: Obras provisionales, Movimiento de tierras, Demoliciones existentes, Colocación de carpeta asfáltica, Construcción de badenes, etc. Sin embargo el presente estudio solo busca conocer el presupuesto de la colocación de base, subbase y carpeta asfáltica por lo que en la siguiente tabla se detallan las partidas que se verían implicadas en dichos trabajos.

Tabla N° 51

LISTADO DE PARTIDAS PARA COLOCACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA, BASE Y SUBBASE

ITEM	PARTIDA	UND
<b>1.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	
1.10	FRESADO DE PAVIMENTO	m3
1.20	DEMOLICIÓN DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE	m3
1.30	EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUB RASANTE	m3
1.40	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (30% esponj.)	m3
<b>2.00</b>	<b>SUB-BASE GRANULAR</b>	
2.10	SUBBASE GRANULAR NUEVA	m3
2.20	SUBBASE GRANULAR RECICLADA	M3
<b>3.00</b>	<b>BASE GRANULAR</b>	
3.10	BASE GRANULAR NUEVA	m3
<b>4.00</b>	<b>PAVIMENTACION ASFÁLTICA</b>	
4.10	CAPA DE IMPRIMACIÓN	m3
4.20	CARPETA ASFÁLTICA	m3

La partida del ítem 1.10 Fresado de pavimentos, hace referencia a la extracción de pavimento asfáltico deteriorado y será usada solo cuando se busque metrar la construcción de un pavimento nuevo con material reciclado.

## 6.2. METRADO DE PARTIDAS

El presente estudio busca conocer el metrado para la construcción de un pavimento flexible en la Av. Próceres, para esto se consideró un ancho efectivo de 19.20 y una longitud total de la vía de 2210 m.

### 6.2.1. METRADO DE PARTIDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL NUEVO

El metrado para la construcción de un pavimento flexible con material nuevo se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 52

PLANILLA DE METRADOS DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL NUEVO

PLANILLA DE METRADOS CONVENCIONAL (SUBBASE CON MATERIAL NUEVO)								
<b>PROYECTO:</b> "CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE UNA SUBBASE GRANULAR OPTIMA EN LA AV. PRÓCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO" Departamento : JUNIN Provincia : HUANCAYO Distrito : CHILCA <b>Fecha</b> <b>Formula</b> : PARTIDAS CONVENCIONALES								
ITEM	PARTIDA	UND	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL
01.01.00	OBRAS PROVISIONALES	-	-	-	-	-	-	-
01.02.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	-	-	-	-	-	-	-
01.03.00	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	-	-	-	-	-	-	-
1.04.00	CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	-	-	-	-	-	-	-
01.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES	-	-	-	-	-	-	-
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	-	-	-	-	-	-	-
01.04.02.01	DEMOLICION DE CARPETA ASFALTICA EXISTETENTE	m3	1.00	2,210.00	19.20	0.05	2,121.60	2,121.60
01.04.02.02	EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	1.00	2,210.00	19.20	0.58	24,610.56	24,610.56
01.04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (30% esponj.)	m3	1.30	2,210.00	19.20	0.63	34,751.81	34,751.81
01.04.03	MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE							
01.04.03.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	m2	1.00	2,210.00	19.20	-	42,432.00	42,432.00
01.04.04	SUB-BASE GRANULAR							
01.04.04.01	SUBBASE GRANULAR NUEVA	m3	1.00	2,210.00	19.20	0.27	11,456.64	11,456.64
01.04.05	BASE GRANULAR							
01.04.05.01	BASE GRANULAR NUEVA	m3	1.00	2,210.00	19.20	0.25	10,608.00	10,608.00
01.04.06	PAVIMENTACION ASFALTICA							
01.04.06.01	CAPA DE IMPRIMACIÓN	m2	1.00	2,210.00	19.20	-	42,432.00	42,432.00
01.04.06.02	CARPETA ASFALTICA	m3	1.00	2,210.00	19.20	0.11	4,667.52	4,667.52
01.04.07	BADENES	-	-	-	-	-	-	-
01.04.08	BOCACALLES	-	-	-	-	-	-	-
01.04.09	PASE PEATONAL A NIVEL	-	-	-	-	-	-	-
01.05.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	-	-	-	-	-	-	-
01.05.01	SARDINEL PERALTADO	-	-	-	-	-	-	-
01.05.02	CUNETAS	-	-	-	-	-	-	-
01.06.00	SEÑALIZACION HORIZONTAL	-	-	-	-	-	-	-
01.07.00	VARIOS	-	-	-	-	-	-	-

**6.2.2. METRADO DE PARTIDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLADO**

Para metrado de la construcción de un pavimento flexible con material reciclado será considerada una subbase conformada por 40% de carpeta asfáltica reciclada y 60% de base granular reciclada tal y como se especifica en el Capítulo IV del presente estudio.

**TABLA N° 53**  
**VOLUMEN A OBTENER DEL RECICLADO DE CARPETA ASFÁLTICA Y BASE GRANULAR**

	<b>% QUE REPRESENTA</b>	<b>VOLUMEN (M3)</b>
<b>CARPETA ASFÁLTICA A RECICLAR (2210m*19.2m*0.05m)</b>	40%	2121.60
<b>BASE A RECICLAR (2210m*19.2m*0.075m)</b>	60%	3182.40
<b>TOTAL (m3)</b>	100%	<b>5304.00</b>

Se puede notar de la tabla anterior que el material a reciclar puede alcanzar un volumen máximo de 5304 m<sup>3</sup> los cuales no serán suficientes para construir una subbase en la totalidad de la vía debido a que esta necesitaría 10608.00 m<sup>3</sup>. Según lo analizado el reciclado de carpeta asfáltica y base granular solo alcanza para cubrir la mitad de la longitud de la vía. La otra mitad deberá ser construida bajo las condiciones del ítem anterior 6.2.1.

Según lo especificado el metrado para la construcción de un pavimento flexible con material reciclado se muestra en la siguiente tabla:



Tabla N° 54

PLANILLA DE METRADOS DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL RECICLADO

PLANILLA DE METRADOS (SUBBASE CON MATERIAL RECICLADO)								
<b>PROYECTO:</b> "CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE UNA SUBBASE GRANULAR ÓPTIMA EN LA AV. PRÓCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO"								
<b>Fecha</b>								
<b>Formula</b>								
Departamento : JUNIN Provincia : HUANCAYO Distrito : CHILCA								
ITEM	PARTIDA	UND	CANT	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	TOTAL
01.01.00	OBRAS PROVISIONALES	-	-	-	-	-	-	-
01.02.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	-	-	-	-	-	-	-
01.02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE FRESADORA	Gib	1.00	-	-	-	1.00	1.00
01.03.00	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	-	-	-	-	-	-	-
1.04.00	CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	-	-	-	-	-	-	-
01.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES	-	-	-	-	-	-	-
01.04.01.01	LIMPIEZA SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFALTICA	m2	1.00	2,210.00	19.20	-	42,432.00	42,432.00
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.04.02.01	FRESADO DE CARPETA ASFALTICA	m2	1.00	2,210.00	19.20		42,432.00	42,432.00
01.04.02.02	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL FRESADO (30% esponj.)	m3	1.03	2,210.00	19.20	0.13	5,550.53	5,550.53
01.04.02.03	EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE E= 50 cm	m3	1.00	1,105.00	19.20	0.50	10,671.65	10,671.65
01.04.02.04	EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE E= 48 cm	m3	1.00	1,105.00	19.20	0.48	10,247.33	10,247.33
01.04.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (30% esponj.)	m3						27,194.67
	EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE E= 50 cm		1.30				13,873.14	
	EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE E= 48 cm		1.30				13,321.53	
01.04.03	MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE							
01.04.03.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	m2	1.00	2,210.00	19.20	-	42,432.00	42,432.00
01.04.04	SUB-BASE GRANULAR							
01.04.04.01	SUBBASE GRANULAR NUEVA	m3	1.00	1,105.00	19.20	0.27	5,728.32	5,728.32
01.04.04.02	SUBBASE GRANULAR RECICLADA	m3	1.00	1,105.00	19.20	0.25	5,304.00	5,304.00
01.04.05	BASE GRANULAR							
01.04.05.01	BASE GRANULAR NUEVA	m3	1.00	2,210.00	19.20	0.25	10,608.00	10,608.00
01.04.06	PAVIMENTACION ASFALTICA							
01.04.06.01	CAPA DE IMPRIMACION	m2	1.00	2,210.00	19.20	-	42,432.00	42,432.00
01.04.06.02	CARPETA ASFALTICA	m3	1.00	2,210.00	19.20	0.11	4,667.52	4,667.52
01.04.07	BADENES	-	-	-	-	-	-	-
01.04.08	BOCACALLES	-	-	-	-	-	-	-
01.04.09	PASE PEATONAL A NIVEL	-	-	-	-	-	-	-
01.05.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	-	-	-	-	-	-	-
01.05.01	SARDINEL PERALTADO	-	-	-	-	-	-	-
01.05.02	CUNETAS	-	-	-	-	-	-	-
01.06.00	SEÑALIZACION HORIZONTAL	-	-	-	-	-	-	-
01.07.00	VARIOS	-	-	-	-	-	-	-

### 6.3. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Los datos obtenidos en las siguientes tablas fueron obtenidos de diferentes proyectos de similar envergadura y los precios unitarios fueron actualizados según la Revista de Costos (Edición Mayo-2019).

**Tabla N° 55**  
**ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

Presupuesto "CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE UNA SUBBASE GRANULAR ÓPTIMA EN LA AV. PRÓCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO"							
Subpresupuesto							
Partida MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE FRESADORA							
Rendimiento	GBL			COSTO UNITARIO		10,343.15	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Equipos</b>							
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE FRESADORA			GBL			10,343.15	10,343.15
<b>10,343.15</b>							
<i>* FUENTE: Anexo N° 5</i>							
Partida LIMPIEZA SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFALTICA							
Rendimiento	M2/DIA	3,800.0000	EQ. 3,800.0000	COSTO UNITARIO		0.03	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Equipos</b>							
PEON			hh	1.0000	0.0021	15.79	0.03
<b>0.03</b>							
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	0.03	0.00
<b>0.00</b>							
<i>* FUENTE: Elaboracion propia.</i>							
Partida DEMOLICION DE CARPETA ASFALTICA EXISTENTE							
Rendimiento	M3/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	COSTO UNITARIO		16.88	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh	0.2000	0.0080	21.88	0.04
PEON			hh	2.0000	0.0800	15.79	1.26
<b>1.30</b>							
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		5.0000	1.30	0.06
TRACTOR SOBRE ORUGAS DE 190-240 HP			hm	1.0000	0.0400	388.01	15.52
<b>15.59</b>							
<i>* FUENTE: Provias Nacional (2006). Estudio de Mantenimiento Periodico de la Panamericana Sur Pte. Montalvo -Pte. Camiara. Perú.</i>							
Partida FRESADO DE CARPETA ASFÁLTICA							
Rendimiento	M2/DIA	2,000.0000	EQ. 2,000.0000	COSTO UNITARIO		4.35	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh	1.0000	0.0040	21.88	0.09
PEON			hh	2.0000	0.0080	15.79	0.13
<b>0.21</b>							
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.21	0.01
FRESADORA DE PAVIMENTOS 565 HP			hm	1.0000	0.0040	947.36	3.79
CARGADOR S/LLANTAS 125 HP 2.5-yd3			hm	0.5000	0.0020	172.02	0.34
<b>4.14</b>							
<i>* FUENTE: GMI ingenieros y consultores (2013). Estudio Definitivo Rehabilitacion de la Carretera Panamericana Norte, Tramo Km 557+000 – Km 886+600 Via de Evitamiento Trujillo. Perú.</i>							

Partida							EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO DEL MATERIAL FRESADO						
Rendimiento		M3/DIA	225.0000	EQ. 225.0000		COSTO UNITARIO			14.39				
Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.						
<b>Mano de Obra</b>													
PEON		hh		1.0000	0.0356	15.79	0.56						
							<b>0.56</b>						
<b>Equipos</b>													
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.0000	0.56	0.03						
VOLQUETE 15 M3		hm		1.0000	0.0356	388.01	13.80						
							<b>13.82</b>						
<i>* FUENTE: Anexo N° 5</i>													
Partida							EXCAVACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE						
Rendimiento		M3/DIA	450.0000	EQ. 450.0000		COSTO UNITARIO			7.49				
Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.						
<b>Mano de Obra</b>													
OPERARIO		hh		0.1000	0.0018	21.88	0.00						
PEON		hh		2.0000	0.0356	15.79	0.56						
							<b>0.57</b>						
<b>Equipos</b>													
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.0000	0.57	0.03						
TRACTOR SOBRE ORUGAS DE 190-240 HP		hm		1.0000	0.0178	388.01	6.90						
							<b>6.93</b>						
<i>* FUENTE: Municipalidad Distrital de San Martín de Porres (2009). Pista en Zona Urbana "FRANCISCO MALASPINA BRYSON I.TDA. 506. Perú.</i>													
Partida							ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO						
Rendimiento		M3/DIA	990.0000	EQ. 990.0000		COSTO UNITARIO			9.00				
Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.						
<b>Mano de Obra</b>													
OPERARIO		hh		0.1000	0.0008	21.88	0.00						
PEON		hh		2.0000	0.0162	15.79	0.26						
							<b>0.26</b>						
<b>Equipos</b>													
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.0000	0.26	0.01						
VOLQUETE 15 M3		hm		3.0000	0.0242	293.25	7.11						
CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3-yd3		hm		1.0000	0.0081	200.32	1.62						
							<b>8.74</b>						
<i>* FUENTE: Anexo N° 5</i>													
Partida							PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUBRASANTE						
Rendimiento		M2/DIA	2,780.0000	EQ. 2,780.0000		COSTO UNITARIO			2.54				
Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.						
<b>Mano de Obra</b>													
OPERARIO		hh		1.0000	0.0029	21.88	0.06						
PEON		hh		4.0000	0.0115	15.79	0.18						
							<b>0.24</b>						
<b>Equipos</b>													
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.0000	0.24	0.01						
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1500gl		hm		1.0000	0.0029	139.62	0.40						
RODILLO LISO VIBR. AUTOPROP. 101-135HP		hm		1.0000	0.0029	174.97	0.50						
MOTONIVELADORA DE 145-150 HP		hm		1.0000	0.0029	233.17	0.67						
							<b>1.59</b>						
<b>Materiales</b>													
AGUA PARA LA COMPACTACIÓN		M3			0.0300	23.46	0.70						
							<b>0.70</b>						
<i>* FUENTE: Proviás Nacional (2010). Estudio Definitivo Para la Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Ayacucho-Abancay y Tramo KM 50+000 al KM98+80. Perú.</i>													

Partida		SUBBASE GRANULAR NUEVA				
Rendimiento	M3/DIA	436.0000	EQ. 436.0000	COSTO UNITARIO		77.77
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0183	21.88	0.40
PEON		hh	4.0000	0.0734	15.79	1.16
						<b>1.56</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.56	0.08
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1500gl		hm	1.0000	0.0183	139.62	2.56
RODILLO LISO VIBR. AUTOPROP. 101-135HP		hm	1.0000	0.0183	174.97	3.21
MOTONIVELADORA DE 145-150 HP		hm	1.0000	0.0183	233.17	4.28
						<b>10.13</b>
<b>Materiales</b>						
MATERIAL PARA SUBBASE		M3		1.2000	53.50	64.20
AGUA PARA LA COMPACTACIÓN		M3		0.0800	23.46	1.88
						<b>66.08</b>
<i>* FUENTE: Proviás Nacional (2010). Estudio Definitivo Para la Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Ayacucho-Abancay y Tramo KM 50+000 al KM98+80. Perú.</i>						
Partida		SUBBASE GRANULAR RECICLADA				
Rendimiento	M3/DIA	436.0000	EQ. 436.0000	COSTO UNITARIO		13.57
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0183	21.88	0.40
PEON		hh	4.0000	0.0734	15.79	1.16
						<b>1.56</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.56	0.08
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1500gl		hm	1.0000	0.0183	139.62	2.56
RODILLO LISO VIBR. AUTOPROP. 101-135HP		hm	1.0000	0.0183	174.97	3.21
MOTONIVELADORA DE 145-150 HP		hm	1.0000	0.0183	233.17	4.28
						<b>10.13</b>
<b>Materiales</b>						
MATERIAL PARA SUBBASE		M3		1.2000	0.00	0.00
AGUA PARA LA COMPACTACIÓN		M3		0.0800	23.46	1.88
						<b>1.88</b>
<i>* FUENTE: Proviás Nacional (2010). Estudio Definitivo Para la Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Ayacucho-Abancay y Tramo KM 50+000 al KM98+80. Perú.</i>						
Partida		BASE GRANULAR NUEVA				
Rendimiento	M3/DIA	312.0000	EQ. 312.0000	COSTO UNITARIO		101.35
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0256	21.88	0.56
PEON		hh	4.0000	0.1026	15.79	1.62
						<b>2.18</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	2.18	0.11
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1500gl		hm	1.0000	0.0256	139.62	3.58
RODILLO LISO VIBR. AUTOPROP. 101-135HP		hm	1.0000	0.0256	174.97	4.49
MOTONIVELADORA DE 145-150 HP		hm	1.0000	0.0256	233.17	5.98
						<b>14.15</b>
<b>Materiales</b>						
MATERIAL PARA SUBBASE		M3		1.2000	68.50	82.20
AGUA PARA LA COMPACTACIÓN		M3		0.1200	23.46	2.82
						<b>85.02</b>
<i>* FUENTE: Proviás Nacional (2010). Estudio Definitivo Para la Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Ayacucho-Abancay y Tramo KM 50+000 al KM98+80. Perú.</i>						

Partida		CAPA DE IMPRIMACIÓN				
Rendimiento	<b>M2/DIA</b>	<b>4,500.0000</b>	EQ. <b>4,500.0000</b>	COSTO UNITARIO		<b>3.91</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
<b>Materiales</b>						<b>Parcial S/.</b>
RIEGO DE LIGA		m2			1.0000	3.91
<i>* FUENTE: Grupo S10. (2019). COSTOS: Revista Especializada para la Construcción. Perú.</i>						
Partida		CARPETA ASFÁLTICA				
Rendimiento	<b>M3/DIA</b>	<b>338.0000</b>	EQ. <b>338.0000</b>	COSTO UNITARIO		<b>446.28</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
<b>Materiales</b>						<b>Parcial S/.</b>
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE		m3			1.0000	446.28
<i>* FUENTE: Grupo S10. (2019). COSTOS: Revista Especializada para la Construcción. Perú.</i>						

## 6.4. PRESUPUESTO

Como se ha visto la construcción de un pavimento se divide en un conjunto de partidas de las cuales se puede obtener el metraje o cantidad de obra a realizar, luego de esto se obtiene el costo multiplicando el metraje obtenido por el costo unitario de cada partida, la sumatoria de los costos de cada partida darán como resultado el presupuesto total de la obra.

## 6.4.1. PRESUPUESTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIALES NUEVOS

Tabla N° 56

### PRESUPUESTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON MATERIAL NUEVO

PRESUPUESTO CONVENCIONAL (SUBBASE CON MATERIAL NUEVO)					
<b>PROYECTO:</b> "CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE UNA SUBBASE GRANULAR ÓPTIMA EN LA AV. PRÓCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO"					
<b>Fecha</b> : PARTIDAS CONVENCIONALES					
<b>Formula</b> : PARTIDAS CONVENCIONALES					
<b>Departamento</b> : JUNIN <b>Provincia</b> : HUANCAYO <b>Distrito</b> : CHILCA					
ITEM	PARTIDA	UND	METRADO	P.U.	PARCIAL
01.01.00	OBRAS PROVISIONALES	-	-	-	-
01.02.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	-	-	-	-
01.03.00	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	-	-	-	-
1.04.00	CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	-	-	-	-
01.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES	-	-	-	-
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	-	-	-	-
01.04.02.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO EXISTENTE	m3	2,121.60	16.88	35,820.07
01.04.02.02	EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	24,610.56	7.49	184,370.83
01.04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (30% esponj.)	m3	34,751.81	9.00	312,684.48
01.04.03	MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	-	-	-	-
01.04.03.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	m2	42,432.00	2.54	107,651.82
01.04.04	SUB-BASE GRANULAR	-	-	-	-
01.04.04.01	SUBBASE GRANULAR NUEVA	m3	11,456.64	77.77	890,935.09
01.04.05	BASE GRANULAR	-	-	-	-
01.04.05.01	BASE GRANULAR NUEVA	m3	10,608.00	101.35	1,075,119.39
01.04.06	PAVIMENTACION ASFALTICA	-	-	-	-
01.04.06.01	CAPA DE IMPRIMACIÓN	m2	42,432.00	3.91	165,909.12
01.04.06.02	CARPETA ASFALTICA	m3	4,667.52	446.28	2,083,020.83
01.04.07	BADENES	-	-	-	-
01.04.08	BOCACALLES	-	-	-	-
01.04.09	PASE PEATONAL A NIVEL	-	-	-	-
01.05.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	-	-	-	-
01.05.01	SARDINEL PERALTADO	-	-	-	-
01.05.02	CUNETAS	-	-	-	-
01.06.00	SEÑALIZACION HORIZONTAL	-	-	-	-
01.07.00	VARIOS	-	-	-	-
<b>PRESUPUESTO TOTAL S./</b>					<b>4,855,511.62</b>

## 6.4.2. PRESUPUESTO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE CON UNA SUBBASE HECHA CON MATERIAL RECICLADO

Tabla N° 57

### PRESUPUESTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBBASE GRANULAR CONFORMADA POR MATERIAL RECICLADO

PRESUPUESTO (SUBBASE CON MATERIAL RECICLADO)					
<b>PROYECTO:</b>	<b>“CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE UNA SUBBASE GRANULAR ÓPTIMA EN LA AV. PRÓCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO”</b>				
<b>Fecha</b>		<b>Departamento</b>	: JUNIN		
<b>Formula</b>	:	<b>Provincia</b>	: HUANCAYO		
		<b>Distrito</b>	: CHILCA		
ITEM	PARTIDA	UND	METRADO	P.U.	PARCIAL
01.01.00	OBRAS PROVISIONALES	-	-	-	-
01.02.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	-	-	-	-
01.02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE FRESADORA	Glb	1.00	10,343.15	10,343.15
01.03.00	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	-	-	-	-
1.04.00	CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	-	-	-	-
01.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES	-	-	-	-
01.04.01.01	LIMPIEZA SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFALTICA	m2	42432.00	0.03	1,481.06
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.04.02.01	FRESADO DE CARPETA ASFALTICA	m2	42432.00	4.35	184,737.69
01.04.02.02	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL FRESADO (30% esponj.)	m3	5,550.53	14.39	79,846.62
01.04.02.02	EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE E= 50 cm	m3	10671.65	7.49	79,947.00
01.04.02.03	EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE E= 48 cm	m3	10247.33	7.49	76,768.20
01.04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (30% esponj.)	m3	27194.67	9.00	244,688.01
01.04.03	MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE	-	-	-	-
01.04.03.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	m2	42432.00	2.54	107,651.82
01.04.04	SUB-BASE GRANULAR				
01.04.04.01	SUBBASE GRANULAR NUEVA	m3	5728.32	77.77	445,467.55
01.04.04.02	SUBBASE GRANULAR RECICLADA	m3	5304.00	13.57	71,953.15
01.04.05	BASE GRANULAR				
01.04.05.01	BASE GRANULAR NUEVA	m3	10608.00	101.35	1,075,119.39
01.04.06	PAVIMENTACION ASFALTICA				
01.04.06.01	CAPA DE IMPRIMACION	m2	42432.00	3.91	165,909.12
01.04.06.02	CARPETA ASFALTICA	m3	4667.52	446.28	2,083,020.83
01.04.07	BADENES	-	-	-	-
01.04.08	BOCACALLES	-	-	-	-
01.04.09	PASE PEATONAL A NIVEL	-	-	-	-
01.05.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	-	-	-	-
01.05.01	SARDINEL PERALTADO	-	-	-	-
01.05.02	CUNETAS	-	-	-	-
01.06.00	SEÑALIZACION HORIZONTAL	-	-	-	-
01.07.00	VARIOS	-	-	-	-
<b>PRESUPUESTO TOTAL S/.</b>					<b>4,626,933.57</b>

A continuación se muestra una tabla con el resumen y la comparación de los costos obtenidos:

**Tabla N° 58**  
**CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS**

<b>CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS</b>					
PARTIDA	UND	P.U.	COSTO S/. (con subbase nueva)	COSTO S/. (con subbase reciclada)	DIFERENCIA DE COSTOS S/.
<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS</b>	-	-	-	-	
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE FRESADORA	Glb	-	0.00	10,343.15	<b>-10,343.15</b>
<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	-	-	-		
LIMPIEZA SUPERFICIAL DE LA CARPETA ASFALTICA	m2	0.03	0.00	1,481.06	<b>-1,481.06</b>
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	-	-	-		
DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO EXISTENTE	m3	16.88	35,820.07	0.00	<b>-228,764.24</b>
FRESADO DE CARPETA ASFALTICA	m2	4.35	0.00	184,737.69	
EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL FRESADO (30% esponj.)	m3	14.39	0.00	79,846.62	
EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE E= 58 cm	m3	7.49	184,370.83	0.00	<b>27,655.62</b>
EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE E= 50 cm	m3	7.49	0.00	79,947.00	
EXCAVACION A NIVEL DE SUB RASANTE E= 48 cm	m3	7.49	0.00	76,768.20	
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO (30% esponj.)	m3	9.00	312,684.48	244,688.01	<b>67,996.47</b>
<b>MEJORAMIENTO A NIVEL DE SUBRASANTE</b>					
PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RASANTE	m2	2.54	107,651.82	107,651.82	<b>0.00</b>
<b>SUB-BASE GRANULAR</b>					
SUBBASE GRANULAR NUEVA	m3	77.77	890,935.09	445,467.55	<b>373,514.40</b>
SUBBASE GRANULAR RECICLADA	m3	13.57	0.00	71,953.15	
<b>BASE GRANULAR</b>					
BASE GRANULAR NUEVA	m3	101.35	1,075,119.39	1,075,119.39	<b>0.00</b>
<b>PAVIMENTACION ASFALTICA</b>					
CAPA DE IMPRIMACION	m2	3.91	165,909.12	165,909.12	<b>0.00</b>
CARPETA ASFALTICA	m3	446.28	2,083,020.83	2,083,020.83	<b>0.00</b>
			<b>4,855,511.62</b>	<b>4,626,933.57</b>	<b>228,578.04</b>

## 6.5. ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN AL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE

El presente estudio se ha desarrollado con el fin aplicar de la regla de las 3R's (reducir, reutilizar y reciclar) y el análisis de costos previamente realizado demuestra la viabilidad económica de su aplicación. A continuación se describirá el modo en que el proyecto realizado cumple con lo establecido por la regla de las 3R's.

### a) La Primera R: Reducir

Trata de minimizar el consumo de los productos directos, es decir, todo aquello que se consume y que tenga una relación directa con los desperdicios. Dicho esto podemos afirmar que al hacer uso del material reciclado para conformar una



subbase granular se está reduciendo la explotación de canteras y la compra de dicho material. De realizarse el proyecto de manera convencional, con materiales nuevos, se necesitaría comprar 11456.64 m<sup>3</sup> de material nuevo para subbase y al hacer uso del material reciclado propuesto este requerimiento se reduce a 5728.32 m<sup>3</sup>, lo que representa una disminución de 50%.

**TABLA N° 59**  
**CANTIDAD DE MATERIAL REDUCIDO**

	Requerimiento de subbase nueva (m <sup>3</sup> )	Costo unitario (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBBASE NUEVA</b>	11,456.64	64.2	<b>747,028.80</b>
<b>PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBBASE RECICLADA</b>	5728.32	64.2	<b>373,514.40</b>
	<b>REDUCCION TOTAL (%) =</b>		<b>50%</b>

**b) La segunda R: Reutilizar**

Reutilizar se refiere a poder volver a utilizar las cosas y darles la mayor utilidad posible antes de que llegue la hora de su eliminación. Por lo tanto podemos afirmar que al usar la carpeta asfáltica y la base granular, extraídas de la Av. Próceres, para la conformación de una subbase granular óptima, se están reutilizando dichos materiales y los porcentajes y volúmenes reutilizados se pueden observar en la siguiente tabla:

**TABLA N° 60**  
**CANTIDAD DE MATERIAL REUTILIZADO**

	Volumen total Extraído (m <sup>3</sup> )	Volumen Reutilizado (m <sup>3</sup> )	% Reutilizado
<b>CARPETA ASFÁLTICA</b>	2121.6	2121.6	<b>100 %</b>
<b>BASE GRANULAR</b>	23761.92	3182.4	<b>13.4 %</b>

### **c) La Tercera R: Reciclar**

Reciclar consiste en el proceso de someter los materiales a un proceso en el cual se puedan volver útiles, en este proyecto se conformó una subbase granular optima combinando carpeta asfáltica y base granular extraídas de la Av. Próceres, de este modo se logró encontrar un índice de resistencia superior a lo exigido por la norma, en este sentido aquel material que iba a ser eliminado fue convertido un material útil con propiedades nuevas y suficientes para la estructura de un pavimento flexible nuevo .

Según lo analizado el cumplir con la regla de las 3R's no se traduce en un beneficio económico y aunque en el presente estudio se obtuvo una reducción de costos de 4.7%, que desde cierto punto de vista podría ser muy pequeño para declararlo viable al 100% en el aspecto económico, se ha demostrado que al cumplir con la regla de las 3R's se está contribuyendo al cuidado del medio ambiente, esto debido a que el 50 % de una cantera que iba ser explotada para este proyecto se mantendrá intacta y que el 100% de la carpeta asfáltica que contiene material contaminante será reutilizada para conformar una nueva subbase y no se afectaran otras zonas con su eliminación, de este modo el proyecto se puede declarar viable ya que para la situación actual del país la preservación del medio ambiente es un punto de gran importancia.

## CONCLUSIONES

- Los beneficios encontrados en la utilización del reciclado de carpeta asfáltica y base granular para la conformación de una subbase granular en la Av. Próceres del Distrito de Chilca Provincia de Huancayo, debido a que:
  - ✓ El valor CBR del reciclado de carpeta asfáltica y base granular es de 49.22% el cual se encuentra dentro de lo establecido por la norma para subbase.
  - ✓ Existe una reducción de costos de 4.7% al conformar una subbase con el reciclado de carpeta asfáltica y base granular en la construcción de un pavimento flexible nuevo.
  - ✓ Se contribuye al cuidado del medio ambiente al cumplir con la regla de las 3R's
- El valor del CBR de la subbase es directamente proporcional con el porcentaje de carpeta asfáltica reciclada que esta posea, esto se puede observar luego de realizar el ensayo CBR para las distintas combinaciones entre carpeta asfáltica y base granular reciclada, al combinar de 5% de carpeta asfáltica y 95% de base granular se obtuvo un valor promedio igual a 17.53%, al combinar 10% de carpeta asfáltica y 90% de base granular se obtuvo un valor promedio de 23.52%, al combinar de 20% de carpeta asfáltica y 80% de base granular se obtuvo un valor promedio de 30.25%, al combinar de 30% de carpeta asfáltica y 70% de base granular se obtuvo un valor promedio de 37.66% y al combinar 40% de carpeta asfáltica y 60% de base granular se obtiene un valor promedio de 49.22%. En este sentido, la última combinación de 60%-40% posee el mayor valor frente a las demás combinaciones y esto válida la primera hipótesis específica debido a que se encontró un valor de CBR (49.22%) mayor al 40% que exige la norma como mínimo.
- Con el CBR de 49.22 % encontrado y mediante el método AASHTO '93 se realizó el diseño de un pavimento flexible que contiene en su estructura la subbase granular con material reciclado, el costo encontrado de la alternativa planteada en este estudio fue de S/. 4,626,933.57; mientras que el presupuesto para la construcción de un pavimento flexible con materiales nuevos fue de S/. 4, 855,511.62. Podemos concluir

que al usar la carpeta asfáltica y base granular reciclada como subbase se genera un ahorro significativo de S/. 228,578.04 por metro lineal de construcción y esto valida la segunda hipótesis específica ya que se comprobó que existe viabilidad económica debido a la reducción del costo en 4.7%.

- Al realizar el proceso de conformación de subbase con el material reciclado se contribuye al cuidado del medio ambiente mediante el concepto de las 3R's (reducir, reutilizar y reciclar) ya que al no realizar la compra de una subbase nueva para la totalidad de la vía se está reduciendo su consumo y la explotación de canteras en un 50%, al usar el material extraído como parte de la estructura de un nuevo pavimento se está reutilizando el 100% de la carpeta asfáltica y el 13.4% de base granular y al convertir este nuevo material en una o sub base granular con nuevas propiedades se ha reciclado por completo el material. De este modo el proyecto se puede declarar viable ya que para la situación actual del país la preservación del medio ambiente es un punto de gran importancia.

## RECOMENDACIONES

- Realizar al menos tres ensayos de CBR para una misma muestra combinada de carpeta asfáltica reciclada y base granular reciclada, ya que si existieran deficiencias en el proceso se evitaran retrasos en la obtención de resultados.
- Para obtener un estudio más exacto se recomienda realizar el estudio de tráfico desde cero, ya que el presente estudio tomó como dato el cálculo de tráfico realizado por la municipalidad de la zona.
- Los costos unitarios a utilizar deben ser los más cercanos a la realidad de la zona, es por eso que se debe realizar un análisis minucioso de los rendimientos en las partidas de construcción de pavimentos flexibles y de ser posible generar una base de datos con rendimientos exclusivos para la provincia de Huancayo.
- La necesidad más apremiante de la Av. Próceres es contar con un pavimento nuevo, sin embargo se debe realizar también el mejoramiento del transporte y tránsito de la vía incluyendo así estudios de semaforización y obras viales que sean de gran utilidad en el futuro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto de Construcción y Gerencia. (2006). Diseño moderno de pavimentos asfálticos. Perú.
2. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- Sección suelos y Pavimentos. Perú.
3. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Perú.
4. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción, Tomo I. Perú.
5. Montejo Fonseca A. (2002). Ingeniería para Pavimentos para Carreteras. Colombia. Agora Edit.
6. American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). AASHTO Guide for Desing of Pavement Structures. USA.
7. ISSSTE. (2002). Glosario de términos técnicos. México.
8. SCRIBD. (2013). Glosario de Términos en Ingeniería Civil. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/142848255/Glosario-de-Terminos-en-Ingenieria-Civil>.
9. Significados. (2015). Significado de Reciclar. Recuperado de <https://www.significados.com/reciclar/>.
10. RSS. (2014). 3R La regla de las tres erres (Reducir, Reciclar y Reutilizar). Recuperado de <http://www.responsabilidadsocial.mx/3r-la-regla-de-las-tres-erres-reducir-reciclar-y-reutilizar/>

11. Construmática. (2012). Residuos Generados en las Obras de Construcción. Recuperado de [https://www.construmatica.com/construpedia/Residuos\\_Generados\\_en\\_las\\_Obras\\_de\\_Construcci%C3%B3n](https://www.construmatica.com/construpedia/Residuos_Generados_en_las_Obras_de_Construcci%C3%B3n)
12. Peruvías. (2016). Fresadoras de asfalto, ahorro de materiales y mejor contaminación. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6624/06.pdf?sequence=7>.
13. Pavimentos (2010). Fresado de pavimento asfaltico. Recuperado de <https://pavimentosyasfaltos.es/fresado-de-asfalto/>.
14. Ministerio del Ambiente. (2008). Reciclaje y disposición final de residuos sólidos. Perú.
15. Rodríguez Mineros C.E. & Rodríguez Molina J.A. (2004), "Evaluación Y Rehabilitación De Pavimentos Flexibles Por El Método Del Reciclaje". Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad de El Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil. El Salvador.
16. Gómez Vallejos S.J. (2014), "Diseño Estructural Del Pavimento Flexible Para El Anillo Vial Del Óvalo Grau – Trujillo - La Libertad". Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Perú.
17. Pacheco Risco H.F. (2016), "Evaluación Superficial Del Pavimento Flexible Por El Método Pavement Condition Index (Pci) En Las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colón Y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)". Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil. Perú.

- 18.** Sarmiento Soto J.A. (2015), "Análisis Y Diseño Vial De La Avenida Martir Olaya Ubicada En El Distrito De Lurín Del Departamento De Lima. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil. Perú.
- 19.** Provías Nacional (2006). Estudio de Mantenimiento Periódico de la Panamericana Sur Pte. Montalvo -Pte. Camiara. Perú.
- 20.** GMI ingenieros y consultores (2013). Estudio Definitivo Rehabilitación de la Carretera Panamericana Norte, Tramo Km 557+000 – Km 886+600 Vía de Evitamiento Trujillo. Perú.
- 21.** Municipalidad Distrital de San Martin de Porres (2009). Pista en Zona Urbana FRANCISCO MALASPINA BRYSON I.TDA. 506. Perú.
- 22.** Provías Nacional (2010). Estudio Definitivo Para la Rehabilitación y Mejoramiento de la carretera Ayacucho-Abancay y Tramo KM 50+000 al KM98+80. Perú.
- 23.** Grupo S10. (2019). COSTOS: Revista Especializada para la Construcción. Edición Mayo-2019. Perú.



## **ANEXOS**

## ANEXO 1. PANEL FOTOGRÁFICO

- Preparación de parches

Fotografía N° 1  
Calentado del Agregado



Fotografía N° 4  
Vertido de mezcla en el molde

Fotografía N° 2  
Calentado de la emulsión  
asfáltica



Fotografía N° 5  
Compactado de parche en molde

Fotografía N° 3  
Mezclado en caliente



Fotografía N° 6  
Desmoldado de parches



- **Extracción de muestras**

**Fotografía N° 7**

**Excavación en zonas indicadas**



**Fotografía N° 10**

**Extracción de muestra N° 5**

**Fotografía N° 8**

**Control de dimensiones**



**Fotografía N° 11**

**Extracción de muestra N° 9**

**Fotografía N° 9**

**Extracción de muestra N° 8**



**Fotografía N° 12**

**Extracción de muestra N° 10**



- Parchado en zonas de extracción**

**Fotografía N° 13**

Relleno con material de préstamo

**Fotografía N° 14**

Apisonado manual del relleno

**Fotografía N° 15**

Aplicación de ligante en parche de asfalto



**Fotografía N° 16**  
Colocado del parche



**Fotografía N° 17**  
Aplicación del ligante en bordes



**Fotografía N° 18**  
Zona de extracción parchada



- **Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos**

**Fotografía N° 19**

**Especímenes de carpeta de rodadura combinadas con tricloroetileno**



**Fotografía N° 21**

**Extracción de asfalto en Equipo Extractor**

**Fotografía N° 20**

**Pesado de especímenes**



**Fotografía N° 22**

Obtención de un color no más oscuro que el pardo



- **Análisis mecánico de los agregados extraídos de mezclas asfálticas**

**Fotografía N° 23**  
Juego de tamices para realizar en ensayo



**Fotografía N° 24**  
Tamizado de especímenes



**Fotografía N° 25**  
**Pesado de cantidades retenidas**



**Fotografía N° 26**  
**Material retenido en tamiz**



- **Análisis Granulométrico por Tamizado**

**Fotografía N° 27**  
**Parte fina y gruesa del espécimen seleccionado**



**Fotografía N° 28**  
**Vertido de parte fina en el juego de tamices**



**Fotografía N° 29**

**Fotografía N° 30**

**Vertido de la parte gruesa en la tamizadora mecánica**



**Tamizado manual de la parte fina**



- **Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado)**

**Fotografía N° 31**  
**Selección del material pasante del tamiz 3/4"**



**Fotografía N° 33**

**Fotografía N° 34**

**Fotografía N° 32**  
**Cálculo del porcentaje de agua a utilizar**



**Fotografía N° 35**



**Compactación con pisón de 10 lb**



**Espécimen listo para enrazar**



**Selección de muestra para ingreso al horno**



- CBR de la base reciclada**

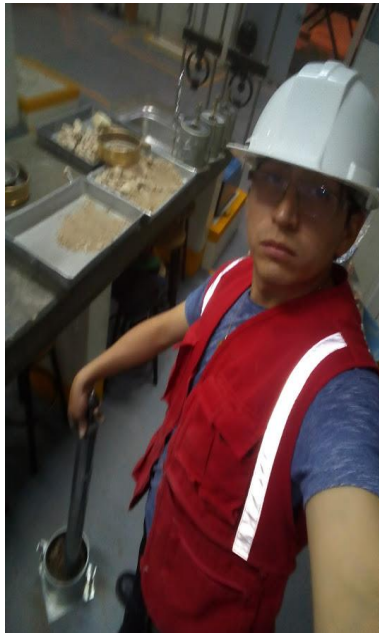
**Fotografía N° 36**

**Materiales para realizar la compactación**



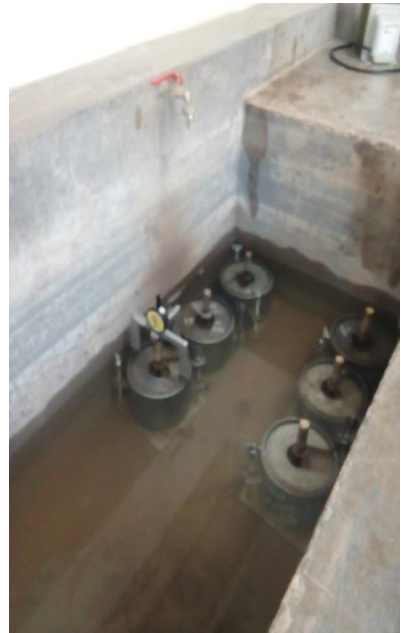
**Fotografía N° 37**

**Compactación de 56 golpes**



**Fotografía N° 38**

**Especímenes compactados sumergidos en agua**



**Fotografía N° 39**

**Fotografía N° 40**

**Prensa CBR**



**Ensayo de penetración CBR**



- **CBR de las combinaciones**

**Fotografía N° 41**

**Pesado de carpeta asfáltica y base reciclada**



**Fotografía N° 44**

**Fotografía N° 42**

**Cálculo de agua para llegar al OCH**



**Fotografía N° 45**

**Fotografía N° 43**

**Combinación entre carpeta asfáltica y base reciclada**



**Fotografía N° 46**

**Pesado de molde mas muestra**



**Aplicación del ligante en bordes**



**Especímenes sacados del molde para ser desechados**



## **ANEXO 2. Estudio de Tráfico realizado por la Municipalidad Distrital de Chilca**



PROYECTO

**AFORO VEHICULAR - ESTACION N° 1**

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA AV. PROCERES TRAMO: CANAL CIMIR - AV. PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO - JUNIN"

UBICACIÓN

CHILCA, HUANCAYO, JUNIN  
Intersección Av. Proceres - Av. Jacinto Ibarra

DIAY FECHA: Jueves, 1 de Setiembre del 2016

HORA	DIA GRA. VEH.	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
			PICKUP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
12:00 - 12:30 am	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	9	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	11	11	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	12	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	12	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	16	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	12	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	34	7	4	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	44	22	5	1	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	68	32	6	1	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	32	25	7	2	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	69	32	11	3	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	113	24	14	2	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	123	45	13	5	29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	127	34	4	7	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	134	44	14	1	30	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	135	54	15	2	23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	133	56	12	3	32	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	123	61	11	1	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	102	45	10	1	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	98	23	8	2	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	76	14	5	3	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	75	34	4	3	32	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	98	54	6	2	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	99	45	7	1	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	105	55	2	1	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	110	55	4	2	33	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	100	47	5	1	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	95	40	6	2	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	86	38	5	1	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	75	35	6	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	74	37	4	2	29	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	86	43	5	1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	95	45	6	2	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	76	37	4	1	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	89	41	5	2	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	97	47	6	1	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	96	51	4	2	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	98	53	5	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	94	49	6	1	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	95	62	6	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	85	67	5	2	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	73	74	4	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	63	34	5	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	51	34	4	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	25	13	5	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	12	5	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>3549</b>	<b>1661</b>	<b>276</b>	<b>67</b>	<b>1063</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	<b>42</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



PROYECTO  
UBICACIÓN  
PUNTO DE AFORO

**AFORO VEHICULAR - ESTACION N° 1**  
"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA AV. PAMERICANA SUR DEL, DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO - JUNIN"

CHILCA, HUANCAYO, JUNIN  
Intersección Av. Proceres - Av. Aberto Ibarra

Venmo. 2 de Setiembre de 2016

DIA Y FECHA:

HORA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	BUS	CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER						
DIREC. VER.	6	4	1	0	0	0	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S/2S2	2 S3	3S/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
12:00 - 12:30 am	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	9	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	11	11	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	12	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	12	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	16	6	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	12	6	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	34	7	4	0	12	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	44	22	5	1	23	0	0	0	1	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	68	32	6	1	22	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	32	25	7	2	25	0	2	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	69	32	11	3	23	0	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	113	24	14	2	32	2	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	123	45	13	5	35	1	0	0	0	7	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	145	34	4	7	30	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	134	44	14	1	30	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	155	54	15	2	23	2	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	133	56	12	3	32	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	123	61	11	1	31	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	102	45	10	1	30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	98	23	8	2	32	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	76	14	5	3	33	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	75	34	4	3	32	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	98	54	6	2	33	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	99	45	7	1	23	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	105	55	2	1	35	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	110	55	4	2	33	1	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	100	47	5	1	31	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	95	40	6	2	30	3	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	86	38	5	1	29	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	75	35	6	1	28	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	74	37	4	2	29	2	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	86	43	5	1	28	0	0	0	3	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	95	45	6	2	26	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	76	37	4	1	27	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	89	41	5	2	31	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	75	47	6	1	29	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	85	51	4	2	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	84	53	5	0	26	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	81	49	6	1	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	79	62	6	0	35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	78	67	5	2	29	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	67	74	4	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	62	34	5	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	60	34	4	0	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	34	13	5	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	12	5	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>3515</b>	<b>1661</b>	<b>276</b>	<b>67</b>	<b>105.8</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>74</b>	<b>54</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



PROYECTO

**AFORO VEHICULAR - ESTACION N° 1**  
**JUNIN\***

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA AV. PROCERES TRAMO: CANAL CIMIR - AV. PANAMERICANA SUR DEL, DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO - JUNIN"

UBICACION		PUNTO DE AFORO		CAMIONETAS		BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
CHILCA - HUANCAYO, JUNIN		Interseccion Av. Proceres - Av. Jaberito Barba		PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S/2S2	2S3	3S/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
HORA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S/2S2	2S3	3S/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
12:00 - 12:30 am	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	8	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	11	11	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	8	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	23	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	14	6	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	15	6	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	34	7	4	0	12	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	44	22	5	1	23	0	0	0	4	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	68	32	6	1	22	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	32	16	7	2	25	0	2	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	69	45	11	3	23	0	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	98	47	14	2	32	2	0	0	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	122	50	13	5	35	1	0	1	8	7	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	133	56	4	7	30	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	145	55	14	1	30	1	1	0	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	133	60	15	2	23	2	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	144	65	12	3	32	1	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	123	61	11	1	31	0	0	0	9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	110	76	10	1	30	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	78	23	8	2	32	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	99	14	5	3	33	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	67	34	4	3	32	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	67	54	6	2	33	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	56	45	7	1	23	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	77	55	2	1	43	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	57	55	4	2	33	1	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	57	47	5	1	31	0	1	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	56	40	6	2	30	3	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	78	38	5	1	29	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	87	35	6	1	28	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	55	37	4	2	29	2	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	45	43	5	1	28	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	35	45	6	2	26	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	65	37	4	1	27	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	45	41	5	2	31	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	64	47	6	1	33	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	45	51	4	2	32	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	66	53	5	0	35	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	65	49	6	1	31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	67	62	6	0	35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	45	67	5	2	29	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	67	74	4	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	87	34	5	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	56	34	4	0	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	45	13	5	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	12	5	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>2.950</b>	<b>1772</b>	<b>276</b>	<b>67</b>	<b>10.619</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>14.8</b>	<b>59</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS	CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER						
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2E/C2	3E/C3	4E/C4	T2S1/2S2	T2S3/2S3	T3S1/3S1	T3S3/3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
12:00 - 12:30 am	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	9	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	11	11	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	12	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	12	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	16	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	12	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	34	7	4	0	12	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	44	22	5	1	18	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	68	32	6	1	22	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	32	25	7	2	25	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	69	32	11	3	23	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	75	24	14	2	28	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	85	45	13	5	30	1	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	97	34	4	7	30	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	98	44	14	1	30	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	105	54	15	2	23	2	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	110	56	12	3	32	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	110	61	11	1	31	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	102	45	10	1	30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	98	23	8	2	31	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	76	14	5	3	31	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	75	34	4	3	31	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	98	54	6	2	32	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	99	45	7	1	23	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	105	55	2	1	31	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	110	55	4	2	32	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	100	47	5	1	31	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	95	40	6	2	30	3	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	86	38	5	1	29	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	75	35	6	1	28	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	74	37	4	2	29	2	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	86	43	5	1	28	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	95	45	6	2	26	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	76	37	4	1	27	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	89	41	5	2	31	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	87	47	6	1	29	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	85	51	4	2	27	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	83	53	5	0	26	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	74	49	6	1	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	70	62	6	0	30	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	65	67	5	2	29	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	64	74	4	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	63	34	5	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	52	34	4	0	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	34	13	5	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	12	5	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>3241</b>	<b>1661</b>	<b>276</b>	<b>67</b>	<b>1032</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>74</b>	<b>44</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### **OBTENCION DE LA CARGA DE EJES EQUIVALENTES ESAL W 18**

ESTACION N°01 - ( dia con mas carga vehicular)

EJE DE DISEÑO						
VEHICULO	TRAFICO/IMDA	DIAS	TIPO DE EJE	CARGA POR EJE	f	ESALo(fxIMDA)
VL	6637	365	S	1	0.0004	2.6548
			S	1	0.0004	2.6548
C2	148	365	S	7	1.27	187.96
			S	11	3.33	492.84
C3	59	365	S	7	1.27	74.93
			T	18	3.46	204.14
C4	2	365	S	7	1.27	2.54
			TR	25	4.16	8.32
T2S2	7	365	S	7	1.27	8.89
			S	11	3.33	23.31
			T	18	3.46	24.22
T3S3	7	365	S	7	1.27	8.89
			T	18	3.46	24.22
			TR	25	4.16	29.12
S3						
2T2						
2T3						
B2						
B3-1						
	6860				∑fxIMDA	1094.6896

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>k,2n</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [ P / 6.6 ] <sup>0.1</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>0.1</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	EE <sub>TA1</sub> = [ P / 13.0 ] <sup>0.1</sup>
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	EE <sub>TA2</sub> = [ P / 13.3 ] <sup>0.1</sup>
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	EE <sub>TR1</sub> = [ P / 16.6 ] <sup>0.0</sup>
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	EE <sub>TR2</sub> = [ P / 17.5 ] <sup>0.0</sup>

P = peso real por eje en toneladas

#### **FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA POR EJES**

$$ESAL = ESAL_0 \cdot 365 \cdot Dd \cdot DI \cdot \left\{ \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right\}$$

Donde:

- ESAL<sub>0</sub> = Repeticiones del eje de carga equivalente actual.
- Dd = Factor de distribución direccional, por lo general se considera 0.5
- DI = Factor de distribución de carril.
- r = tasa de crecimiento anual
- n = Período de diseño

ESAL <sub>0</sub> =	1094.6896	
Dd=	0.5	
DI=	0.8	
r=	4%	0.04
n=	20	
W18=ESALr=	4759271.93	4.76E+06



HORA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2 S2	2S3	3S1/3 S2	>=3 S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
12:00 - 12:30 am	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	9	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	11	11	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	12	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	12	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	16	6	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	12	6	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	34	7	4	0	12	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	44	22	5	1	15	0	0	0	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	68	32	6	1	24	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	32	25	7	2	12	0	2	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	69	32	11	3	12	0	1	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	113	24	2	23	2	0	0	0	2	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	123	45	13	5	24	1	0	0	1	7	0	1	0	0	1	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	145	34	4	7	22	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	134	44	14	1	23	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	155	54	15	2	23	2	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	133	56	12	3	25	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	123	61	11	1	26	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	102	45	10	1	27	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	98	23	8	2	28	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	76	14	5	3	28	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	75	34	4	3	29	0	2	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	98	54	6	2	26	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	99	45	7	1	23	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	105	55	2	1	27	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	110	55	4	2	24	1	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	100	47	5	1	27	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	95	40	6	2	30	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	86	38	5	1	29	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	75	35	6	1	28	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	74	37	4	2	29	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	86	43	5	1	28	0	0	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	95	45	6	2	26	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	76	37	4	2	27	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	89	41	5	2	31	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	75	47	6	1	29	0	0	0	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	85	51	4	2	32	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	84	53	5	0	26	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	81	49	6	1	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	79	62	6	0	35	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	78	67	5	2	29	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	67	74	4	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	62	34	5	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	60	34	4	0	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	34	13	5	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	12	5	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>3515</b>	<b>1661</b>	<b>276</b>	<b>67</b>	<b>948</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>74</b>	<b>34</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



PROYECTO

**AFORO VEHICULAR - ESTACION N° 2**

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA AV. PROCERES TRAMO: CANAL CIMIR - AV. PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO - JUNIN"

UBICACIÓN  
CHILCA, HUANCAYO, JUNIN  
Intersección Av. Proceres - Calle Real

DIAS Y FECHA  
Viernes, 2 de Setiembre del 2016

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	25 T/252	253	3 S1/3S2	>= 3S3	2 T2	2 T3	3 T2	>=3T3
12:00 - 12:30 am	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	5	11	3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	6	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	8	6	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	7	6	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	8	7	4	0	12	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	8	22	5	1	23	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0
5:00 - 5:30 am	7	32	6	1	22	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	8	16	7	2	25	0	2	0	0	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0
6:00 - 6:30 am	12	45	11	3	23	0	1	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	14	47	14	2	32	2	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	13	50	13	5	35	1	0	0	9	0	7	0	0	0	0	1	0	0	0
7:30 - 8:00 am	16	56	4	7	30	0	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	23	55	14	1	30	1	1	0	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8:30 - 9:00 am	21	60	15	2	23	2	0	0	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	21	65	12	3	32	1	Q	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	22	61	11	1	31	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10:00 - 10:30 am	34	76	10	1	30	0	0	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	54	23	8	1	32	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
11:00 - 11:30 am	67	14	5	3	33	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	56	34	4	3	32	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	76	54	6	2	33	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	54	45	7	1	23	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	55	55	2	1	43	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	34	55	4	2	33	1	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	45	47	5	1	31	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	45	40	6	2	30	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	66	38	5	1	29	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	56	35	6	1	28	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	56	37	4	2	29	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	55	43	5	1	28	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	54	45	6	2	26	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	53	37	4	1	27	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	43	41	5	2	31	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	43	47	6	1	33	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	32	51	4	2	32	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	43	53	5	0	35	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	34	49	6	1	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	33	62	6	0	35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	32	67	5	2	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	31	74	4	1	17	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	29	34	5	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	22	34	4	0	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	22	13	5	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	12	5	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>1454</b>	<b>1172</b>	<b>276</b>	<b>67</b>	<b>1089</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>148</b>	<b>41</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

HORA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER		
				PANEL	RURAL Combi	MICRO		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2 S1/2 S2	2 S3	3 S1/3 S2	>= 3 S3	2 T2	2 T3	3 T2
12:00 - 12:30 am	15	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	18	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	32	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	28	11	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	32	6	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	32	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	27	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	22	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	22	7	4	0	0	12	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	29	22	5	1	23	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	16	32	6	1	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	31	16	7	2	25	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	27	45	11	3	23	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	29	47	14	2	32	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	9	50	13	5	35	1	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	7	56	4	7	30	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	5	55	14	1	30	1	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	35	60	15	2	23	2	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	18	65	12	3	32	1	Q	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	31	61	11	1	31	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	25	76	10	1	30	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	27	23	8	2	32	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	21	14	5	3	33	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	21	34	4	3	32	0	2	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	15	54	6	2	33	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	36	45	7	1	23	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	30	55	2	1	43	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	34	55	4	2	33	1	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	11	47	5	1	31	0	1	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	21	40	6	2	30	3	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	26	38	5	1	29	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	19	35	6	1	28	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	17	37	4	2	29	2	1	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	21	43	5	1	28	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	35	45	6	2	26	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	35	37	4	1	27	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	32	41	5	2	31	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	21	47	6	1	33	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	26	51	4	2	32	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	19	53	5	0	35	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	14	49	6	1	31	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	5	62	6	0	35	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	7	67	5	2	29	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	5	74	4	1	17	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	25	34	5	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	30	34	4	0	12	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	20	13	5	0	11	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	15	5	4	0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>1078</b>	<b>1772</b>	<b>276</b>	<b>67</b>	<b>1089</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>84</b>	<b>1</b>	<b>81</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



PROYECTO

**AFORO VEHICULAR - ESTACION N° 2**

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA AV. PROCERES TRAMO: CANAL CIMIR - AV. PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO - JUNIN"

UBICACION

CHILCA, HUANCAYO, JUNIN

PUNTO DE AFORO

Interseccion Av. Proceres - Calle Real

DIAS Y FECHA

Domingo - 4 de Setiembre del 2016

HORA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	CAMIONETAS RURAL Combi	MICRO	BUS	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
12:00 - 12:30 am	10	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	12	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	13	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	24	11	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	25	6	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	26	7	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	22	6	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	17	6	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	34	7	4	0	12	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	44	22	5	1	23	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	68	32	6	1	22	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	32	16	7	2	25	0	2	0	1	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	69	45	11	3	23	0	1	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	98	47	14	2	32	2	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	87	50	13	5	32	1	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	78	56	4	7	28	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	88	55	14	1	27	1	1	1	5	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	89	60	15	2	29	2	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	90	65	12	3	29	1	0	0	5	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	92	61	11	1	27	0	0	0	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	90	76	10	1	26	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	98	23	8	2	29	0	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	80	14	5	3	29	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	75	34	4	3	29	0	2	0	4	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	98	54	6	2	28	0	0	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	99	45	7	1	23	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	99	55	2	1	28	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	92	55	4	2	33	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	95	47	5	1	31	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	95	40	6	2	30	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	86	38	5	1	29	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	75	35	6	1	28	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	74	37	4	2	29	2	1	0	3	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	86	43	5	1	28	0	0	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	95	45	6	2	26	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	76	37	4	1	27	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	65	41	5	2	31	0	0	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	64	47	6	1	33	0	0	0	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	54	51	4	2	32	0	0	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	43	53	5	0	35	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	32	49	6	1	31	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	31	62	6	0	35	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	30	67	5	2	29	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	36	74	4	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	35	34	5	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	31	34	4	0	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	30	13	5	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	12	5	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>2 894</b>	<b>1772</b>	<b>276</b>	<b>67</b>	<b>1046</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>135</b>	<b>74</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### OBTENCION DE LA CARGA DE EJES EQUIVALENTES ESAL W 18

ESTACION N°02 - ( dia con mas carga vehicular)

EJE DE DISEÑO						
VEHICULO	TRAFICO/IMDA	DIAS	TIPO DE EJE	CARGA POR EJE	f	ESALo(fxIMDA)
VL	6488	365	S	1	0.0004	2.5952
			S	1	0.0004	2.5952
C2	148	365	S	7	1.27	187.96
			S	11	3.33	492.84
C3	81	365	S	7	1.27	102.87
			T	18	3.46	280.26
C4	3	365	S	7	1.27	3.81
			TR	25	4.16	12.48
T2S2	9	365	S	7	1.27	11.43
			S	11	3.33	29.97
			T	18	3.46	31.14
T3S3	10	365	S	7	1.27	12.7
			T	18	3.46	34.6
			TR	25	4.16	41.6
S3						
2T2						
2T3						
B2						
B3-1						
	6739				∑fxIMDA	1246.8504

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>s,2n</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [ P / 6.6 ] <sup>0.1</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>0.1</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	EE <sub>TA1</sub> = [ P / 13.0 ] <sup>0.1</sup>
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	EE <sub>TA2</sub> = [ P / 13.3 ] <sup>0.1</sup>
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	EE <sub>TR1</sub> = [ P / 16.6 ] <sup>0.0</sup>
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	EE <sub>TR2</sub> = [ P / 17.5 ] <sup>0.0</sup>

P = peso real por eje en toneladas

#### FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA POR EJES

$$ESAL = ESAL_0 \cdot 365 \cdot D_d \cdot D_l \cdot \left\{ \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right\}$$

Donde:

- ESAL<sub>0</sub> = Repeticiones del eje de carga equivalente actual.
- D<sub>d</sub> = Factor de distribución direccional, por lo general se considera 0.5
- D<sub>l</sub> = Factor de distribución de carril.
- r = tasa de crecimiento anual
- n = Período de diseño

ESAL <sub>0</sub> =	1246.8504	
D <sub>d</sub> =	0.5	
D <sub>l</sub> =	0.8	
r=	4%	0.04
n=	20	
W18=ESAL <sub>r</sub> =	5420806.14	5.42E+06



PROYECTO  
UBICACIÓN  
PUNTO DE AFORO

**AFORO VEHICULAR - ESTACION N° 3**

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA AV. PROCERES TRAMO: CANAL CIMIR - AV. PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO - JUNIN"

CHILCA, HUANCAYO, JUNIN  
Intersección Av. Proceres - Av. Huancavelica

DIA Y FECHA  
Jueves, 1 de Setiembre del 2016

HORA DIAGRA. VEH.	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	25 S1/2S2	2S3	3 S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
12:00 - 12:30 am	34	15	7	0	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	54	18	8	5	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	23	32	4	5	4	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	17	28	8	2	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	24	32	4	2	8	6	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	16	32	9	1	8	5	5	5	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	56	27	4	2	5	6	0	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	50	22	3	2	7	3	1	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	26	22	5	1	8	10	0	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	56	29	6	3	9	6	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	23	16	10	5	7	6	2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	77	31	7	2	8	6	2	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	13	27	8	1	7	10	0	0	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	26	29	8	5	2	11	0	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	45	9	5	4	5	5	1	0	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	59	7	10	1	44	11	2	1	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	54	5	10	2	45	10	1	1	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	58	35	2	1	46	8	0	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	11	18	10	4	63	10	2	3	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	12	31	8	1	22	3	3	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	70	25	9	0	72	1	1	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	82	27	9	1	55	11	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	63	21	3	4	54	1	1	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	41	21	6	5	25	6	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	48	15	10	1	71	0	2	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	57	36	9	5	91	2	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	65	30	9	6	88	3	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	45	34	3	2	47	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	37	11	10	5	33	0	3	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	79	21	9	2	80	3	3	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	40	26	2	4	50	1	0	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	51	19	3	3	86	11	2	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	76	17	7	0	33	10	3	5	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	39	21	3	5	44	5	1	6	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	65	35	7	1	95	3	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	57	35	10	5	11	10	1	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	29	32	4	2	15	2	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	38	21	9	1	8	7	3	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	41	26	3	0	11	9	0	9	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	57	19	6	5	76	0	0	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	41	14	7	2	75	3	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	13	5	3	2	57	4	4	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	24	7	10	4	39	0	4	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	29	5	10	1	64	8	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	49	25	3	4	2	5	1	0	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	39	30	4	3	9	2	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	84	20	9	1	69	2	1	9	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	31	15	5	5	36	9	2	9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>2 224</b>	<b>4078</b>	<b>3 18</b>	<b>128</b>	<b>1713</b>	<b>249</b>	<b>64</b>	<b>121</b>	<b>118</b>	<b>62</b>	<b>42</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

HORA	AUTO	STATION WAGON	PICKUP	PANEL	CAMIONETAS	MICRO	BUS	CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER						
							2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2 S1/2 S2	2 S3	3 S1/2 S2	>= 3 S3	2 T2	2 T3	3 T2	>=3 T3	
12:00 - 12:30 am	57	15	7	5	6	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	81	18	8	5	7	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	47	32	4	5	4	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	17	28	8	2	6	6	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	24	32	4	2	8	6	2	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	16	32	9	1	8	5	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	56	27	4	2	5	6	4	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	50	22	3	2	7	3	5	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	66	22	5	1	8	10	3	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	81	29	6	3	9	6	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	23	16	10	5	7	6	1	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	77	31	7	2	8	6	0	4	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	13	27	8	1	7	10	0	4	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	26	29	8	5	88	11	0	8	5	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	45	9	5	4	5	5	4	2	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	59	7	10	1	44	11	2	1	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	54	5	10	2	45	10	4	1	5	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	58	35	2	1	46	8	0	3	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	11	18	10	4	63	10	2	3	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	12	31	8	1	22	3	3	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	70	25	9	0	72	1	0	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	82	27	9	1	55	11	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	63	21	3	4	54	1	1	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	41	21	6	5	25	6	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	48	15	10	1	71	0	2	3	3	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	81	36	9	5	91	2	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	65	30	9	6	88	3	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	85	34	3	2	47	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	79	11	10	5	33	0	3	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	40	26	2	4	80	3	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	37	21	9	2	50	1	3	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	51	19	3	3	86	11	2	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	76	17	7	0	33	10	3	5	3	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	39	21	3	5	44	5	1	0	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	65	35	7	1	95	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	57	35	10	5	11	10	0	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	29	32	4	2	15	2	2	3	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	38	21	9	1	8	7	0	5	2	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	41	26	3	0	11	9	0	3	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	57	19	6	5	76	0	0	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	41	14	7	2	75	3	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	13	5	3	2	57	4	4	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	24	7	10	4	39	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	29	5	10	1	64	8	2	5	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	49	25	3	4	2	5	0	0	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	39	30	4	3	9	2	0	5	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	84	20	9	1	69	2	0	4	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	31	15	5	5	36	9	2	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>2327</b>	<b>1078</b>	<b>318</b>	<b>128</b>	<b>1799</b>	<b>249</b>	<b>66</b>	<b>117</b>	<b>118</b>	<b>62</b>	<b>42</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



PROYECTO

**AFORO VEHICULAR - ESTACION N° 3**

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA AV. PROCERES TRAMO: CANAL CIMIR - AV. PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO - JUNIN"

UBICACION

CHILCA, HUANCAYO, JUNIN

Interseccion Av. Proceres - Av. Panamericana

DIAS Y FECHA

sabado, 3 de Setiembre de 2016

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	25/252	253	35/352	>= 3 S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
12:00 - 12:30 am	45	15	7	0	6	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	45	18	8	5	7	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	67	32	4	5	4	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	17	28	8	2	6	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	24	32	4	2	8	6	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	16	32	9	1	8	5	1	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	56	27	4	2	5	6	0	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	50	22	3	2	7	3	2	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	66	22	5	1	8	10	3	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	81	29	6	3	9	6	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	23	16	10	5	7	6	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	77	31	7	2	8	6	2	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	13	27	8	1	7	10	0	5	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	26	29	8	5	88	11	0	8	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	45	9	5	4	5	5	0	5	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	59	7	10	1	44	11	2	4	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	54	5	10	2	45	10	2	4	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	58	35	2	1	46	8	0	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	11	18	10	4	63	10	2	3	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	12	31	8	1	22	3	1	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	70	25	9	0	72	1	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	82	27	9	1	55	11	2	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	63	21	3	4	54	1	1	2	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	41	21	6	5	25	6	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	48	15	10	1	71	0	2	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	81	36	9	5	91	2	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	65	30	9	6	88	3	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	85	34	3	2	47	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	37	11	10	5	33	0	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	79	21	9	2	80	3	5	2	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	40	26	2	4	50	1	5	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	51	19	3	3	86	11	2	4	2	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	76	17	7	0	33	10	3	2	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	39	21	3	5	44	5	1	0	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	65	35	7	1	95	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	57	35	10	5	11	10	1	4	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	29	32	4	2	15	2	2	5	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	38	21	9	1	8	7	3	1	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	41	26	3	0	11	9	0	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	57	19	6	5	76	0	0	1	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	41	14	7	2	75	3	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	13	5	3	2	57	4	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	24	7	10	4	39	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	29	5	10	1	64	8	0	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	p	25	3	4	2	5	1	1	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	39	30	4	3	9	2	0	5	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	84	20	9	1	69	2	0	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	31	15	5	5	36	9	2	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>2250</b>	<b>1078</b>	<b>318</b>	<b>128</b>	<b>1799</b>	<b>249</b>	<b>69</b>	<b>123</b>	<b>118</b>	<b>69</b>	<b>45</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>





PROYECTO

**AFORO VEHICULAR - ESTACION N° 3**

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA AV. PROCERES TRAMO: CANAL CIMIR - AV. PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO - JUNIN"

UBICACION

CHILCA, HUANCAYO, JUNIN

Interseccion Av. Proceres - Av. Panamericana

PUNTO DE AFORO

DI.A Y FECHA

Domingo - 4 de Setiembre de 2016

HORA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	CAMIONETAS	MICRO	BUS	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2 S1/2 S2	SEMI TRAYLER	3 S1/3 S2	>= 3 S3	2 T2	2 T3	3 T2	>=3 T3
12:00 - 12:30 am	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	9	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	11	11	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	12	6	1	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	12	7	1	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	16	6	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	12	6	3	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	34	7	4	0	0	12	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	44	22	5	1	18	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	68	32	6	1	22	0	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	32	25	7	2	25	0	2	0	2	4	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	69	32	11	3	23	0	1	0	5	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	113	24	14	2	28	2	0	0	5	2	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	123	45	13	5	30	1	0	0	5	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	145	34	4	7	30	0	0	0	5	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	134	44	14	1	30	1	1	0	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	155	54	15	2	23	2	0	0	3	2	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	133	56	12	3	32	1	0	0	4	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	123	61	11	1	31	0	0	0	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	102	45	10	1	30	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	98	23	8	2	31	0	0	0	2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	76	14	5	3	31	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	75	34	4	3	31	0	2	0	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	98	54	6	2	32	0	0	0	3	3	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	99	45	7	1	23	0	0	0	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	105	55	2	1	31	0	0	0	2	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	110	55	4	2	32	1	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	100	47	5	1	31	0	1	0	1	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	95	40	6	2	30	3	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	86	38	5	1	29	0	0	0	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	75	35	6	1	28	0	0	0	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	74	37	4	2	29	2	1	0	3	4	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	86	43	5	1	28	0	0	0	3	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	95	45	6	2	26	0	0	0	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	76	37	4	1	27	0	0	0	3	2	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	89	41	5	2	31	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	75	47	6	1	29	0	0	0	2	2	2	3	1	0	0	1	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	85	51	4	2	27	0	0	0	2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	84	53	5	0	26	0	0	0	3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	81	49	6	1	29	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	79	62	6	0	30	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	78	67	5	2	29	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	67	74	4	1	17	0	0	0	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	62	34	5	1	12	0	0	0	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	60	34	4	0	12	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	34	13	5	0	11	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	12	5	4	0	5	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL:</b>	<b>3515</b>	<b>1661</b>	<b>276</b>	<b>67</b>	<b>1032</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>118</b>	<b>100</b>	<b>63</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**OBTENCION DE LA CARGA DE EJES EQUIVALENTES ESAL W 18**

ESTACION N°03 - ( dia con mas carga vehicular)

EJE DE DISEÑO						
VEHICULO	TRAFICO/IMDA	DIAS	TIPO DE EJE	CARGA POR EJE	f	ESALo(fxIMDA)
VL	6572	365	S	1	0.0004	2.6288
			S	1	0.0004	2.6288
C2	118	365	S	7	1.27	149.86
			S	11	3.33	392.94
C3	100	365	S	7	1.27	127
			T	18	3.46	346
C4	63	365	S	7	1.27	80.01
			TR	25	4.16	262.08
T2S2	11	365	S	7	1.27	13.97
			S	11	3.33	36.63
			T	18	3.46	38.06
T3S3	16	365	S	7	1.27	20.32
			T	18	3.46	55.36
			TR	25	4.16	66.56
S3						
2T2						
2T3						
B2						
B3-1						
	6880				∑fxIMDA	1594.0476

**FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA POR EJES**

$$ESAL = ESALo \cdot 365 \cdot Dd \cdot DI \cdot \left\{ \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right\}$$

Donde:

- ESALo = Repeticiones del eje de carga equivalente actual.
- Dd = Factor de distribución direccional, por lo general se considera 0.5
- DI = Factor de distribución de carril.
- r = tasa de crecimiento anual
- n = Periodo de diseño

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>2.2 m</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [ P / 6.6 ] <sup>4.1</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>4.1</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	EE <sub>TA1</sub> = [ P / 13.0 ] <sup>4.1</sup>
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	EE <sub>TA2</sub> = [ P / 13.3 ] <sup>4.1</sup>
Ejes Tandem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	EE <sub>TR1</sub> = [ P / 16.6 ] <sup>4.0</sup>
Ejes Tandem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	EE <sub>TR2</sub> = [ P / 17.5 ] <sup>4.0</sup>

P = peso real por eje en toneladas

ESALo=	1594.0476	
Dd=	0.5	
DI=	0.8	
r=	4%	0.04
n=		
W18=ESALr=	6930280.5	6.930E+06

**OBTENCION DE LA CARGA DE EJES EQUIVALENTES ESAL W 18**

W18 CON PROYECCION DEL IMDA AL AÑO 2019

EJE DE DISEÑO									
VEHICULO	IMDA 2016	n	r	IMDA 2019	DIAS	TIPO DE EJE	CARGA POR EJE	f	ESALo(fxIMDA)
VL	6572.00	3	4%	7108.28	365	S	1	0.0004	2.84
						S	1	0.0004	2.84
C2	118.00	3	4%	127.63	365	S	7	1.2700	162.09
						S	11	3.3300	425.00
C3	100.00	3	4%	108.16	365	S	7	1.2700	137.36
						T	18	3.4600	374.23
C4	63.00	3	4%	68.14	365	S	7	1.2700	86.54
						TR	25	4.1600	283.47
T2S2	11.00	3	4%	11.90	365	S	7	1.2700	15.11
						S	11	3.3300	39.62
						T	18	3.4600	41.17
T3S3	16.00	3	4%	17.31	365	S	7	1.2700	21.98
						T	18	3.4600	55.36
						TR	25	4.1600	71.99
S3									
2T2									
2T3									
B2									
B3-1									
	6880			7441.41				∑fxIMDA	1719.60

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

n= (2016 al 2019)=	3
r=	4%
$(1 + r)^{n-1}$	1.0816

ESALo=	1719.604508
Dd=	0.5
DI=	0.8
r=	4%
n=	20
W18=	7.476E+06



PROYECTO

AFORO VEHICULAR - ESTACION N° 4

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA AV. PROCERES TRAMO: CANAL CIMIR - AV. PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO - JUNIN"

UBICACIÓN  
PUNTO DE AFORO

CHILCA, HUANCAYO, JUNIN  
Intersección Av. Proceres - Av. Panamericana sur

DÍA Y FECHA

Jueves, 1 de Septiembre del 2016

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER			
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
12:00 - 12:30 am	34	15	7	0	6	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	54	18	8	5	7	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	23	32	4	5	4	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	17	28	8	2	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	24	32	4	2	8	6	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	16	32	9	1	8	5	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	56	27	4	2	5	6	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	50	22	3	2	7	3	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	26	22	5	1	8	10	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	56	29	6	3	9	6	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	23	16	10	5	7	6	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	77	31	7	2	8	6	0	2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	13	27	8	1	7	10	0	1	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	26	29	8	5	2	11	0	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	45	9	5	4	5	5	2	0	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	59	7	10	1	44	11	2	1	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	54	5	10	2	45	10	0	1	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	58	35	2	1	46	8	0	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	11	18	10	4	63	10	0	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	12	31	8	1	22	3	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	70	25	9	0	72	1	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	82	27	9	1	55	11	5	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	63	21	3	4	54	1	1	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	41	21	6	5	25	6	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	48	15	10	1	71	0	0	2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	57	36	9	5	91	2	1	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	65	30	9	6	88	3	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	45	34	3	2	47	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	37	11	10	5	33	0	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	79	21	9	2	80	3	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	40	26	2	4	50	1	5	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	51	19	3	3	86	11	2	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	76	17	7	0	33	10	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	39	21	3	5	44	5	1	0	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	65	35	7	1	95	3	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	57	35	10	5	11	10	4	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	29	32	4	2	15	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	38	21	9	1	8	7	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	41	26	3	0	11	9	0	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	57	19	6	5	76	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	41	14	7	2	75	3	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	13	5	3	2	57	4	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	24	7	10	4	39	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	29	5	10	1	64	8	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	49	25	3	4	2	5	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	39	30	4	3	9	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	84	20	9	1	69	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	31	15	5	5	36	9	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>2 124</b>	<b>1078</b>	<b>3 18</b>	<b>128</b>	<b>1713</b>	<b>249</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>118</b>	<b>45</b>	<b>25</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>





**AFORO VEHICULAR - ESTACION N° 4**

PROYECTO "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DE LA AV. PROCERES TRAMO: CANAL CIMIR - AV. PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO DE CHILCA - HUANCAYO - JUNIN"

UBICACION CHILCA, HUANCAYO, JUNIN  
PUNTO DE AFORO Intersección Av. Proceres - Av. Panamericana Sur

DIAS Y FECHA subseco. 3 de Setiembre del 2016

HORA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	BUS	CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER					
DIAGRA. VEH.							2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2 S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
12:00 - 12:30 am	6	15	7	0	5	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	8	18	8	5	7	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	9	32	4	5	4	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	11	28	8	2	6	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	12	32	4	2	8	6	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	12	32	9	1	8	5	0	0	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	16	27	4	2	5	6	0	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	12	22	3	2	7	3	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	34	22	5	1	8	10	0	3	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	44	29	6	3	9	6	0	2	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	68	16	10	5	7	6	1	3	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	32	31	7	2	8	6	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	69	27	8	1	7	10	0	1	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	113	29	8	5	88	11	0	0	2	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	123	9	5	4	5	5	2	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	145	7	10	1	44	11	2	1	3	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	134	5	10	2	45	10	0	1	2	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	155	35	2	1	46	8	0	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	133	18	10	4	63	10	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	123	31	8	1	22	3	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	102	25	9	0	72	1	0	1	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	98	27	9	1	55	11	5	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	76	21	3	4	54	1	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	75	21	6	5	25	6	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	98	15	10	1	71	0	0	2	2	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	99	36	9	5	91	2	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	105	30	9	6	88	3	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	110	34	3	2	47	1	1	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	100	11	10	5	33	0	3	3	3	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	95	21	9	2	80	3	1	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	86	26	2	4	50	1	0	0	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	75	19	3	3	86	11	2	0	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	74	17	7	0	33	10	0	0	2	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	86	21	3	5	44	5	1	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	95	35	7	1	95	3	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	76	35	10	5	11	10	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	89	32	4	2	15	2	2	2	1	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	75	21	9	1	8	7	0	0	1	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	85	26	3	0	11	9	0	0	2	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	84	19	6	5	76	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	81	14	7	2	75	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	79	5	3	2	57	4	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	78	7	10	4	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	67	5	10	1	64	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	62	25	3	4	2	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	60	30	4	3	9	2	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	34	20	9	1	59	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	12	15	5	5	36	9	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>3515</b>	<b>1078</b>	<b>318</b>	<b>128</b>	<b>1799</b>	<b>249</b>	<b>25</b>	<b>44</b>	<b>121</b>	<b>47</b>	<b>45</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER		
			PICKUP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2 S1/2 S2	2 S3	3 S1/3 S2	>=3 S3	2 T2	2 T3	3 T2
12:00 - 12:30 am	10	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 am	12	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 am	13	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 am	24	11	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 am	25	6	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 am	26	7	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 am	22	6	2	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 am	17	6	3	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 am	34	7	4	0	12	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 am	44	22	5	1	23	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 am	68	32	6	1	22	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 am	32	16	7	2	25	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 am	69	45	11	3	23	0	1	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 am	98	47	14	2	32	2	0	0	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 am	87	50	13	5	32	1	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 am	78	56	4	7	28	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 am	88	55	14	1	27	1	1	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 am	89	60	15	2	29	2	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 am	90	65	12	3	29	1	Q	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 am	92	61	11	1	27	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 am	90	76	10	1	26	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 am	98	23	8	2	29	0	0	0	8	1	2	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 am	80	14	5	3	29	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 pm	75	34	4	3	29	0	2	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:30 pm	98	54	6	2	28	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 1:00 pm	99	45	7	1	23	0	0	0	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0
1:00 - 1:30 pm	99	55	2	1	28	0	0	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0	0
1:30 - 2:00 pm	92	55	4	2	33	1	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0
2:00 - 2:30 pm	95	47	5	1	31	0	1	0	1	3	3	1	0	0	0	0	0	0
2:30 - 3:00 pm	95	40	6	2	30	3	0	0	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0
3:00 - 3:30 pm	86	38	5	1	29	0	0	0	2	1	3	1	0	0	0	0	0	0
3:30 - 4:00 pm	75	35	6	1	28	0	0	0	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0
4:00 - 4:30 pm	74	37	4	2	29	2	1	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0
4:30 - 5:00 pm	86	43	5	1	28	0	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0
5:00 - 5:30 pm	95	45	6	2	26	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0
5:30 - 6:00 pm	76	37	4	1	27	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0
6:00 - 6:30 pm	65	41	5	2	31	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
6:30 - 7:00 pm	64	47	6	1	33	0	0	0	2	1	3	1	0	0	0	0	0	0
7:00 - 7:30 pm	54	51	4	2	32	0	0	0	2	1	3	1	0	0	0	0	0	0
7:30 - 8:00 pm	43	53	5	0	35	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
8:00 - 8:30 pm	32	49	6	1	31	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8:30 - 9:00 pm	31	62	6	0	35	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:00 - 9:30 pm	30	67	5	2	29	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9:30 - 10:00 pm	36	74	4	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:00 - 10:30 pm	35	34	5	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 11:00 pm	31	34	4	0	12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:30 pm	30	13	5	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11:30 - 12:00 am	12	5	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PARCIAL:</b>	<b>2894</b>	<b>1772</b>	<b>276</b>	<b>67</b>	<b>1046</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>94</b>	<b>65</b>	<b>46</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**OBTENCION DE LA CARGA DE EJES EQUIVALENTES ESAL W 18**

ESTACION N°04 - ( dia con mas carga vehicular)

EJE DE DISEÑO						
VEHICULO	TRAFICO/IMDA	DIAS	TIPO DE EJE	CARGA POR EJE	f	ESALo(fxIMDA)
VL	7518	365	S	1	0.0004	3.0072
			S	1	0.0004	3.0072
C2	121	365	S	7	1.27	153.67
			S	11	3.33	402.93
C3	65	365	S	7	1.27	82.55
			T	18	3.46	224.9
C4	46	365	S	7	1.27	58.42
			TR	25	4.16	191.36
T2S2	13	365	S	7	1.27	16.51
			S	11	3.33	43.29
			T	18	3.46	44.98
T3S3	13	365	S	7	1.27	16.51
			T	18	3.46	44.98
			TR	25	4.16	54.08
S3						
2T2						
2T3						
B2						
B3-1						
	7776				∑fxIMDA	1340.1944

**FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA POR EJES**

$$ESAL = ESALo \cdot 365 \cdot Dd \cdot DI \cdot \left\{ \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right\}$$

Donde:

- ESALo = Repeticiones del eje de carga equivalente actual.
- Dd = Factor de distribución direccional, por lo general se considera 0.5
- DI = Factor de distribución de carril.
- r = tasa de crecimiento anual
- n = Período de diseño

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>2W</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [ P / 6.6 ] <sup>1.1</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>1.1</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>T1</sub> )	EE <sub>T1</sub> = [ P / 13.0 ] <sup>1.1</sup>
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>T2</sub> )	EE <sub>T2</sub> = [ P / 13.3 ] <sup>1.1</sup>
Ejes Tridem ( 2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>T11</sub> )	EE <sub>T11</sub> = [ P / 16.6 ] <sup>1.0</sup>
Ejes Tridem ( 3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>T12</sub> )	EE <sub>T12</sub> = [ P / 17.5 ] <sup>1.0</sup>

P = peso real por eje en toneladas

ESALo=	1340.1944	
Dd=	0.5	
DI=	0.8	
r=	4%	0.04
n=	20	
W18=ESALr=	5826628.47	5.83E+06



### ANEXO 3. Certificados de Laboratorio



**PROYECTO:** "CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE UNA SUBBASE GRANULAR ÓPTIMA EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO"

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS  
ASTM D 2172**

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar en forma cuantitativa el bitumen de mezclas en caliente de pavimentos y de muestras de pavimentos.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE LA CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA  
**N° MUESTRA :** 1 **FECHA:** sep-17  
**CANTERA :** - **HECHO POR:** L.A.A.S.  
**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°	1	2	3
PESO SECO (g) =	1509.8	1410.7	1332.0
PESO DEL FILTRO LIMPIO (g) =	18.4	19.5	20.1
<b>LECTURAS DESPUES DEL CENTRIFUGADO</b>			
PESO SECO DESPUES DEL HORNO (g) =	1419.5	1323.3	1247.9
PESO DEL FILTRO CON PARTICULAS (g) =	21.6	22.4	22.9
PESO SECO TOTAL (g) =	1441.1	1345.7	1270.8
PESO DE ASFALTO (g) =	68.7	65.0	61.2
% DE ASFALTO (%) =	4.77	4.83	4.82
% DE ASFALTO PROMEDIO =	<b>4.80</b>		

**OBSERVACIONES:**.....  
 .....  
 .....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS  
ASTM D 2172**

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar en forma cuantitativa el bitumen de mezclas en caliente de pavimentos y de muestras de pavimentos.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE LA CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA

**N° MUESTRA :** 3

**FECHA:** sep-17

**CANTERA :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°	1	2	3
PESO SECO (g) =	1403.2	1315.1	1344.2
PESO DEL FILTRO LIMPIO (g) =	20.1	21.5	22.3
LECTURAS DESPUES DEL CENTRIFUGADO			
PESO SECO DESPUES DEL HORNO (g) =	1314.6	1233.4	1256.5
PESO DEL FILTRO CON PARTICULAS (g) =	23.0	24.3	25.4
PESO SECO TOTAL (g) =	1337.6	1257.7	1281.9
PESO DE ASFALTO (g) =	65.6	57.4	62.3
% DE ASFALTO (%) =	4.90	4.56	4.86
% DE ASFALTO PROMEDIO =	<b>4.78</b>		

**OBSERVACIONES :** .....

.....

.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS  
ASTM D 2172**

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar en forma cuantitativa el bitumen de mezclas en caliente de pavimentos y de muestras de pavimentos.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE LA CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA  
**N° MUESTRA :** 5 **FECHA:** sep-17  
**CANtera :** **HECHO POR:** L.A.A.S.  
**PROGRESIVA:**

ENSAYO N°	1	2	3
PESO SECO (g) =	1458.4	1429.6	1418.1
PESO DEL FILTRO LIMPIO (g) =	20.7	21.3	21.8
<b>LECTURAS DESPUES DEL CENTRIFUGADO</b>			
PESO SECO DESPUES DEL HORNO (g) =	1363.1	1335.3	1328.2
PESO DEL FILTRO CON PARTICULAS (g) =	23.6	24.1	24.9
PESO SECO TOTAL (g) =	1386.7	1359.4	1353.1
PESO DE ASFALTO (g) =	71.7	70.2	65.0
% DE ASFALTO (%) =	5.17	5.16	4.80
<b>% DE ASFALTO PROMEDIO =</b>	<b>5.05</b>		

**OBSERVACIONES:**.....  
 .....  
 .....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS  
ASTM D 2172**

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar en forma cuantitativa el bitumen de mezclas en caliente de pavimentos y de muestras de pavimentos.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE LA CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA  
**N° MUESTRA :** 7 **FECHA:** sep-17  
**CANERA :** - **HECHO POR:** L.A.A.S.  
**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°	1	2	3
PESO SECO (g) =	1485.2	1476.4	1498.2
PESO DEL FILTRO LIMPIO (g) =	19.5	20.6	21.2
<b>LECTURAS DESPUES DEL CENTRIFUGADO</b>			
PESO SECO DESPUES DEL HORNO (g) =	1390.2	1383.8	1407.4
PESO DEL FILTRO CON PARTICULAS (g) =	22.4	23.4	24.4
PESO SECO TOTAL (g) =	1412.6	1407.2	1431.8
PESO DE ASFALTO (g) =	72.6	69.2	66.4
% DE ASFALTO (%) =	5.14	4.92	4.64
<b>% DE ASFALTO PROMEDIO =</b>	<b>4.90</b>		

**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS  
ASTM D 2172**

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar en forma cuantitativa el bitumen de mezclas en caliente de pavimentos y de muestras de pavimentos.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE LA CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA  
**N° MUESTRA :** 9 **FECHA:** sep-17  
**CANtera :** - **HECHO POR:** L.A.A.S.  
**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°	1	2	3
PESO SECO (g) =	1492.3	1478.5	1496.2
PESO DEL FILTRO LIMPIO (g) =	20.5	21.6	22.0
<b>LECTURAS DESPUES DEL CENTRIFUGADO</b>			
PESO SECO DESPUES DEL HORNO (g) =	1400.6	1383.8	1404.2
PESO DEL FILTRO CON PARTICULAS (g) =	23.3	24.5	24.9
PESO SECO TOTAL (g) =	1423.9	1408.3	1429.1
PESO DE ASFALTO (g) =	68.4	70.2	67.1
% DE ASFALTO (%) =	4.80	4.98	4.70
<b>% DE ASFALTO PROMEDIO =</b>	<b>4.83</b>		

**OBSERVACIONES:**.....  
 .....  
 .....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS MECÁNICO DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS  
NORMAS TÉCNICAS: AASHTO T 30**
**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar la granulometría de los agregados gruesos y finos recuperados de las mezclas asfálticas, empleando tamices con malla de abertura cuadrada.

**DATOS DE LA MUESTRA**

CONCEPTO : ANALISIS DE CARPETA ASFALTICA

N° MUESTRA : 1

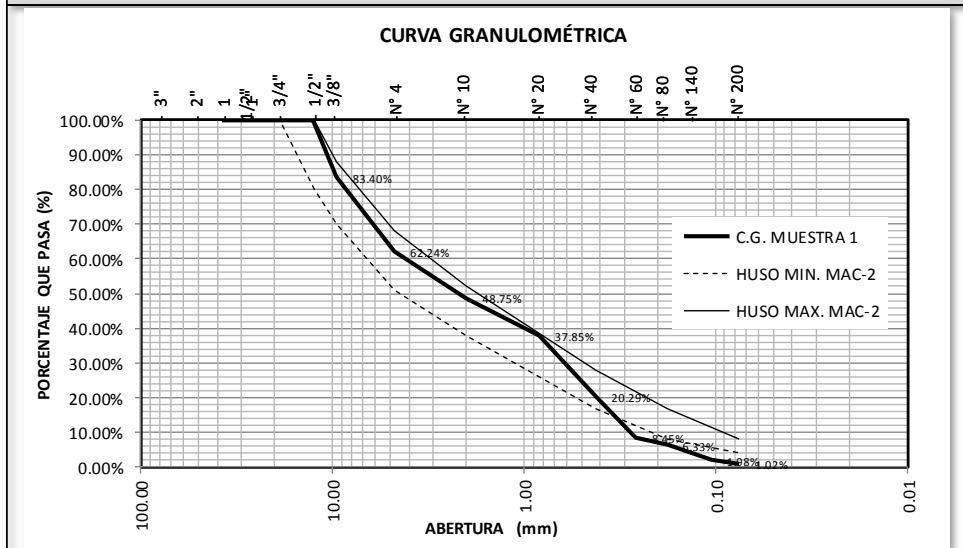
FECHA: oct-17

CANTERA : -

HECHO POR: L.A.A.S.

PROGRESIVA: -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	%RETENIDO PARCIAL	%RET. ACUM.	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
1 1/2"	38.1000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	<b>Pesos de Muestra</b> Material Grueso (gr.): 536.0 Material Fino (gr.): 883.5 Total Material (gr.): 1419.5
1"	25.4000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
3/4"	19.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
1/2"	12.7000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
3/8"	9.5000	235.6	16.60%	16.60%	83.40%	
N° 4	4.7600	300.4	21.16%	37.76%	62.24%	
N° 10	2.0000	191.5	13.49%	51.25%	48.75%	
N° 20	0.8400	154.7	10.90%	62.15%	37.85%	
N° 40	0.4250	249.3	17.56%	79.71%	20.29%	
N° 60	0.2600	168.1	11.84%	91.55%	8.45%	
N° 80	0.1800	30.0	2.12%	93.67%	6.33%	
N° 140	0.1060	61.7	4.35%	98.02%	1.98%	
N° 200	0.0750	13.7	0.97%	98.98%	1.02%	
FONDO	0.0000	14.5	1.02%	100.00%	0.00%	

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**


OBSERVACIONES: .....

.....

.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**ANÁLISIS MECÁNICO DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS**  
NORMAS TÉCNICAS: AASHTO T 30

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar la granulometría de los agregados gruesos y finos recuperados de las mezclas asfálticas, empleando tamices con malla de abertura cuadrada.

**DATOS DE LA MUESTRA**

CONCEPTO : ANALISIS DE CARPETA ASFALTICA

N° MUESTRA : 3

FECHA: oct-17

CANTERA : -

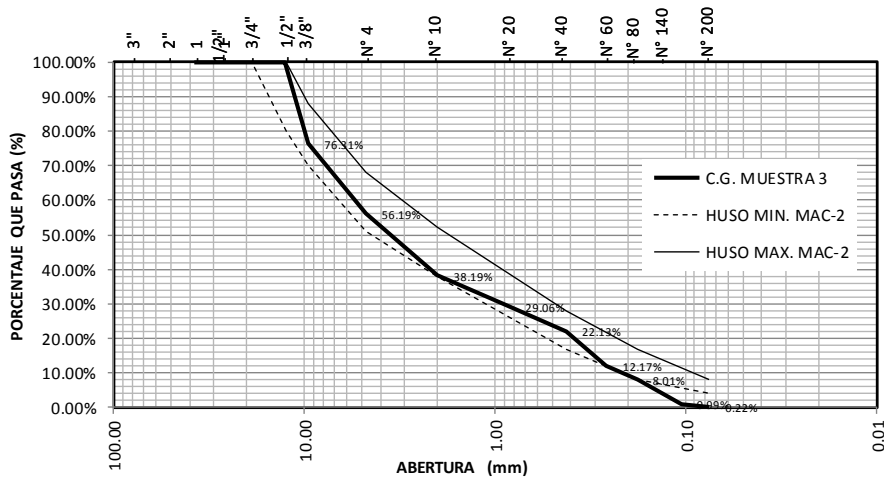
HECHO POR: L.A.A.S.

PROGRESIVA: -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
1 1/2"	38.1000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	<b>Pesos de Muestra</b> Material Grueso (gr.): 830.6 Material Fino (gr.): 513.3 Total Material (gr.): 1343.9
1"	25.4000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
3/4"	19.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
1/2"	12.7000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
3/8"	9.5000	318.4	23.69%	23.69%	76.31%	
N° 4	4.7600	270.3	20.11%	43.81%	56.19%	
N° 10	2.0000	241.9	18.00%	61.81%	38.19%	
N° 20	0.8400	122.7	9.13%	70.94%	29.06%	
N° 40	0.4250	93.2	6.94%	77.87%	22.13%	
N° 60	0.2600	133.8	9.96%	87.83%	12.17%	
N° 80	0.1800	56.0	4.17%	91.99%	8.01%	
N° 140	0.1060	94.3	7.02%	99.01%	0.99%	
N° 200	0.0750	10.3	0.77%	99.78%	0.22%	
FONDO	0.0000	3.0	0.22%	100.00%	0.00%	

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



OBSERVACIONES : .....

.....

.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS MECÁNICO DE LOS AGREGADOS EXTRAÍDOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS  
NORMAS TÉCNICAS: AASHTO T 30**
**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar la granulometría de los agregados gruesos y finos recuperados de las mezclas asfálticas, empleando tamices con malla de abertura cuadrada.

**DATOS DE LA MUESTRA**

CONCEPTO : ANALISIS DE CARPETA ASFALTICA

N° MUESTRA : 5

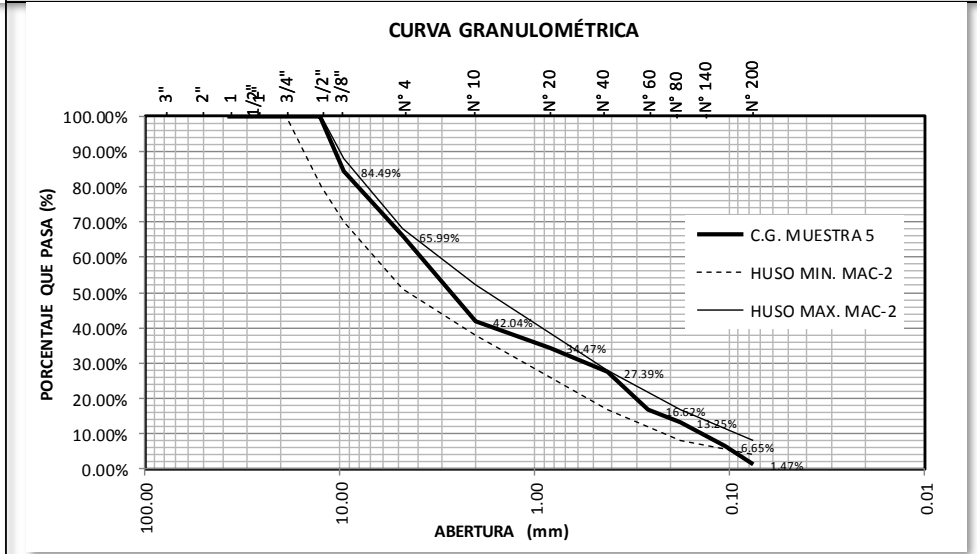
FECHA: oct-17

CANtera : -

HECHO POR: L.A.A.S.

PROGRESIVA: -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
1 1/2"	38.1000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	<b>Pesos de Muestra</b> Material Grueso (gr.): 485.7 Material Fino (gr.): 942.3 Total Material (gr.): 1428.0
1"	25.4000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
3/4"	19.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
1/2"	12.7000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
3/8"	9.5000	221.5	15.51%	15.51%	84.49%	
N° 4	4.7600	264.2	18.50%	34.01%	65.99%	
N° 10	2.0000	341.9	23.94%	57.96%	42.04%	
N° 20	0.8400	108.2	7.58%	65.53%	34.47%	
N° 40	0.4250	101.1	7.08%	72.61%	27.39%	
N° 60	0.2600	153.8	10.77%	83.38%	16.62%	
N° 80	0.1800	48.1	3.37%	86.75%	13.25%	
N° 140	0.1060	94.3	6.60%	93.35%	6.65%	
N° 200	0.0750	73.9	5.18%	98.53%	1.47%	
FONDO	0.0000	21.0	1.47%	100.00%	0.00%	

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**


**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS MECÁNICO DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS  
NORMAS TÉCNICAS: AASHTO T 30**
**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar la granulometría de los agregados gruesos y finos recuperados de las mezclas asfálticas, empleando tamices con malla de abertura cuadrada.

**DATOS DE LA MUESTRA**

CONCEPTO : ANALISIS DE CARPETA ASFALTICA

N° MUESTRA : 7

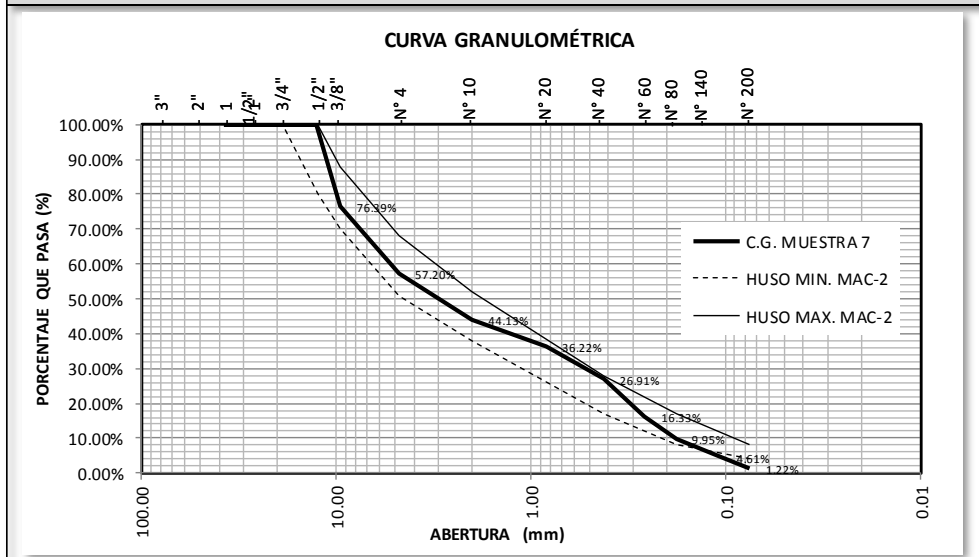
FECHA: oct-17

CANERA : -

HECHO POR: L.A.A.S.

PROGRESIVA: -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
1 1/2"	38.1000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	<b>Pesos de Muestra</b>	
1"	25.4000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%		Material Grueso (gr.): 746.4
3/4"	19.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%		Material Fino (gr.): 589.5
1/2"	12.7000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	Total Material (gr.): 1335.9	
3/8"	9.5000	315.4	23.61%	23.61%	76.39%		
N° 4	4.7600	256.4	19.19%	42.80%	57.20%		
N° 10	2.0000	174.6	13.07%	55.87%	44.13%		
N° 20	0.8400	105.7	7.91%	63.78%	36.22%		
N° 40	0.4250	124.3	9.30%	73.09%	26.91%		
N° 60	0.2600	141.3	10.58%	83.67%	16.33%		
N° 80	0.1800	85.3	6.39%	90.05%	9.95%		
N° 140	0.1060	71.3	5.34%	95.39%	4.61%		
N° 200	0.0750	45.3	3.39%	98.78%	1.22%		
FONDO	0.0000	16.3	1.22%	100.00%	0.00%		

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**


OBSERVACIONES : .....

.....

.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS MECANICO DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS  
NORMAS TECNICAS: AASHTO T 30**
**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar la granulometría de los agregados gruesos y finos recuperados de las mezclas asfálticas, empleando tamices con malla de abertura cuadrada.

**DATOS DE LA MUESTRA**

CONCEPTO : ANALISIS DE CARPETA ASFALTICA

N° MUESTRA : 9

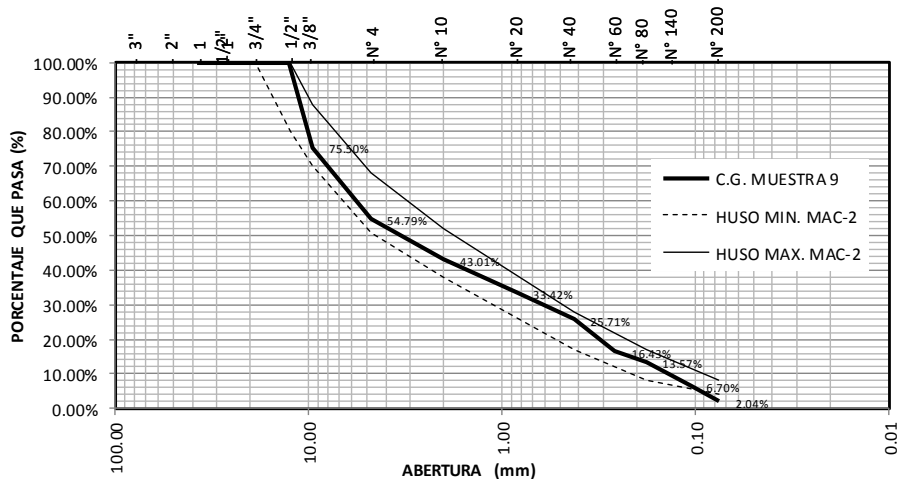
FECHA: oct-17

CANtera : -

HECHO POR: L.A.A.S.

PROGRESIVA: -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
1 1/2"	38.1000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	<b>Pesos de Muestra</b> Material Grueso (gr.): 806.6 Material Fino (gr.): 608.7 Total Material (gr.): 1415.3
1"	25.4000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
3/4"	19.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
1/2"	12.7000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
3/8"	9.5000	346.8	24.50%	24.50%	75.50%	
N° 4	4.7600	293.1	20.71%	45.21%	54.79%	
N° 10	2.0000	166.7	11.78%	56.99%	43.01%	
N° 20	0.8400	135.7	9.59%	66.58%	33.42%	
N° 40	0.4250	109.1	7.71%	74.29%	25.71%	
N° 60	0.2600	131.4	9.28%	83.57%	16.43%	
N° 80	0.1800	40.4	2.85%	86.43%	13.57%	
N° 140	0.1060	97.3	6.87%	93.30%	6.70%	
N° 200	0.0750	65.9	4.66%	97.96%	2.04%	
FONDO	0.0000	28.9	2.04%	100.00%	0.00%	

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**
**CURVA GRANULOMÉTRICA**


OBSERVACIONES: .....

.....

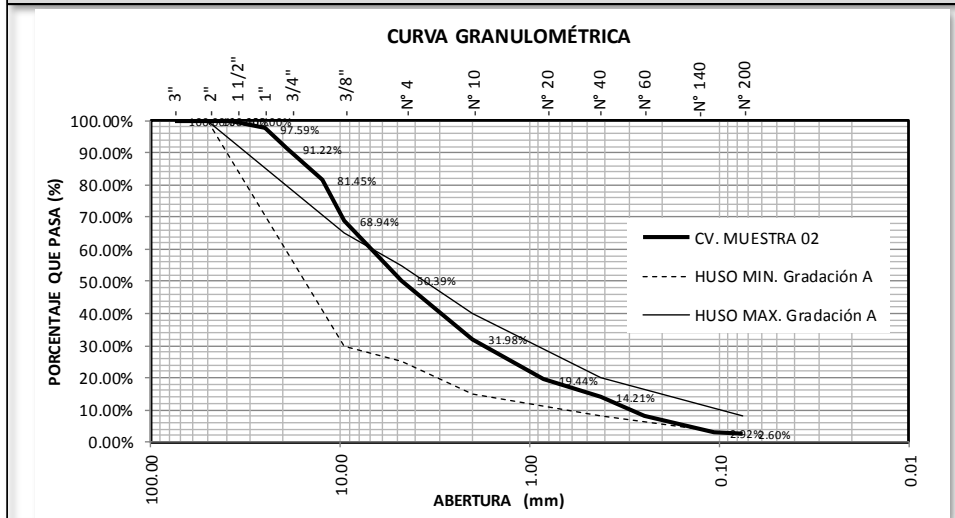
.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88**
**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de las muestras a analizar.

**DATOS DE LA MUESTRA**
**CONCEPTO : ANÁLISIS DE BASE RECICLADA**
**N° MUESTRA : 2**
**FECHA: oct-17**
**CANTERA : -**
**HECHO POR: L.A.A.S.**
**PROGRESIVA: -**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
2 1/2"	62.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
2"	50.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	<b>Pesos de Muestra</b>
1 1/2"	37.5000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	Material Grueso (gr.): 1650.0
1"	25.0000	80.0	2.41%	2.41%	97.59%	Material Fino (gr.): 1676.0
3/4"	19.0000	212.0	6.37%	8.78%	91.22%	Total Material (gr.): 3326.0
1/2"	12.5000	325.0	9.77%	18.55%	81.45%	D10= 0.30
3/8"	9.5000	416.0	12.51%	31.06%	68.94%	D30= 1.82
N°4	4.7500	617.0	18.55%	49.61%	50.39%	D60= 7.21
N°10	2.0000	612.3	18.41%	68.02%	31.98%	Coef. de uniformidad= 23.8
N°20	0.8500	417.0	12.54%	80.56%	19.44%	Coef. de curvatura= 1.51
N°40	0.4250	174.0	5.23%	85.79%	14.21%	Limite liquido -
N°60	0.2500	201.6	6.06%	91.85%	8.15%	Limite plastico -
N°140	0.1060	174.0	5.23%	97.08%	2.92%	Índice de plasticidad -
N°200	0.0750	10.6	0.32%	97.40%	2.60%	Clasificación SUCS SW
FONDO	0.0000	86.5	2.60%	100.00%	0.00%	Clasificación AASHTO -

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**

**OBSERVACIONES:** .....  
 .....  
 .....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de las muestras a analizar.

**DATOS DE LA MUESTRA**

CONCEPTO : ANALISIS DE BASE RECICLADA

N° MUESTRA : 4

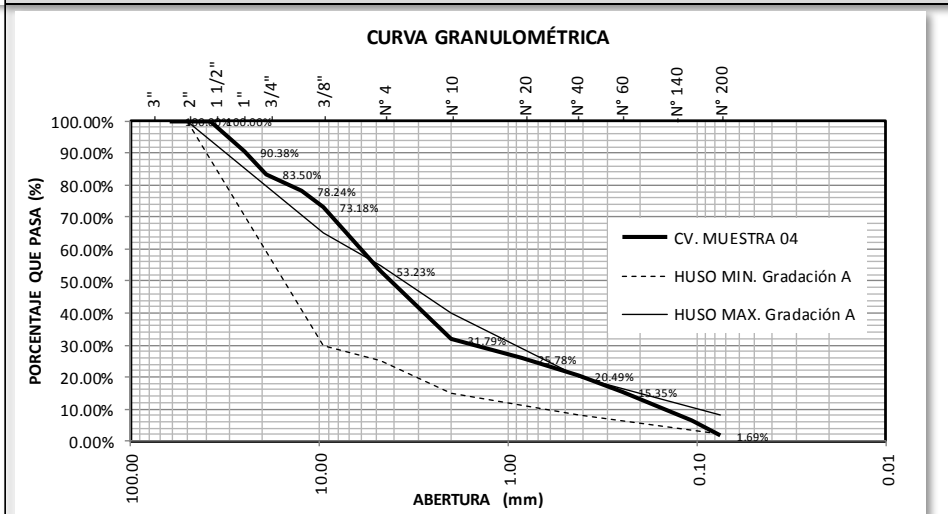
FECHA: oct-17

CANTERA : -

HECHO POR: L.A.A.S.

PROGRESIVA: -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	<b>Pesos de Muestra</b> Material Grosso (gr.): 2003.5 Material Fino (gr.): 2280.3 Total Material (gr.): 4283.8 D10= 0.17 D30= 1.66 D60= 6.36 Coef. de uniformidad= 38.5 Coef. de curvatura= 2.61 Limite liquido - Limite plastico - Índice de plasticidad - Clasificación SUCS SW Clasificación AASHTO -
2 1/2"	62.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
2"	50.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
1 1/2"	37.5000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
1"	25.0000	412.0	9.62%	9.62%	90.38%	
3/4"	19.0000	295.0	6.89%	16.50%	83.50%	
1/2"	12.5000	225.0	5.25%	21.76%	78.24%	
3/8"	9.5000	217.0	5.07%	26.82%	73.18%	
N°4	4.7500	854.5	19.95%	46.77%	53.23%	
N°10	2.0000	918.3	21.44%	68.21%	31.79%	
N°20	0.8500	257.6	6.01%	74.22%	25.78%	
N°40	0.4250	226.5	5.29%	79.51%	20.49%	
N°60	0.2500	220.5	5.15%	84.65%	15.35%	
N°140	0.1060	389.5	9.09%	93.75%	6.25%	
N°200	0.0750	195.5	4.56%	98.31%	1.69%	
FONDO	0.0000	72.4	1.69%	100.00%	0.00%	

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**

 OBSERVACIONES: .....  
 .....  
 .....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88**
**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de las muestras a analizar.

**DATOS DE LA MUESTRA**
**CONCEPTO : ANÁLISIS DE BASE RECICLADA**
**N° MUESTRA :** 6

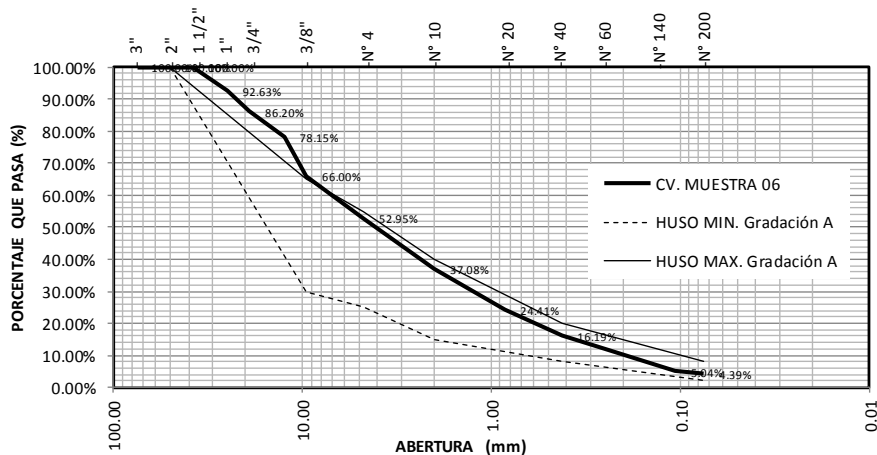
**FECHA:** oct-17

**CANTERA :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
2 1/2"	62.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
2"	50.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	<b>Pesos de Muestra</b>
1 1/2"	37.5000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	Material Grosso (gr.): 1192.8
1"	25.0000	186.8	7.37%	7.37%	92.63%	Material Fino (gr.): 1342.2
3/4"	19.0000	163.0	6.43%	13.80%	86.20%	Total Material (gr.): 2535.0
1/2"	12.5000	204.0	8.05%	21.85%	78.15%	D10= 0.21
3/8"	9.5000	308.0	12.15%	34.00%	66.00%	D30= 1.36
N°4	4.7500	331.0	13.06%	47.05%	52.95%	D60= 7.32
N°10	2.0000	402.3	15.87%	62.92%	37.08%	Coef. de uniformidad= 34.9
N°20	0.8500	321.0	12.66%	75.59%	24.41%	Coef. de curvatura= 1.20
N°40	0.4250	208.6	8.23%	83.81%	16.19%	Limite liquido -
N°60	0.2500	108.0	4.26%	88.07%	11.93%	Limite plastico -
N°140	0.1060	174.6	6.89%	94.96%	5.04%	Índice de plasticidad -
N°200	0.0750	16.5	0.65%	95.61%	4.39%	Clasificación SUCS SW
FONDO	0.0000	111.2	4.39%	100.00%	0.00%	Clasificación AASHTO -

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**
**CURVA GRANULOMÉTRICA**

**OBSERVACIONES:** .....  
 .....  
 .....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de las muestras a analizar.

**DATOS DE LA MUESTRA**
**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA :** 8

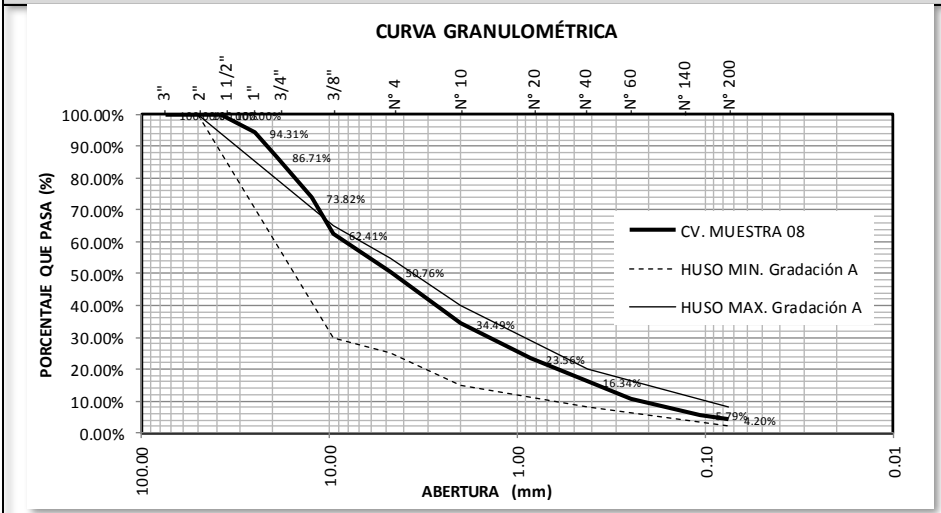
**FECHA :** oct-17

**CANTERA :** -

**HECHO POR :** L.A.A.S.

**PROGRESIVA :** -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	<b>Pesos de Muestra</b> Material Grosso (gr.): 2727.2 Material Fino (gr.): 2811.6 Total Material (gr.): 5538.8 D10= 0.22 D30= 1.53 D60= 8.52 Coef. de uniformidad= 37.9 Coef. de curvatura= 1.22 Limite liquido = - Limite plastico = - Índice de plasticidad = - Clasificación SUCS = SW Clasificación AASHTO = -
2 1/2"	62.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
2"	50.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
1 1/2"	37.5000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
1"	25.0000	315.0	5.69%	5.69%	94.31%	
3/4"	19.0000	421.0	7.60%	13.29%	86.71%	
1/2"	12.5000	714.0	12.89%	26.18%	73.82%	
3/8"	9.5000	632.0	11.41%	37.59%	62.41%	
N°4	4.7500	645.2	11.65%	49.24%	50.76%	
N°10	2.0000	901.3	16.27%	65.51%	34.49%	
N°20	0.8500	605.6	10.93%	76.44%	23.56%	
N°40	0.4250	399.5	7.21%	83.66%	16.34%	
N°60	0.2500	302.3	5.46%	89.11%	10.89%	
N°140	0.1060	282.3	5.10%	94.21%	5.79%	
N°200	0.0750	88.0	1.59%	95.80%	4.20%	
FONDO	0.0000	232.6	4.20%	100.00%	0.00%	

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**

**OBSERVACIONES:** .....  
 .....  
 .....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88**
**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de las muestras a analizar.

**DATOS DE LA MUESTRA**
**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA :** 10

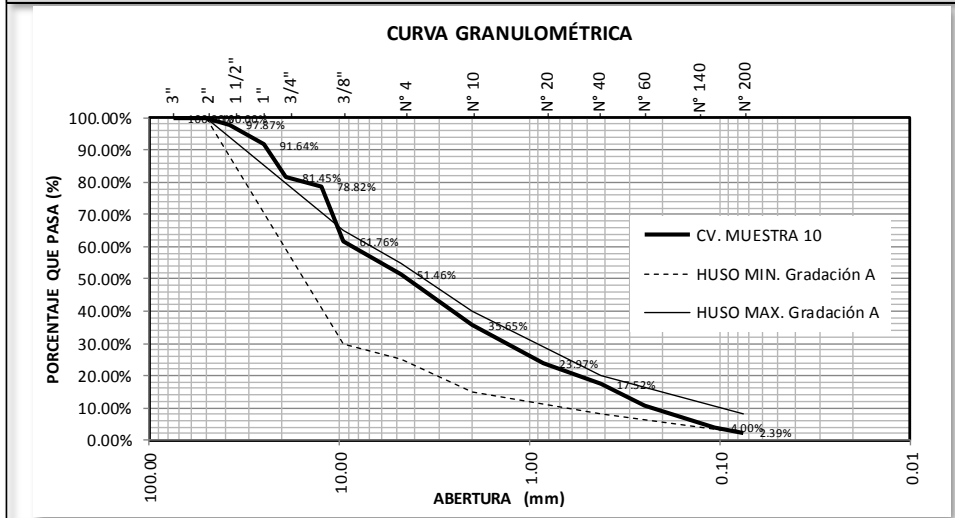
**FECHA:** oct-17

**CANTERA :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RET. ACUM.	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	<b>Pesos de Muestra</b> Material Grueso (gr.): 2338.0 Material Fino (gr.): 2478.5 Total Material (gr.): 4816.5 D10= 0.24 D30= 1.44 D60= 8.69 Coef. de uniformidad= 36.9 Coef. de curvatura= 1.02 Limite liquido - Limite plastico - Índice de plasticidad - Clasificación SUCS SW Clasificación AASHTO -
2 1/2"	62.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
2"	50.0000	0.0	0.00%	0.00%	100.00%	
1 1/2"	37.5000	102.6	2.13%	2.13%	97.87%	
1"	25.0000	300.2	6.23%	8.36%	91.64%	
3/4"	19.0000	490.6	10.19%	18.55%	81.45%	
1/2"	12.5000	126.5	2.63%	21.18%	78.82%	
3/8"	9.5000	821.8	17.06%	38.24%	61.76%	
N°4	4.7500	496.3	10.30%	48.54%	51.46%	
N°10	2.0000	761.3	15.81%	64.35%	35.65%	
N°20	0.8500	562.7	11.68%	76.03%	23.97%	
N°40	0.4250	310.7	6.45%	82.48%	17.52%	
N°60	0.2500	329.7	6.85%	89.33%	10.67%	
N°140	0.1060	321.5	6.67%	96.00%	4.00%	
N°200	0.0750	77.6	1.61%	97.61%	2.39%	
FONDO	0.0000	115.0	2.39%	100.00%	0.00%	

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**

**OBSERVACIONES:** .....  
.....  
.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar el contenido de humedad natural de las muestras en estudio.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA :** 2

**FECHA:** oct-17

**CANtera :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.=	1765.6	1853.7	1656.4
PESO TARA + SUELO SECO gr.=	1719.5	1805.3	1611.3
PESO DE LA TARA gr.=	259.4	314.7	251.4
PESO DEL AGUA gr.=	46.1	48.4	45.1
PESO SUELO SECO gr.=	1460.1	1490.6	1359.9
HUMEDAD %=	3.2	3.2	3.3
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %=	<b>3.24</b>		

**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar el contenido de humedad natural de las muestras en estudio.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO:** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA:** 4

**FECHA:** oct-17

**CANTERA:** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.=	1866.4	1754.8	1557.2
PESO TARA + SUELO SECO gr.=	1820.6	1696.4	1512.1
PESO DE LA TARA gr.=	353.5	323.7	417.4
PESO DEL AGUA gr.=	45.8	58.4	45.1
PESO SUELO SECO gr.=	1467.1	1372.7	1094.7
HUMEDAD %=	3.1	4.3	4.1
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %=	<b>3.83</b>		

**OBSERVACIONES:**.....  
.....  
.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar el contenido de humedad natural de las muestras en estudio.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA :** 6

**FECHA:** oct-17

**CANTERA :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.=	1528.3	1653.5	1671.0
PESO TARA + SUELO SECO gr.=	1486.1	1601.3	1611.3
PESO DE LA TARA gr.=	320.0	259.4	245.4
PESO DEL AGUA gr.=	42.2	52.2	59.7
PESO SUELO SECO gr.=	1166.1	1341.9	1365.9
HUMEDAD %=	3.6	3.9	4.4
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %=	<b>3.96</b>		

**OBSERVACIONES:**.....

.....

.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar el contenido de humedad natural de las muestras en estudio.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA :** 8

**FECHA:** oct-17

**CANTERA :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.=	1420.7	1502.4	1826.4
PESO TARA + SUELO SECO gr.=	1389.0	1466.9	1780.2
PESO DE LA TARA gr.=	314.7	353.5	251.4
PESO DEL AGUA gr.=	31.7	35.5	46.2
PESO SUELO SECO gr.=	1074.3	1113.4	1528.8
HUMEDAD %=	3.0	3.2	3.0
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %=	<b>3.05</b>		

**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**  
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

-Determinar el contenido de humedad natural de las muestras en estudio.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA :** 8

**FECHA:** oct-17

**CANTERA :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.=	1519.8	1653.6	1487.5
PESO TARA + SUELO SECO gr.=	1479.1	1616.5	1446.3
PESO DE LA TARA gr.=	275.2	323.7	245.4
PESO DEL AGUA gr.=	40.7	37.1	41.2
PESO SUELO SECO gr.=	1203.9	1292.8	1200.9
HUMEDAD %=	3.4	2.9	3.4
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %=	<b>3.23</b>		

**OBSERVACIONES:**.....  
.....  
.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 115, ASTM D 698, AASHTO T 99

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Contenido de Humedad Optimo (OCH) y la Máxima Densidad Seca (MDS) de cada muestra analizada.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA :** 2

**FECHA:** nov-17

**CANTERA :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

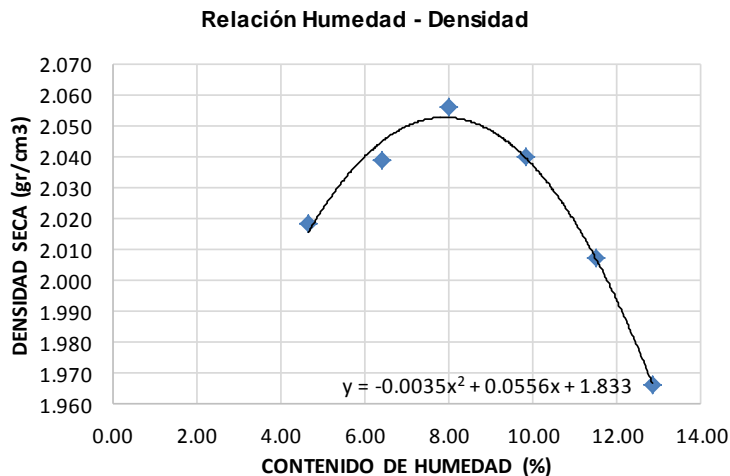
ENSAYO N°		1	2	3	4	5	6
PESO DE MUESTRA + MOLDE	gr	8728.5	8691.7	8461.4	8734.3	8623.6	8727.3
PESO DEL MOLDE	gr	3975.0	3975.0	3975.0	3975.0	4015.1	4015.1
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr	4753.5	4716.7	4486.4	4759.3	4608.5	4712.2
DENSIDAD ESPECIFICA	gr/cm <sup>3</sup>	2.2381	2.2207	2.1123	2.2408	2.1698	2.2186
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.0072</b>	<b>2.0564</b>	<b>2.0183</b>	<b>2.0402</b>	<b>2.0390</b>	<b>1.9662</b>
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	517.7	428.3	287.4	311.7	358.2	264.5
PESO MUESTRA SECA	gr	464.3	396.6	274.6	283.8	336.6	234.4
PESO DEL AGUA	gr	53.4	31.7	12.8	27.9	21.6	30.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>11.50</b>	<b>7.99</b>	<b>4.66</b>	<b>9.83</b>	<b>6.42</b>	<b>12.84</b>

**ESPECIFICACIONES**

Vol. del Molde (cm <sup>3</sup> ):	2123.9
Peso del molde (g):	Var.
Pison Manual (lbf):	10.0
Método:	"C"

**RESULTADOS**

OCH (%):	7.95%
MDS 100% (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.0530
MDS 95% (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.9504



**OBSERVACIONES:**.....  
.....  
.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 115, ASTM D 698, AASHTO T 99

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Contenido de Humedad Optimo (OCH) y la Máxima Densidad Seca (MDS) de cada muestra analizada.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO:** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA:** 4

**FECHA:** nov-17

**CANTERA:** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°		1	2	3	4	5	6
PESO DE MUESTRA + MOLDE	gr	8351.5	8585.6	8674.3	8708.8	8698.3	8718.5
PESO DEL MOLDE	gr	3975.0	4015.1	3975.0	3975.0	3975.0	4015.1
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr	4376.5	4570.5	4699.3	4733.8	4723.3	4703.4
DENSIDAD ESPECIFICA	gr/cm3	2.0606	2.1519	2.2126	2.2288	2.2239	2.2145
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm3	<b>1.9797</b>	<b>2.0294</b>	<b>2.0477</b>	<b>2.0341</b>	<b>2.0012</b>	<b>1.9756</b>
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	387.4	258.2	224.1	508.2	217.7	464.5
PESO MUESTRA SECA	gr	372.2	243.5	207.4	463.8	195.9	414.4
PESO DEL AGUA	gr	15.2	14.7	16.7	44.4	21.8	50.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>4.08</b>	<b>6.04</b>	<b>8.05</b>	<b>9.57</b>	<b>11.13</b>	<b>12.09</b>

**ESPECIFICACIONES**

Vol. del Molde (cm3): 2123.9

Peso del molde (g): Var.

Pison Manual (lbf): 10.0

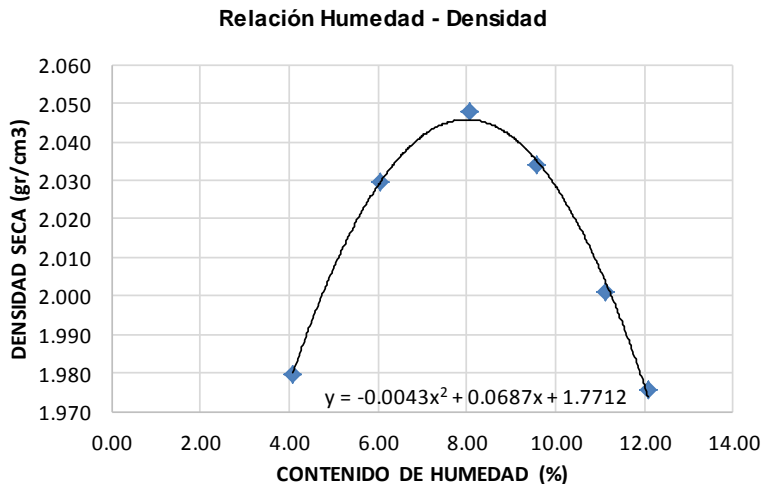
Método: "C"

**RESULTADOS**

OCH (%): 8.00%

DS 100% (gr/cm3): 2.0460

MDS 95% (gr/cm3): 1.9437



**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 115, ASTM D 698, AASHTO T 99

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Contenido de Humedad Óptimo (OCH) y la Máxima Densidad Seca (MDS) de cada muestra analizada.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO:** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA:** 6

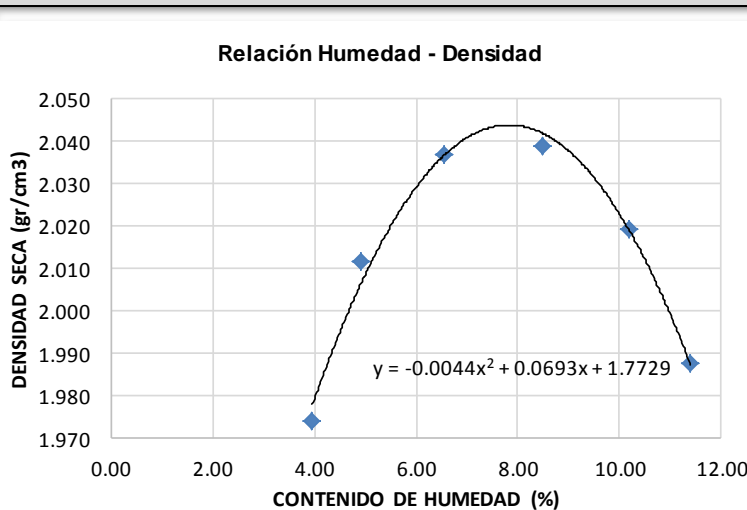
**FECHA:** nov-17

**CANERA:** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°		1	2	3	4	5	6
PESO DE MUESTRA + MOLDE	gr	8373.9	8457.2	8584.6	8712.7	8701.5	8718.5
PESO DEL MOLDE	gr	4015.1	3975.0	3975.0	4015.1	3975.0	4015.1
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr	4358.8	4482.2	4609.6	4697.6	4726.5	4703.4
DENSIDAD ESPECIFICA	gr/cm3	2.0522	2.1103	2.1703	2.2118	2.2254	2.2145
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm3	<b>1.9740</b>	<b>2.0117</b>	<b>2.0369</b>	<b>2.0389</b>	<b>2.0193</b>	<b>1.9878</b>
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	225.6	295.3	284.6	239.3	315.4	333.2
PESO MUESTRA SECA	gr	217.0	281.5	267.1	220.6	286.2	299.1
PESO DEL AGUA	gr	8.6	13.8	17.5	18.7	29.2	34.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>3.96</b>	<b>4.90</b>	<b>6.55</b>	<b>8.48</b>	<b>10.20</b>	<b>11.40</b>


**ESPECIFICACIONES**

Vol. del Molde (cm3):	2123.9
Peso del molde (g):	Var.
Pison Manual (lbf):	10.0
Método:	"C"

**RESULTADOS**

OCH (%):	7.90%
MDS 100% (gr/cm3):	2.0460
MDS 95% (gr/cm3):	1.9437

**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 115, ASTM D 698, AASHTO T 99

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Contenido de Humedad Óptimo (OCH) y la Máxima Densidad Seca (MDS) de cada muestra analizada.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA :** 8

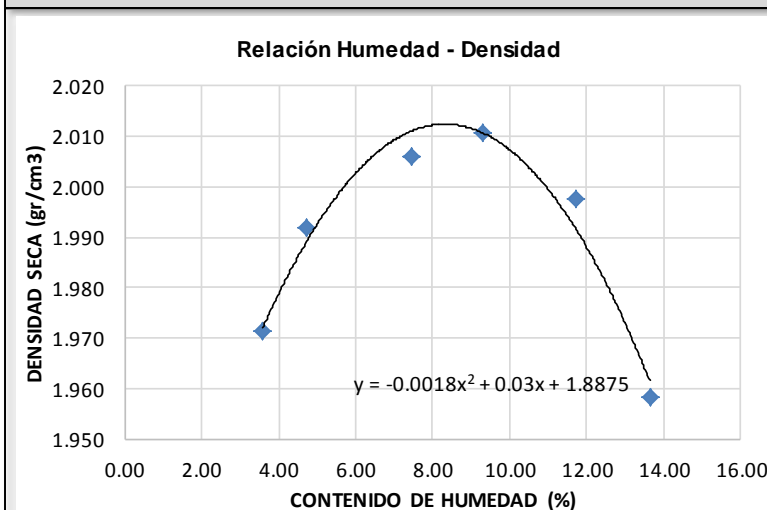
**FECHA:** nov-17

**CANtera :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°		1	2	3	4	5	6
PESO DE MUESTRA + MOLDE	gr	8312.3	8404.6	8552.1	8682.3	8755.2	8741.4
PESO DEL MOLDE	gr	3975.0	3975.0	3975.0	4015.1	4015.1	4015.1
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr	4337.3	4429.6	4577.1	4667.2	4740.1	4726.3
DENSIDAD ESPECIFICA	gr/cm3	2.0421	2.0856	2.1550	2.1974	2.2318	2.2252
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm3	<b>1.9715</b>	<b>1.9917</b>	<b>2.0060</b>	<b>2.0107</b>	<b>1.9974</b>	<b>1.9582</b>
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	352.6	327.4	365.8	387.4	325.2	337.2
PESO MUESTRA SECA	gr	340.4	312.7	340.5	354.5	291.1	296.7
PESO DEL AGUA	gr	12.2	14.7	25.3	32.9	34.1	40.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>3.58</b>	<b>4.71</b>	<b>7.43</b>	<b>9.29</b>	<b>11.73</b>	<b>13.64</b>



**ESPECIFICACIONES**

Vol. del Molde (cm<sup>3</sup>): 2123.9

Peso del molde (g): Var.

Pison Manual (lbf): 10.0

Método: "C"

**RESULTADOS**

OCH (%): 8.34%

MDS 100% (gr/cm<sup>3</sup>): 2.0130

MDS 95% (gr/cm<sup>3</sup>): 1.9124

**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 115, ASTM D 698, AASHTO T 99

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Contenido de Humedad Optimo (OCH) y la Máxima Densidad Seca (MDS) de cada muestra analizada.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA :** 10

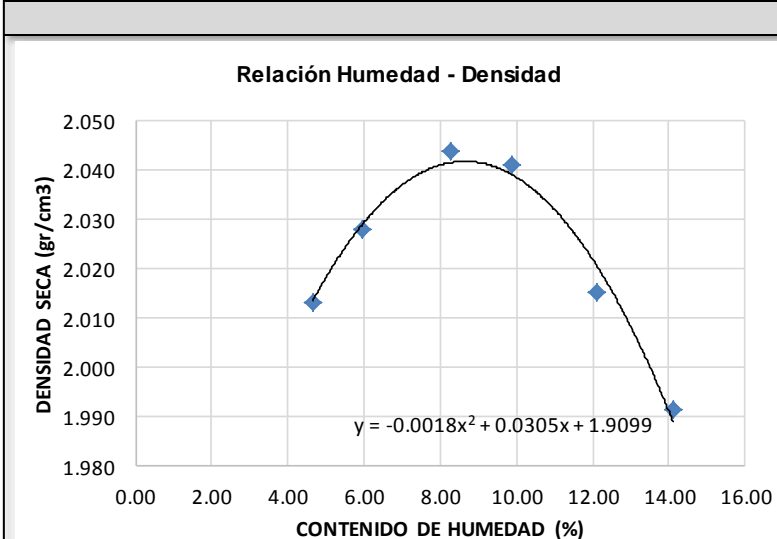
**FECHA:** nov-17

**CANTERA :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

ENSAYO N°		1	2	3	4	5	6
PESO DE MUESTRA + MOLDE	gr	8489.4	8578.2	8715.6	8738.3	8773.3	8801.4
PESO DEL MOLDE	gr	4015.1	4015.1	4015.1	3975.0	3975.0	3975.0
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	gr	4474.3	4563.1	4700.5	4763.3	4798.3	4826.4
DENSIDAD ESPECIFICA	gr/cm3	2.1066	2.1484	2.2131	2.2427	2.2592	2.2724
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm3	<b>2.0132</b>	<b>2.0278</b>	<b>2.0437</b>	<b>2.0411</b>	<b>2.0154</b>	<b>1.9913</b>
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	296.5	258.4	289.5	271.5	294.3	269.5
PESO MUESTRA SECA	gr	283.4	243.9	267.3	247.1	262.5	236.2
PESO DEL AGUA	gr	13.1	14.5	22.2	24.4	31.8	33.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>4.64</b>	<b>5.95</b>	<b>8.29</b>	<b>9.87</b>	<b>12.10</b>	<b>14.11</b>


**ESPECIFICACIONES**

Vol. del Molde (cm3):	2123.9
Peso del molde (g):	Var.
Pison Manual (lbf):	10.0
Método:	"C"

**RESULTADOS**

OCH (%):	8.48%
MDS 100% (gr/cm3):	2.0390
MDS 95% (gr/cm3):	1.9371

**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Índice de Resistencia o Valor de Soporte (C.B.R.) de las muestras analizadas.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA :** 2

**FECHA:** dic-17

**CANTERA :** -

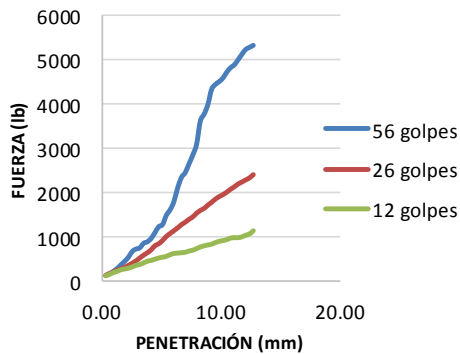
**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

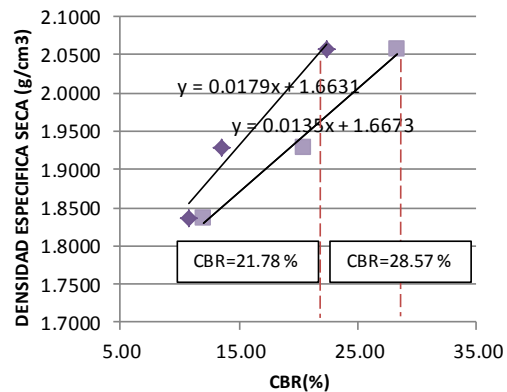
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

CANTIDAD DE GOLPES		56	26	12	ESPECIFICACIONES	
PESO DEL MOLDE	kg	4.265	4.315	4.265	Vol. del Molde (cm3):	2130.6
PESO DE MUESTRA + MOLDE	kg	8.999	8.753	8.491	Peso del molde (g):	Var.
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	kg	4.7340	4.4380	4.2260	Pison Manual (lbf):	10.0
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA	gr/cm3	2.2219	2.0830	1.9835	<b>DATOS PROCTOR</b>	
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm3	<b>2.0575</b>	<b>1.9282</b>	<b>1.8369</b>	OCH (%):	7.95%
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	168.9	140.0	245.0	MDS 100% (gr/cm3):	2.0530
PESO MUESTRA SECA	gr	156.4	129.6	226.9	<b>RESULTADOS</b>	
PESO DEL AGUA	gr	12.5	10.4	18.1	CBR 0.1"(%):	21.78
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>7.99</b>	<b>8.02</b>	<b>7.98</b>	CBR 0.2"(%):	28.57

**FUERZA(lb)/PENETRACIÓN(mm)**



**DENSIDAD SECA (g/cm3) / CBR(%)**



**OBSERVACIONES:**.....  
.....  
.....

ENSAYO DE PENETRACIÓN									
DATOS DE LA MUESTRA				DATOS DE CALCULO					
CONCEPTO : ANÁLISIS DE BASE RECICLADA N° MUESTRA : 2				Constantes del fabricante:		9.1782	Esfuerzos de Referencia (lb/plg2)		
						83.4467	Esfuerzo ref. p/1 "	1000.00	
				Área del pisón (plg2):		0.9999	Esfuerzo ref. p/2 "	1500.00	
N° de Golpes	56			26			12		
Penetración (mm)	Dial-1	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-2	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-3	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)
0.32	5	129.33	43.11	5	129.33	43.11	4	120.15	40.05
0.64	9	166.04	55.35	10	175.22	58.41	8	156.86	52.29
0.95	15	221.11	73.70	13	202.75	67.58	12	193.57	64.52
1.27	22	285.35	95.12	18	248.64	82.88	15	221.11	73.70
1.59	31	367.95	122.65	21	276.17	92.06	19	257.82	85.94
1.91	40	450.55	150.18	25	312.88	104.29	21	276.17	92.06
2.23	50	542.32	180.77	30	358.77	119.59	23	294.53	98.18
<b>2.54</b>	<b>64</b>	<b>670.81</b>	<b>223.60</b>	<b>35</b>	<b>404.66</b>	<b>134.89</b>	<b>26</b>	<b>322.06</b>	<b>107.35</b>
2.86	70	725.88	241.96	41	459.72	153.24	30	358.77	119.59
3.18	73	753.41	251.14	48	523.97	174.66	32	377.13	125.71
3.50	84	854.36	284.79	55	588.21	196.07	36	413.84	137.95
3.82	88	891.07	297.02	61	643.28	214.43	40	450.55	150.18
4.13	96	964.49	321.50	68	707.52	235.84	42	468.90	156.30
4.45	110	1092.98	364.33	78	799.30	266.43	45	496.43	165.48
4.77	125	1230.64	410.21	83	845.18	281.73	48	523.97	174.66
<b>5.09</b>	<b>130</b>	<b>1276.53</b>	<b>425.51</b>	<b>91</b>	<b>918.61</b>	<b>306.20</b>	<b>50</b>	<b>542.32</b>	<b>180.77</b>
5.41	153	1487.62	495.87	101	1010.38	336.79	52	560.68	186.89
5.72	166	1606.93	535.64	108	1074.62	358.21	56	597.39	199.13
6.04	186	1790.48	596.83	115	1138.87	379.62	59	624.92	208.31
6.36	220	2102.52	700.84	122	1203.11	401.04	60	634.10	211.37
6.68	246	2341.14	780.38	130	1276.53	425.51	61	643.28	214.43
7.00	258	2451.27	817.09	136	1331.60	443.87	62	652.45	217.48
7.31	279	2644.00	881.33	143	1395.84	465.28	65	679.99	226.66
7.63	301	2845.91	948.64	149	1450.91	483.64	67	698.34	232.78
7.95	327	3084.52	1028.17	158	1533.51	511.17	71	735.05	245.02
8.27	385	3616.83	1205.61	165	1597.75	532.58	75	771.76	257.25
8.59	402	3772.85	1257.62	170	1643.64	547.88	78	799.30	266.43
8.90	425	3983.93	1327.98	178	1717.06	572.35	80	817.65	272.55
9.22	463	4332.68	1444.23	185	1781.30	593.77	82	836.01	278.67
9.54	475	4442.81	1480.94	193	1854.72	618.24	86	872.72	290.91
9.86	482	4507.05	1502.35	199	1909.79	636.60	89	900.25	300.08
10.18	491	4589.65	1529.88	204	1955.68	651.89	91	918.61	306.20
10.49	505	4718.14	1572.71	210	2010.74	670.25	93	936.96	312.32
10.81	516	4819.09	1606.36	217	2074.99	691.66	97	973.67	324.56
11.13	523	4883.34	1627.78	223	2130.05	710.02	98	982.85	327.62
11.45	536	5002.65	1667.55	230	2194.29	731.43	98	982.85	327.62
11.77	549	5121.96	1707.32	235	2240.18	746.73	100	1001.20	333.73
12.08	561	5232.09	1744.03	240	2286.07	762.02	104	1037.91	345.97
12.40	566	5277.98	1759.33	245	2331.96	777.32	107	1065.45	355.15
12.72	571	5323.86	1774.62	253	2405.38	801.79	115	1138.87	379.62
<b>CBR 0.1 "</b>	<b>22.36</b>			<b>13.49</b>			<b>10.74</b>		
<b>CBR 0.2 "</b>	<b>28.37</b>			<b>20.41</b>			<b>12.05</b>		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

OBJETIVO DEL ESTUDIO

- Determinar el Índice de Resistencia o Valor de Soporte (C.B.R.) de las muestras analizadas.

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

N° MUESTRA : 4

FECHA: dic-17

CANTERA : -

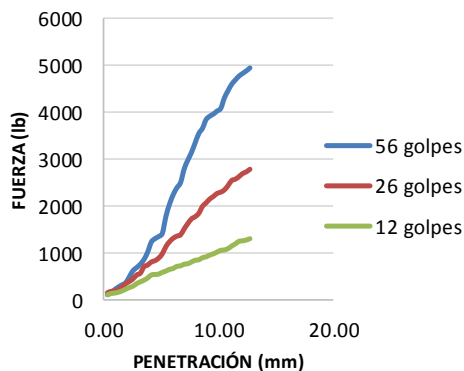
HECHO POR: L.A.A.S.

PROGRESIVA: -

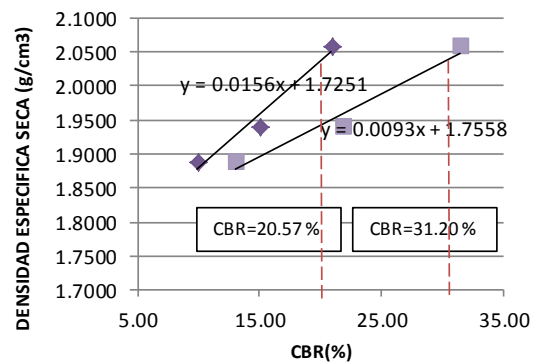
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

CANTIDAD DE GOLPES		56	26	12	ESPECIFICACIONES	
PESO DEL MOLDE	kg	4.315	4.315	4.265	Vol. del Molde (cm <sup>3</sup> ):	2130.6
PESO DE MUESTRA + MOLDE	kg	9.058	8.781	8.612	Peso del molde (g):	Var.
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	kg	4.7430	4.4660	4.3470	Pison Manual (lbf):	10.0
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA	gr/cm <sup>3</sup>	2.2261	2.0961	2.0403	<b>DATOS PROCTOR</b>	
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.0589</b>	<b>1.9394</b>	<b>1.8884</b>	OCH (%):	8.00%
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	263.5	248.7	286.2	MDS 100% (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.0460
PESO MUESTRA SECA	gr	243.7	230.1	264.9	<b>RESULTADOS</b>	
PESO DEL AGUA	gr	19.8	18.6	21.3	CBR 0.1'(%):	20.57
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>8.12</b>	<b>8.08</b>	<b>8.04</b>	CBR 0.2'(%):	31.20

FUERZA(lb)/ PENETRACION(mm)



DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) / CBR(%)



OBSERVACIONES: .....

.....

.....

ENSAYO DE PENETRACIÓN									
DATOS DE LA MUESTRA				DATOS DE CALCULO					
<b>CONCEPTO : ANÁLISIS DE BASE REICLADA</b> <b>N° MUESTRA : 4</b>				<b>Constantes del fabricante:</b>		9.1782	<b>Esfuerzos de Referencia (lb/plg2)</b>		
						83.4467	<b>Esfuerzo ref. p/1 "</b>	1000.00	
				<b>Área del pisón (plg2):</b>		0.9999	<b>Esfuerzo ref. p/2 "</b>	1500.00	
		3.0							
N° de Golpes	56			26			12		
Penetración (mm)	Dial-1	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-2	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-3	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)
0.32	3	110.97	36.99	8	156.86	52.29	3	110.97	36.99
0.64	8	156.86	52.29	11	184.40	61.47	6	138.51	46.17
0.95	15	221.11	73.70	12	193.57	64.52	7	147.69	49.23
1.27	21	276.17	92.06	16	230.28	76.76	9	166.04	55.35
1.59	26	322.06	107.35	20	266.99	89.00	12	193.57	64.52
1.91	31	367.95	122.65	29	349.59	116.53	16	230.28	76.76
2.23	45	496.43	165.48	34	395.48	131.83	20	266.99	89.00
<b>2.54</b>	<b>59</b>	<b>624.92</b>	<b>208.31</b>	<b>40</b>	<b>450.55</b>	<b>150.18</b>	<b>23</b>	<b>294.53</b>	<b>98.18</b>
2.86	66	689.16	229.72	49	533.15	177.72	29	349.59	116.53
3.18	74	762.59	254.20	53	569.86	189.95	33	386.30	128.77
3.50	85	863.54	287.85	68	707.52	235.84	37	423.01	141.00
3.82	102	1019.56	339.85	72	744.23	248.08	42	468.90	156.30
4.13	125	1230.64	410.21	79	808.47	269.49	49	533.15	177.72
4.45	133	1304.07	434.69	82	836.01	278.67	50	542.32	180.77
4.77	138	1349.95	449.98	88	891.07	297.02	51	551.50	183.83
<b>5.09</b>	<b>145</b>	<b>1414.20</b>	<b>471.40</b>	<b>98</b>	<b>982.85</b>	<b>327.62</b>	<b>55</b>	<b>588.21</b>	<b>196.07</b>
5.41	185	1781.30	593.77	115	1138.87	379.62	58	615.74	205.25
5.72	213	2038.27	679.42	126	1239.82	413.27	62	652.45	217.48
6.04	235	2240.18	746.73	134	1313.24	437.75	64	670.81	223.60
6.36	251	2387.02	795.67	139	1359.13	453.04	69	716.70	238.90
6.68	263	2497.16	832.39	142	1386.66	462.22	70	725.88	241.96
7.00	295	2790.84	930.28	156	1515.15	505.05	74	762.59	254.20
7.31	315	2974.39	991.46	168	1625.28	541.76	75	771.76	257.25
7.63	333	3139.59	1046.53	179	1726.24	575.41	79	808.47	269.49
7.95	355	3341.50	1113.83	184	1772.12	590.71	83	845.18	281.73
8.27	377	3543.40	1181.13	192	1845.54	615.18	84	854.36	284.79
8.59	389	3653.54	1217.85	208	1992.39	664.13	89	900.25	300.08
8.90	409	3837.09	1279.03	216	2065.81	688.60	91	918.61	306.20
9.22	417	3910.51	1303.50	225	2148.41	716.14	95	955.32	318.44
9.54	422	3956.40	1318.80	231	2203.47	734.49	98	982.85	327.62
9.86	429	4020.64	1340.21	238	2267.72	755.91	102	1019.56	339.85
10.18	435	4075.71	1358.57	241	2295.25	765.08	106	1056.27	352.09
10.49	459	4295.97	1431.99	246	2341.14	780.38	107	1065.45	355.15
10.81	476	4451.99	1484.00	256	2432.91	810.97	110	1092.98	364.33
11.13	491	4589.65	1529.88	268	2543.04	847.68	116	1148.05	382.68
11.45	501	4681.43	1560.48	271	2570.58	856.86	121	1193.93	397.98
11.77	510	4764.03	1588.01	277	2625.64	875.21	127	1249.00	416.33
12.08	516	4819.09	1606.36	284	2689.89	896.63	128	1258.18	419.39
12.40	522	4874.16	1624.72	288	2726.60	908.87	130	1276.53	425.51
12.72	529	4938.40	1646.13	294	2781.66	927.22	133	1304.07	434.69
<b>CBR 0.1"</b>	<b>20.83</b>			<b>15.02</b>			<b>9.82</b>		
<b>CBR 0.2"</b>	<b>31.43</b>			<b>21.84</b>			<b>13.07</b>		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

OBJETIVO DEL ESTUDIO

- Determinar el Índice de Resistencia o Valor de Soporte (C.B.R.) de las muestras analizadas.

DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO : ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

Nº MUESTRA : 6

FECHA: dic-17

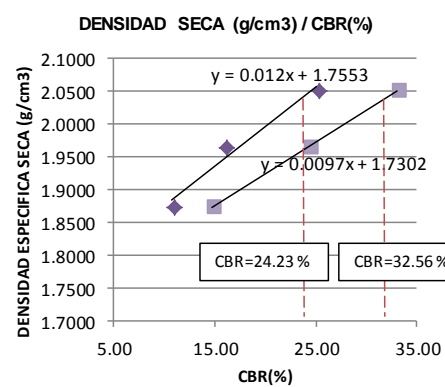
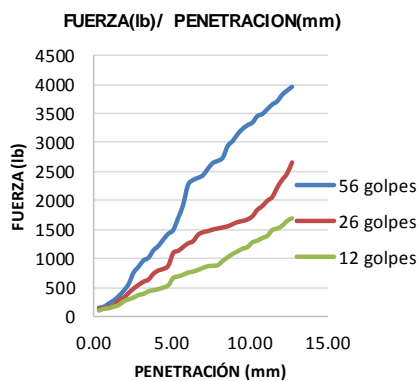
CANtera : -

HECHO POR: L.A.A.S.

PROGRESIVA: -

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

CANTIDAD DE GOLPES	56	26	12	ESPECIFICACIONES
PESO DEL MOLDE	kg 4.315	kg 4.315	kg 4.315	Vol. del Molde (cm <sup>3</sup> ): 2130.6
PESO DE MUESTRA + MOLDE	kg 9.029	kg 8.834	kg 8.624	Peso del molde (g): Var.
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	kg 4.7140	kg 4.5190	kg 4.3090	Pison Manual (lbf): 10.0
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA	gr/cm <sup>3</sup> 2.2125	gr/cm <sup>3</sup> 2.1210	gr/cm <sup>3</sup> 2.0224	<b>DATOS PROCTOR</b>
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm <sup>3</sup> <b>2.0501</b>	gr/cm <sup>3</sup> <b>1.9646</b>	gr/cm <sup>3</sup> <b>1.8726</b>	OCH (%): 7.90%
PESO MUESTRA HUMEDA	gr 238.4	gr 267.1	gr 255.1	MDS 100% (gr/cm <sup>3</sup> ): 2.0460
PESO MUESTRA SECA	gr 220.9	gr 247.4	gr 236.2	<b>RESULTADOS</b>
PESO DEL AGUA	gr 17.5	gr 19.7	gr 18.9	CBR 0.1"(%): 24.23
CONTENIDO DE HUMEDAD	% <b>7.92</b>	% <b>7.96</b>	% <b>8.00</b>	CBR 0.2"(%): 32.56



OBSERVACIONES:.....  
.....  
.....

ENSAYO DE PENETRACIÓN									
DATOS DE LA MUESTRA				DATOS DE CALCULO					
<b>CONCEPTO :</b> ANÁLISIS DE BASE RECICLADA <b>N° MUESTRA :</b> 6				<b>Constantes del fabricante:</b>		9.1782	<b>Esfuerzos de Referencia (lb/plg2)</b>		
						83.4467	<b>Esfuerzo ref. p/1"</b>		1000.00
				<b>Área del pisón (plg2):</b>		0.9999	<b>Esfuerzo ref. p/2"</b>		1500.00
				3.0					
<b>N° de Golpes</b>	56			26			12		
<b>Penetración (mm)</b>	<b>Dial-1</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>	<b>Dial-2</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>	<b>Dial-3</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>
0.32	7	147.69	49.23	5	129.33	43.11	2	101.80	33.93
0.64	9	166.04	55.35	6	138.51	46.17	5	129.33	43.11
0.95	15	221.11	73.70	8	156.86	52.29	6	138.51	46.17
1.27	21	276.17	92.06	11	184.40	61.47	9	166.04	55.35
1.59	29	349.59	116.53	21	276.17	92.06	12	193.57	64.52
1.91	39	441.37	147.12	26	322.06	107.35	19	257.82	85.94
2.23	52	560.68	186.89	35	404.66	134.89	23	294.53	98.18
<b>2.54</b>	<b>73</b>	<b>753.41</b>	<b>251.14</b>	<b>43</b>	<b>478.08</b>	<b>159.36</b>	<b>26</b>	<b>322.06</b>	<b>107.35</b>
2.86	84	854.36	284.79	50	542.32	180.77	31	367.95	122.65
3.18	96	964.49	321.50	56	597.39	199.13	33	386.30	128.77
3.50	101	1010.38	336.79	60	634.10	211.37	38	432.19	144.06
3.82	115	1138.87	379.62	71	735.05	245.02	40	450.55	150.18
4.13	123	1212.29	404.10	77	790.12	263.37	42	468.90	156.30
4.45	135	1322.42	440.81	80	817.65	272.55	45	496.43	165.48
4.77	146	1423.37	474.46	86	872.72	290.91	49	533.15	177.72
<b>5.09</b>	<b>153</b>	<b>1487.62</b>	<b>495.87</b>	<b>110</b>	<b>1092.98</b>	<b>364.33</b>	<b>63</b>	<b>661.63</b>	<b>220.54</b>
5.41	176	1698.70	566.23	114	1129.69	376.56	66	689.16	229.72
5.72	200	1918.97	639.66	121	1193.93	397.98	69	716.70	238.90
6.04	238	2267.72	755.91	128	1258.18	419.39	73	753.41	251.14
6.36	247	2350.31	783.44	132	1294.89	431.63	75	771.76	257.25
6.68	251	2387.02	795.67	144	1405.02	468.34	78	799.30	266.43
7.00	256	2432.91	810.97	149	1450.91	483.64	82	836.01	278.67
7.31	268	2543.04	847.68	151	1469.26	489.75	85	863.54	287.85
7.63	279	2644.00	881.33	154	1496.80	498.93	86	872.72	290.91
7.95	283	2680.71	893.57	156	1515.15	505.05	87	881.89	293.96
8.27	289	2735.77	911.92	158	1533.51	511.17	95	955.32	318.44
8.59	311	2937.68	979.23	160	1551.86	517.29	102	1019.56	339.85
8.90	320	3020.28	1006.76	164	1588.57	529.52	108	1074.62	358.21
9.22	333	3139.59	1046.53	168	1625.28	541.76	113	1120.51	373.50
9.54	343	3231.37	1077.12	170	1643.64	547.88	118	1166.40	388.80
9.86	350	3295.61	1098.54	173	1671.17	557.06	121	1193.93	397.98
10.18	355	3341.50	1113.83	179	1726.24	575.41	130	1276.53	425.51
10.49	367	3451.63	1150.54	191	1836.37	612.12	133	1304.07	434.69
10.81	371	3488.34	1162.78	198	1900.61	633.54	138	1349.95	449.98
11.13	380	3570.94	1190.31	208	1992.39	664.13	142	1386.66	462.22
11.45	389	3653.54	1217.85	215	2056.63	685.54	153	1487.62	495.87
11.77	395	3708.60	1236.20	233	2221.83	740.61	156	1515.15	505.05
12.08	407	3818.73	1272.91	247	2350.31	783.44	161	1561.04	520.35
12.40	415	3892.15	1297.38	259	2460.45	820.15	170	1643.64	547.88
12.72	422	3956.40	1318.80	280	2653.18	884.39	175	1689.53	563.18
<b>CBR 0.1"</b>	<b>25.11</b>			<b>15.94</b>			<b>10.74</b>		
<b>CBR 0.2"</b>	<b>33.06</b>			<b>24.29</b>			<b>14.70</b>		

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Índice de Resistencia o Valor de Soporte (C.B.R.) de las muestras analizadas.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA :** 8

**FECHA:** nov-17

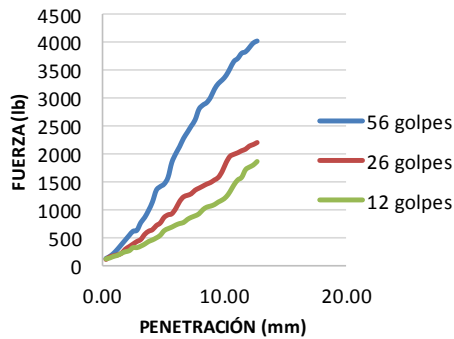
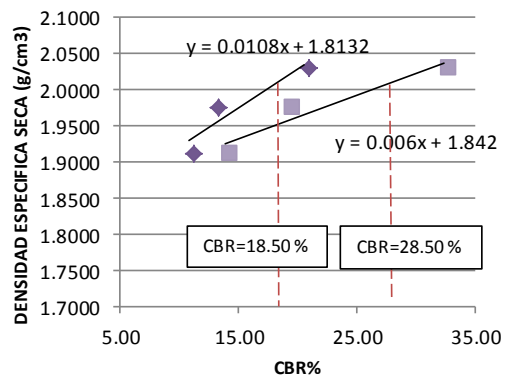
**CANTERA :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

CANTIDAD DE GOLPES		56	26	12	ESPECIFICACIONES	
PESO DEL MOLDE	kg	4.265	4.265	4.265	Vol. del Molde (cm <sup>3</sup> ):	2130.6
PESO DE MUESTRA + MOLDE	kg	8.957	8.816	8.663	Peso del molde (g):	Var.
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	kg	4.6920	4.5510	4.3980	Pison Manual (lbf):	10.0
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA	gr/cm <sup>3</sup>	2.2022	2.1360	2.0642	DATOS PROCTOR	
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.0303</b>	<b>1.9759</b>	<b>1.9112</b>	OCH (%):	8.34%
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	315.2	325.6	327.8	MDS 100% (gr/cm <sup>3</sup> ):	2.0130
PESO MUESTRA SECA	gr	290.6	301.2	303.5	RESULTADOS	
PESO DEL AGUA	gr	24.6	24.4	24.3	CBR 0.1"(%):	18.50
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>8.47</b>	<b>8.10</b>	<b>8.01</b>	CBR 0.2"(%):	28.50

**FUERZA(lb)/ PENETRACION(mm)**

**DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) / CBR(%)**


**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....



ENSAYO DE PENETRACIÓN									
DATOS DE LA MUESTRA				DATOS DE CALCULO					
<b>CONCEPTO : ANÁLISIS DE BASE RECICLADA</b> <b>N° MUESTRA : 8</b>				<b>Constantes del fabricante:</b>		9.1782	<b>Esfuerzos de Referencia (lb/plg2)</b>		
						83.4467	<b>Esfuerzo ref. p/1"</b>		1000.00
				<b>Área del pisón (plg2):</b>		0.9999	<b>Esfuerzo ref. p/2"</b>		1500.00
		3.0							
<b>N° de Golpes</b>	<b>56</b>			<b>26</b>			<b>12</b>		
<b>Penetración (mm)</b>	<b>Dial-1</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>	<b>Dial-2</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>	<b>Dial-3</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>
0.32	5	129.33	43.11	3	110.97	36.99	4	120.15	40.05
0.64	9	166.04	55.35	8	156.86	52.29	6	138.51	46.17
0.95	15	221.11	73.70	10	175.22	58.41	9	166.04	55.35
1.27	23	294.53	98.18	12	193.57	64.52	11	184.40	61.47
1.59	32	377.13	125.71	15	221.11	73.70	15	221.11	73.70
1.91	41	459.72	153.24	23	294.53	98.18	18	248.64	82.88
2.23	50	542.32	180.77	28	340.42	113.47	20	266.99	89.00
<b>2.54</b>	<b>58</b>	<b>615.74</b>	<b>205.25</b>	<b>33</b>	<b>386.30</b>	<b>128.77</b>	<b>26</b>	<b>322.06</b>	<b>107.35</b>
2.86	60	634.10	211.37	38	432.19	144.06	26	322.06	107.35
3.18	75	771.76	257.25	42	468.90	156.30	29	349.59	116.53
3.50	85	863.54	287.85	52	560.68	186.89	33	386.30	128.77
3.82	99	992.03	330.68	58	615.74	205.25	38	432.19	144.06
4.13	115	1138.87	379.62	61	643.28	214.43	41	459.72	153.24
4.45	138	1349.95	449.98	69	716.70	238.90	45	496.43	165.48
4.77	145	1414.20	471.40	74	762.59	254.20	50	542.32	180.77
<b>5.09</b>	<b>150</b>	<b>1460.08</b>	<b>486.69</b>	<b>85</b>	<b>863.54</b>	<b>287.85</b>	<b>59</b>	<b>624.92</b>	<b>208.31</b>
5.41	163	1579.39	526.46	90	909.43	303.14	63	661.63	220.54
5.72	192	1845.54	615.18	92	927.78	309.26	66	689.16	229.72
6.04	209	2001.56	667.19	102	1019.56	339.85	70	725.88	241.96
6.36	223	2130.05	710.02	116	1148.05	382.68	73	753.41	251.14
6.68	239	2276.89	758.96	125	1230.64	410.21	75	771.76	257.25
7.00	251	2387.02	795.67	128	1258.18	419.39	81	826.83	275.61
7.31	263	2497.16	832.39	131	1285.71	428.57	85	863.54	287.85
7.63	275	2607.29	869.10	138	1349.95	449.98	88	891.07	297.02
7.95	296	2800.02	933.34	142	1386.66	462.22	92	927.78	309.26
8.27	304	2873.44	957.81	146	1423.37	474.46	100	1001.20	333.73
8.59	309	2919.33	973.11	150	1460.08	486.69	105	1047.09	349.03
8.90	319	3011.10	1003.70	153	1487.62	495.87	107	1065.45	355.15
9.22	335	3157.94	1052.65	158	1533.51	511.17	110	1092.98	364.33
9.54	346	3258.90	1086.30	163	1579.39	526.46	115	1138.87	379.62
9.86	353	3323.14	1107.71	175	1689.53	563.18	119	1175.58	391.86
10.18	362	3405.74	1135.25	192	1845.54	615.18	125	1230.64	410.21
10.49	375	3525.05	1175.02	204	1955.68	651.89	135	1322.42	440.81
10.81	389	3653.54	1217.85	208	1992.39	664.13	148	1441.73	480.58
11.13	395	3708.60	1236.20	211	2019.92	673.31	158	1533.51	511.17
11.45	405	3800.38	1266.79	215	2056.63	685.54	163	1579.39	526.46
11.77	408	3827.91	1275.97	218	2084.16	694.72	178	1717.06	572.35
12.08	416	3901.33	1300.44	224	2139.23	713.08	183	1762.95	587.65
12.40	425	3983.93	1327.98	227	2166.76	722.25	187	1799.66	599.89
12.72	429	4020.64	1340.21	231	2203.47	734.49	194	1863.90	621.30
<b>CBR 0.1"</b>	<b>20.52</b>			<b>12.88</b>			<b>10.74</b>		
<b>CBR 0.2"</b>	<b>32.45</b>			<b>19.19</b>			<b>13.89</b>		

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Índice de Resistencia o Valor de Soporte (C.B.R.) de las muestras analizadas.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO:** ANÁLISIS DE BASE RECICLADA

**N° MUESTRA:** 10

**FECHA:** dic-17

**CANTERA:** -

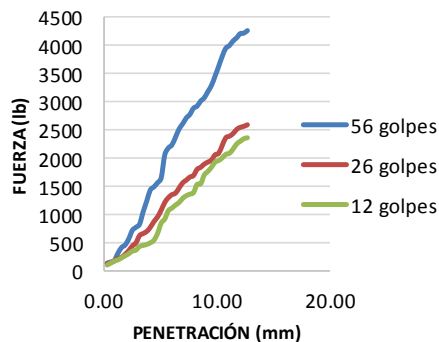
**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

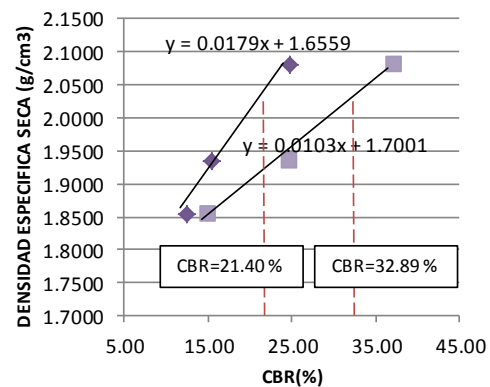
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

CANTIDAD DE GOLPES		56	26	12	ESPECIFICACIONES	
PESO DEL MOLDE	kg	4.315	4.315	4.315	Vol. del Molde (cm <sup>3</sup> )	2130.6
PESO DE MUESTRA + MOLDE	kg	9.111	8.784	8.598	Peso del molde (g)	Var.
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	kg	4.7960	4.4690	4.2830	Pison Manual (lbf)	10.0
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA	gr/cm <sup>3</sup>	2.2510	2.0975	2.0102	<b>DATOS PROCTOR</b>	
DENSIDAD ESPECIFICA SECA	gr/cm <sup>3</sup>	<b>2.0794</b>	<b>1.9343</b>	<b>1.8529</b>	OCH (%)	8.48%
PESO MUESTRA HUMEDA	gr	346.3	348.2	327.1	MDS 100% (gr/cm <sup>3</sup> )	2.0390
PESO MUESTRA SECA	gr	319.9	321.1	301.5	<b>RESULTADOS</b>	
PESO DEL AGUA	gr	26.4	27.1	25.6	CBR 0.1" (%)	21.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	<b>8.25</b>	<b>8.44</b>	<b>8.49</b>	CBR 0.2" (%)	33.11

**FUERZA(lb)/ PENETRACION(mm)**



**DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) / CBR(%)**



**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....

ENSAYO DE PENETRACIÓN									
DATOS DE LA MUESTRA				DATOS DE CALCULO					
<b>CONCEPTO : ANÁLISIS DE BASE RECICLADA</b> <b>N° MUESTRA : 10</b>				<b>Constantes del fabricante:</b>	9.1782	<b>Esfuerzos de Referencia (lb/plg2)</b>			
					83.4467	<b>Esfuerzo ref. p/1 "</b>		1000.00	
				0.9999	<b>Esfuerzo ref. p/2 "</b>		1500.00		
				<b>Área del pisón (plg2):</b>	3.0				
<b>N° de Golpes</b>	56			26			12		
<b>Penetración (mm)</b>	<b>Dial-1</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>	<b>Dial-2</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>	<b>Dial-3</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>
0.32	6	138.51	46.17	5	129.33	43.11	2	101.80	33.93
0.64	8	156.86	52.29	7	147.69	49.23	6	138.51	46.17
0.95	11	184.40	61.47	10	175.22	58.41	10	175.22	58.41
1.27	25	312.88	104.29	15	221.11	73.70	12	193.57	64.52
1.59	36	413.84	137.95	17	239.46	79.82	16	230.28	76.76
1.91	41	459.72	153.24	23	294.53	98.18	20	266.99	89.00
2.23	53	569.86	189.95	30	358.77	119.59	24	303.70	101.23
<b>2.54</b>	<b>69</b>	<b>716.70</b>	<b>238.90</b>	<b>39</b>	<b>441.37</b>	<b>147.12</b>	<b>29</b>	<b>349.59</b>	<b>116.53</b>
2.86	75	771.76	257.25	45	496.43	165.48	31	367.95	122.65
3.18	81	826.83	275.61	59	624.92	208.31	38	432.19	144.06
3.50	105	1047.09	349.03	63	661.63	220.54	40	450.55	150.18
3.82	126	1239.82	413.27	67	698.34	232.78	42	468.90	156.30
4.13	147	1432.55	477.52	75	771.76	257.25	45	496.43	165.48
4.45	153	1487.62	495.87	86	872.72	290.91	50	542.32	180.77
4.77	161	1561.04	520.35	95	955.32	318.44	63	661.63	220.54
<b>5.09</b>	<b>170</b>	<b>1643.64</b>	<b>547.88</b>	<b>108</b>	<b>1074.62</b>	<b>358.21</b>	<b>83</b>	<b>845.18</b>	<b>281.73</b>
5.41	215	2056.63	685.54	123	1212.29	404.10	91	918.61	306.20
5.72	228	2175.94	725.31	132	1294.89	431.63	107	1065.45	355.15
6.04	234	2231.00	743.67	138	1349.95	449.98	112	1111.34	370.45
6.36	249	2368.67	789.56	141	1377.49	459.16	118	1166.40	388.80
6.68	265	2515.51	838.50	151	1469.26	489.75	123	1212.29	404.10
7.00	275	2607.29	869.10	161	1561.04	520.35	131	1285.71	428.57
7.31	286	2708.24	902.75	166	1606.93	535.64	136	1331.60	443.87
7.63	293	2772.48	924.16	172	1661.99	554.00	139	1359.13	453.04
7.95	305	2882.62	960.87	175	1689.53	563.18	142	1386.66	462.22
8.27	309	2919.33	973.11	187	1799.66	599.89	158	1533.51	511.17
8.59	319	3011.10	1003.70	191	1836.37	612.12	159	1542.68	514.23
8.90	325	3066.17	1022.06	197	1891.43	630.48	176	1698.70	566.23
9.22	337	3176.30	1058.77	201	1928.14	642.71	183	1762.95	587.65
9.54	349	3286.43	1095.48	205	1964.85	654.95	191	1836.37	612.12
9.86	367	3451.63	1150.54	215	2056.63	685.54	201	1928.14	642.71
10.18	386	3626.00	1208.67	218	2084.16	694.72	204	1955.68	651.89
10.49	405	3800.38	1266.79	233	2221.83	740.61	209	2001.56	667.19
10.81	421	3947.22	1315.74	248	2359.49	786.50	216	2065.81	688.60
11.13	426	3993.11	1331.04	251	2387.02	795.67	218	2084.16	694.72
11.45	435	4075.71	1358.57	256	2432.91	810.97	226	2157.58	719.19
11.77	441	4130.77	1376.92	264	2506.33	835.44	236	2249.36	749.79
12.08	449	4204.19	1401.40	268	2543.04	847.68	241	2295.25	765.08
12.40	450	4213.37	1404.46	270	2561.40	853.80	246	2341.14	780.38
12.72	455	4259.26	1419.75	273	2588.93	862.98	248	2359.49	786.50
<b>CBR 0.1"</b>	<b>23.89</b>			<b>14.71</b>			<b>11.65</b>		
<b>CBR 0.2"</b>	<b>36.53</b>			<b>23.88</b>			<b>14.30</b>		

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Índice de Resistencia o Valor de Soporte (C.B.R.) de las muestras analizadas.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO:** ANÁLISIS DE COMBINACIONES ENTRE BASE RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA

**N° MUESTRA:** Combinación **01** (5%-95%)

**FECHA:** ene-18

**CANTERA:** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

N° de Muestras combinadas	01 y 02	03 y 04	05 y 06	07 y 08	09 y 10	ESPECIFICACIONES	
PESO DEL MOLDE (kg)	4.265	4.180	4.180	4.265	3.695	Vol. del Molde (cm <sup>3</sup> ):	2130.6
PESO DE MUESTRA + MOLDE (kg)	8.915	8.970	8.945	8.955	8.320	Peso del molde (g):	Var.
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (kg)	4.6500	4.7900	4.7650	4.6900	4.6250	Pison Manual (lbf):	10.0
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.1825	2.2482	2.2365	2.2013	2.1707	N° de goleps (lbf):	56.0
DENSIDAD ESPECIFICA SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.0191</b>	<b>2.0757</b>	<b>2.0666</b>	<b>2.0377</b>	<b>2.0073</b>	<b>DATOS PROCTOR</b>	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	225.8	121.2	135.6	231.2	140.8	OCH (%):	-
PESO MUESTRA SECA (gr)	208.9	111.9	125.3	214.0	130.2	MDS 100% (gr/cm <sup>3</sup> ):	-
PESO DEL AGUA (gr)	16.9	9.3	10.3	17.2	10.6	<b>RESULTADOS</b>	
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	<b>8.09</b>	<b>8.31</b>	<b>8.22</b>	<b>8.03</b>	<b>8.14</b>	CBR promedio (%):	17.53

**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....

ENSAYO DE PENETRACIÓN															
DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DE CALCULO										
CONCEPTO: ANÁLISIS DE COMBINACIONES ENTRE BASE RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA					Constantes del fabricante:					9.1782		Esfuerzos de Referencia (lb/plg2)			
N° de combinación: Combinación 01 (5%-95%)					Área del pisón (plg2): 3.0					83.4467		Esfuerzo ref. p/1"		1000.00	
										0.9999		Esfuerzo ref. p/2"		1500.00	
N° de muestra	Muestra 01 y 02			Muestra 03 y 04			Muestra 05 y 06			Muestra 07 y 08			Muestra 09 y 10		
Penetración (mm)	Dial-1	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-2	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-3	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-4	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-5	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)
0.32	9	166.04	55.35	12	193.57	64.52	4	120.15	40.05	3	110.97	36.99	3	110.97	36.99
0.64	18	248.64	82.88	19	257.82	85.94	8	156.86	52.29	7	147.69	49.23	3	110.97	36.99
0.95	27	331.24	110.41	20	266.99	89.00	12	193.57	64.52	12	193.57	64.52	5	129.33	43.11
1.27	34	395.48	131.83	21	276.17	92.06	17	239.46	79.82	19	257.82	85.94	8	156.86	52.29
1.59	40	450.55	150.18	23	294.53	98.18	21	276.17	92.06	27	331.24	110.41	15	221.11	73.70
1.91	45	496.43	165.48	25	312.88	104.29	28	340.42	113.47	38	432.19	144.06	26	322.06	107.35
2.23	50	542.32	180.77	28	340.42	113.47	35	404.66	134.89	49	533.15	177.72	39	441.37	147.12
2.54	53	569.86	189.95	32	377.13	125.71	40	450.55	150.18	60	634.10	211.37	56	597.39	199.13
2.86	57	606.57	202.19	35	404.66	134.89	46	505.61	168.54	73	753.41	251.14	76	780.94	260.31
3.18	60	634.10	211.37	40	450.55	150.18	51	551.50	183.83	85	863.54	287.85	91	918.61	306.20
3.50	67	698.34	232.78	44	487.26	162.42	61	643.28	214.43	95	955.32	318.44	100	1001.20	333.73
3.82	70	725.88	241.96	49	533.15	177.72	68	707.52	235.84	107	1065.45	355.15	110	1092.98	364.33
4.13	75	771.76	257.25	52	560.68	186.89	75	771.76	257.25	117	1157.22	385.74	123	1212.29	404.10
4.45	83	845.18	281.73	59	624.92	208.31	85	863.54	287.85	126	1239.82	413.27	132	1294.89	431.63
4.77	91	918.61	306.20	65	679.99	226.66	96	964.49	321.50	132	1294.89	431.63	145	1414.20	471.40
5.09	98	982.85	327.62	73	753.41	251.14	102	1019.56	339.85	138	1349.95	449.98	160	1551.86	517.29
5.41	105	1047.09	349.03	80	817.65	272.55	105	1047.09	349.03	150	1460.08	486.69	174	1680.35	560.12
5.72	115	1138.87	379.62	86	872.72	290.91	112	1111.34	370.45	160	1551.86	517.29	193	1854.72	618.24
6.04	127	1249.00	416.33	92	927.78	309.26	119	1175.58	391.86	172	1661.99	554.00	210	2010.74	670.25
6.36	135	1322.42	440.81	100	1001.20	333.73	124	1221.47	407.16	181	1744.59	581.53	228	2175.94	725.31
6.68	148	1441.73	480.58	104	1037.91	345.97	130	1276.53	425.51	198	1900.61	633.54	248	2359.49	786.50
7.00	160	1551.86	517.29	110	1092.98	364.33	134	1313.24	437.75	210	2010.74	670.25	268	2543.04	847.68
7.31	173	1671.17	557.06	119	1175.58	391.86	139	1359.13	453.04	230	2194.29	731.43	280	2653.18	884.39
7.63	185	1781.30	593.77	125	1230.64	410.21	142	1386.66	462.22	244	2322.78	774.26	292	2763.31	921.10
7.95	200	1918.97	639.66	132	1294.89	431.63	151	1469.26	489.75	262	2487.98	829.33	310	2928.50	976.17
8.27	216	2065.81	688.60	139	1359.13	453.04	165	1597.75	532.58	275	2607.29	869.10	323	3047.81	1015.94
8.59	232	2212.65	737.55	145	1414.20	471.40	171	1652.81	550.94	290	2744.95	914.98	343	3231.37	1077.12
8.90	245	2331.96	777.32	151	1469.26	489.75	179	1726.24	575.41	307	2900.97	966.99	365	3433.27	1144.42
9.22	262	2487.98	829.33	158	1533.51	511.17	185	1781.30	593.77	324	3056.99	1019.00	374	3515.87	1171.96
9.54	278	2634.82	878.27	165	1597.75	532.58	193	1854.72	618.24	340	3203.83	1067.94	390	3662.71	1220.90
9.86	295	2790.84	930.28	170	1643.64	547.88	203	1946.50	648.83	354	3332.32	1110.77	407	3818.73	1272.91
10.18	306	2891.79	963.93	175	1689.53	563.18	212	2029.10	676.37	368	3460.81	1153.60	420	3938.04	1312.68
10.49	320	3020.28	1006.76	183	1762.95	587.65	223	2130.05	710.02	375	3525.05	1175.02	428	4011.46	1337.15
10.81	330	3112.06	1037.35	191	1836.37	612.12	228	2175.94	725.31	390	3662.71	1220.90	439	4112.42	1370.81
11.13	345	3249.72	1083.24	193	1854.72	618.24	234	2231.00	743.67	405	3800.38	1266.79	445	4167.48	1389.16
11.45	356	3350.67	1116.89	200	1918.97	639.66	237	2258.54	752.85	412	3864.62	1288.21	458	4286.79	1428.93
11.77	365	3433.27	1144.42	205	1964.85	654.95	246	2341.14	780.38	432	4048.17	1349.39	470	4396.92	1465.64
12.08	374	3515.87	1171.96	210	2010.74	670.25	251	2387.02	795.67	440	4121.59	1373.86	485	4534.59	1511.53
12.40	385	3616.83	1205.61	218	2084.16	694.72	255	2423.74	807.91	450	4213.37	1404.46	490	4580.48	1526.83
12.72	393	3690.25	1230.08	225	2148.41	716.14	262	2487.98	829.33	460	4305.15	1435.05	502	4690.61	1563.54
<b>CBR 0.1"</b>	<b>19.00</b>			<b>12.57</b>			<b>15.02</b>			<b>21.14</b>			<b>19.91</b>		
<b>CBR 0.2"</b>	<b>21.84</b>			<b>16.74</b>			<b>22.66</b>			<b>30.00</b>			<b>34.49</b>		

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Índice de Resistencia o Valor de Soporte (C.B.R.) de las muestras analizadas.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO:** ANÁLISIS DE COMBINACIONES ENTRE BASE RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA

**N° MUESTRA:** Combinación **02** (10%-90%)

**FECHA:** ene-18

**CANERA:** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

N° de Muestras combinadas	01 y 02	03 y 04	05 y 06	07 y 08	09 y 10	ESPECIFICACIONES	
PESO DEL MOLDE (kg)	4.185	4.185	4.265	4.265	4.265	Vol. del Molde (cm <sup>3</sup> ):	2130.6
PESO DE MUESTRA + MOLDE (kg)	8.890	8.885	8.955	8.905	9.080	Peso del molde (g):	Var.
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (kg)	4.7050	4.7000	4.6900	4.6400	4.8150	Pison Manual (lbf):	10.0
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.2083	2.2059	2.2013	2.1778	2.2599	N° de goleps (lbf):	56.0
DENSIDAD ESPECIFICA SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.0465</b>	<b>2.0419</b>	<b>2.0352</b>	<b>2.0169</b>	<b>2.0879</b>	<b>DATOS PROCTOR</b>	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	185.6	153.3	156.4	134.0	134.0	OCH (%):	-
PESO MUESTRA SECA (gr)	172.0	141.9	144.6	124.1	123.8	MDS 100% (gr/cm <sup>3</sup> ):	-
PESO DEL AGUA (gr)	13.6	11.4	11.8	9.9	10.2	<b>RESULTADOS</b>	
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	<b>7.91</b>	<b>8.03</b>	<b>8.16</b>	<b>7.98</b>	<b>8.24</b>	CBR promedio (%):	23.52

**OBSERVACIONES:**.....  
.....  
.....

ENSAYO DE PENETRACIÓN															
DATOS DE LA MUESTRA						DATOS DE CALCULO									
<b>CONCEPTO:</b> ANÁLISIS DE COMBINACIONES ENTRE BASE RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA						<b>Constantes del fabricante:</b>				9.1782		<b>Esfuerzos de Referencia (lb/plg2)</b>			
										83.4467		<b>Esfuerzo ref. p/1"</b>		1000.00	
										0.9999		<b>Esfuerzo ref. p/2"</b>		1500.00	
<b>N° de combinación:</b>		Combinación 02 (10%-90%)				<b>Área del pisón (plg2):</b>				3.0					
<b>N° de muestra</b>	<b>Muestra 01 y 02</b>			<b>Muestra 03 y 04</b>			<b>Muestra 05 y 06</b>			<b>Muestra 07 y 08</b>			<b>Muestra 09 y 10</b>		
<b>Penetración (mm)</b>	<b>Dial-1</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>	<b>Dial-2</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>	<b>Dial-3</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>	<b>Dial-4</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>	<b>Dial-5</b>	<b>Fuerza (lb)</b>	<b>Esfuerzo (lb/pulg2)</b>
0.32	4	120.15	40.05	8	156.86	52.29	6	138.51	46.17	18	248.64	82.88	4	120.15	40.05
0.64	9	166.04	55.35	17	239.46	79.82	10	175.22	58.41	31	367.95	122.65	9	166.04	55.35
0.95	14	211.93	70.64	26	322.06	107.35	14	211.93	70.64	43	478.08	159.36	14	211.93	70.64
1.27	25	312.88	104.29	37	423.01	141.00	20	266.99	89.00	52	560.68	186.89	23	294.53	98.18
1.59	33	386.30	128.77	50	542.32	180.77	28	340.42	113.47	59	624.92	208.31	29	349.59	116.53
1.91	45	496.43	165.48	60	634.10	211.37	32	377.13	125.71	63	661.63	220.54	35	404.66	134.89
2.23	56	597.39	199.13	70	725.88	241.96	49	533.15	177.72	70	725.88	241.96	40	450.55	150.18
2.54	77	790.12	263.37	75	771.76	257.25	66	689.16	229.72	75	771.76	257.25	46	505.61	168.54
2.86	83	845.18	281.73	85	863.54	287.85	75	771.76	257.25	82	836.01	278.67	52	560.68	186.89
3.18	88	891.07	297.02	90	909.43	303.14	84	854.36	284.79	90	909.43	303.14	62	652.45	217.48
3.50	95	955.32	318.44	95	955.32	318.44	94	946.14	315.38	100	1001.20	333.73	75	771.76	257.25
3.82	107	1065.45	355.15	102	1019.56	339.85	102	1019.56	339.85	110	1092.98	364.33	86	872.72	290.91
4.13	117	1157.22	385.74	108	1074.62	358.21	115	1138.87	379.62	119	1175.58	391.86	95	955.32	318.44
4.45	123	1212.29	404.10	116	1148.05	382.68	123	1212.29	404.10	128	1258.18	419.39	108	1074.62	358.21
4.77	132	1294.89	431.63	122	1203.11	401.04	133	1304.07	434.69	140	1368.31	456.10	116	1148.05	382.68
5.09	142	1386.66	462.22	129	1267.35	422.45	140	1368.31	456.10	154	1496.80	498.93	123	1212.29	404.10
5.41	153	1487.62	495.87	137	1340.78	446.93	147	1432.55	477.52	165	1597.75	532.58	135	1322.42	440.81
5.72	159	1542.68	514.23	148	1441.73	480.58	156	1515.15	505.05	173	1671.17	557.06	139	1359.13	453.04
6.04	171	1652.81	550.94	158	1533.51	511.17	165	1597.75	532.58	188	1808.83	602.94	142	1386.66	462.22
6.36	183	1762.95	587.65	166	1606.93	535.64	175	1689.53	563.18	201	1928.14	642.71	151	1469.26	489.75
6.68	193	1854.72	618.24	176	1698.70	566.23	184	1772.12	590.71	212	2029.10	676.37	156	1515.15	505.05
7.00	202	1937.32	645.77	190	1827.19	609.06	191	1836.37	612.12	225	2148.41	716.14	162	1570.22	523.41
7.31	215	2056.63	685.54	202	1937.32	645.77	200	1918.97	639.66	239	2276.89	758.96	174	1680.35	560.12
7.63	223	2130.05	710.02	215	2056.63	685.54	223	2130.05	710.02	251	2387.02	795.67	186	1790.48	596.83
7.95	234	2231.00	743.67	228	2175.94	725.31	235	2240.18	746.73	262	2487.98	829.33	194	1863.90	621.30
8.27	250	2377.85	792.62	244	2322.78	774.26	247	2350.31	783.44	272	2579.75	859.92	197	1891.43	630.48
8.59	260	2469.62	823.21	258	2451.27	817.09	263	2497.16	832.39	285	2699.06	899.69	203	1946.50	648.83
8.90	269	2552.22	850.74	275	2607.29	869.10	277	2625.64	875.21	294	2781.66	927.22	209	2001.56	667.19
9.22	278	2634.82	878.27	285	2699.06	899.69	291	2754.13	918.04	302	2855.08	951.69	216	2065.81	688.60
9.54	290	2744.95	914.98	300	2836.73	945.58	310	2928.50	976.17	312	2946.86	982.29	221	2111.70	703.90
9.86	305	2882.62	960.87	315	2974.39	991.46	321	3029.46	1009.82	325	3066.17	1022.06	233	2221.83	740.61
10.18	317	2992.75	997.58	333	3139.59	1046.53	340	3203.83	1067.94	333	3139.59	1046.53	245	2331.96	777.32
10.49	335	3157.94	1052.65	345	3249.72	1083.24	356	3350.67	1116.89	343	3231.37	1077.12	254	2414.56	804.85
10.81	350	3295.61	1098.54	348	3277.25	1092.42	362	3405.74	1135.25	353	3323.14	1107.71	263	2497.16	832.39
11.13	365	3433.27	1144.42	355	3341.50	1113.83	378	3552.58	1184.19	361	3396.56	1132.19	267	2533.87	844.62
11.45	375	3525.05	1175.02	360	3387.39	1129.13	391	3671.89	1223.96	370	3479.16	1159.72	285	2699.06	899.69
11.77	388	3644.36	1214.79	378	3552.58	1184.19	415	3892.15	1297.38	375	3525.05	1175.02	288	2726.60	908.87
12.08	395	3708.60	1236.20	387	3635.18	1211.73	428	4011.46	1337.15	385	3616.83	1205.61	292	2763.31	921.10
12.40	410	3846.27	1282.09	397	3726.96	1242.32	435	4075.71	1358.57	392	3681.07	1227.02	301	2845.91	948.64
12.72	413	3873.80	1291.27	405	3800.38	1266.79	440	4121.59	1373.86	398	3736.13	1245.38	310	2928.50	976.17
<b>CBR 0.1"</b>	<b>26.34</b>			<b>25.73</b>			<b>22.97</b>			<b>25.73</b>			<b>16.85</b>		
<b>CBR 0.2"</b>	<b>30.81</b>			<b>28.16</b>			<b>30.41</b>			<b>33.26</b>			<b>26.94</b>		

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Índice de Resistencia o Valor de Soporte (C.B.R.) de las muestras analizadas.

**DATOS DE LA MUESTRA**
**CONCEPTO:** ANÁLISIS DE COMBINACIONES ENTRE BASE RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA

**N° MUESTRA:** Combinación 03 (20%-80%)

**FECHA:** ene-18

**CANTERA:** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

N° de Muestras combinadas	01 y 02	03 y 04	05 y 06	07 y 08	09 y 10	ESPECIFICACIONES	
PESO DEL MOLDE (kg)	4.265	4.270	4.270	4.270	4.265	Vol. del Molde (cm <sup>3</sup> ):	2130.6
PESO DE MUESTRA + MOLDE (kg)	8.995	9.010	9.050	9.080	9.015	Peso del molde (g):	Var.
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (kg)	4.7300	4.7400	4.7800	4.8100	4.7500	Pison Manual (lbf):	10.0
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.2200	2.2247	2.2435	2.2576	2.2294	N° de goleps (lbf):	56.0
DENSIDAD ESPECIFICA SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.0527</b>	<b>2.0574</b>	<b>2.0703</b>	<b>2.0854</b>	<b>2.0641</b>	<b>DATOS PROCTOR</b>	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	143.3	151.1	134.7	153.4	321.0	OCH (%):	-
PESO MUESTRA SECA (gr)	132.5	139.7	124.3	141.7	297.2	MDS 100% (gr/cm <sup>3</sup> ):	-
PESO DEL AGUA (gr)	10.8	11.4	10.4	11.7	23.8	<b>RESULTADOS</b>	
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	<b>8.15</b>	<b>8.13</b>	<b>8.37</b>	<b>8.26</b>	<b>8.01</b>	CBR promedio (%):	30.25

**OBSERVACIONES:** .....  
 .....  
 .....



ENSAYO DE PENETRACIÓN																
DATOS DE LA MUESTRA						DATOS DE CALCULO										
CONCEPTO: ANÁLISIS DE COMBINACIONES ENTRE BASE RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA						Constantes del fabricante:				9.1782	Esfuerzos de Referencia (lb/plg2)					
										83.4467	Esfuerzo ref. p/1"			1000.00		
										0.9999	Esfuerzo ref. p/2"			1500.00		
N° de combinación:		Combinación 03 (20%-80%)				Área del pisón (plg2):				3.0						
N° de muestra	Muestra 01 y 02			Muestra 03 y 04			Muestra 05 y 06			Muestra 07 y 08			Muestra 09 y 10			
Penetración (mm)	Dial-1	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-2	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-3	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-4	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-5	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	
0.32	18	248.64	82.88	9	166.04	55.35	5	129.33	43.11	8	156.86	52.29	10	175.22	58.41	
0.64	22	285.35	95.12	20	266.99	89.00	7	147.69	49.23	15	221.11	73.70	22	285.35	95.12	
0.95	46	505.61	168.54	32	377.13	125.71	16	230.28	76.76	26	322.06	107.35	39	441.37	147.12	
1.27	60	634.10	211.37	48	523.97	174.66	24	303.70	101.23	31	367.95	122.65	55	588.21	196.07	
1.59	72	744.23	248.08	65	679.99	226.66	35	404.66	134.89	48	523.97	174.66	70	725.88	241.96	
1.91	85	863.54	287.85	78	799.30	266.43	43	478.08	159.36	55	588.21	196.07	83	845.18	281.73	
2.23	100	1001.20	333.73	92	927.78	309.26	50	542.32	180.77	67	698.34	232.78	95	955.32	318.44	
2.54	110	1092.98	364.33	101	1010.38	336.79	54	579.03	193.01	78	799.30	266.43	106	1056.27	352.09	
2.86	121	1193.93	397.98	111	1102.16	367.39	58	615.74	205.25	85	863.54	287.85	115	1138.87	379.62	
3.18	138	1349.95	449.98	120	1184.76	394.92	63	661.63	220.54	95	955.32	318.44	129	1267.35	422.45	
3.50	150	1460.08	486.69	128	1258.18	419.39	67	698.34	232.78	102	1019.56	339.85	144	1405.02	468.34	
3.82	160	1551.86	517.29	136	1331.60	443.87	88	891.07	297.02	121	1193.93	397.98	155	1505.97	501.99	
4.13	169	1634.46	544.82	145	1414.20	471.40	105	1047.09	349.03	134	1313.24	437.75	169	1634.46	544.82	
4.45	178	1717.06	572.35	153	1487.62	495.87	115	1138.87	379.62	138	1349.95	449.98	187	1799.66	599.89	
4.77	190	1827.19	609.06	160	1551.86	517.29	123	1212.29	404.10	145	1414.20	471.40	202	1937.32	645.77	
5.09	202	1937.32	645.77	170	1643.64	547.88	136	1331.60	443.87	153	1487.62	495.87	218	2084.16	694.72	
5.41	212	2029.10	676.37	177	1707.88	569.29	145	1414.20	471.40	164	1588.57	529.52	235	2240.18	746.73	
5.72	220	2102.52	700.84	180	1735.41	578.47	149	1450.91	483.64	175	1689.53	563.18	255	2423.74	807.91	
6.04	232	2212.65	737.55	185	1781.30	593.77	156	1515.15	505.05	191	1836.37	612.12	270	2561.40	853.80	
6.36	245	2331.96	777.32	188	1808.83	602.94	162	1570.22	523.41	203	1946.50	648.83	284	2689.89	896.63	
6.68	255	2423.74	807.91	195	1873.08	624.36	168	1625.28	541.76	211	2019.92	673.31	302	2855.08	951.69	
7.00	265	2515.51	838.50	200	1918.97	639.66	175	1689.53	563.18	218	2084.16	694.72	315	2974.39	991.46	
7.31	275	2607.29	869.10	202	1937.32	645.77	179	1726.24	575.41	226	2157.58	719.19	329	3102.88	1034.29	
7.63	285	2699.06	899.69	210	2010.74	670.25	183	1762.95	587.65	235	2240.18	746.73	344	3240.54	1080.18	
7.95	294	2781.66	927.22	215	2056.63	685.54	192	1845.54	615.18	243	2313.60	771.20	356	3350.67	1116.89	
8.27	303	2864.26	954.75	221	2111.70	703.90	208	1992.39	664.13	256	2432.91	810.97	372	3497.52	1165.84	
8.59	318	3001.93	1000.64	223	2130.05	710.02	215	2056.63	685.54	275	2607.29	869.10	384	3607.65	1202.55	
8.90	329	3102.88	1034.29	230	2194.29	731.43	218	2084.16	694.72	293	2772.48	924.16	398	3736.13	1245.38	
9.22	337	3176.30	1058.77	233	2221.83	740.61	223	2130.05	710.02	301	2845.91	948.64	410	3846.27	1282.09	
9.54	342	3222.19	1074.06	241	2295.25	765.08	226	2157.58	719.19	310	2928.50	976.17	425	3983.93	1327.98	
9.86	352	3313.96	1104.65	246	2341.14	780.38	231	2203.47	734.49	316	2983.57	994.52	436	4084.88	1361.63	
10.18	360	3387.39	1129.13	250	2377.85	792.62	234	2231.00	743.67	328	3093.70	1031.23	449	4204.19	1401.40	
10.49	368	3460.81	1153.60	251	2387.02	795.67	237	2258.54	752.85	331	3121.23	1040.41	460	4305.15	1435.05	
10.81	370	3479.16	1159.72	258	2451.27	817.09	240	2286.07	762.02	339	3194.66	1064.89	472	4415.28	1471.76	
11.13	380	3570.94	1190.31	264	2506.33	835.44	254	2414.56	804.85	344	3240.54	1080.18	485	4534.59	1511.53	
11.45	390	3662.71	1220.90	273	2588.93	862.98	256	2432.91	810.97	346	3258.90	1086.30	500	4672.25	1557.42	
11.77	395	3708.60	1236.20	277	2625.64	875.21	261	2478.80	826.27	358	3369.03	1123.01	511	4773.21	1591.07	
12.08	406	3809.56	1269.85	280	2653.18	884.39	263	2497.16	832.39	363	3414.92	1138.31	525	4901.69	1633.90	
12.40	412	3864.62	1288.21	286	2708.24	902.75	267	2533.87	844.62	369	3469.98	1156.66	540	5039.36	1679.79	
12.72	423	3965.58	1321.86	295	2790.84	930.28	271	2570.58	856.86	373	3506.69	1168.90	555	5177.02	1725.67	
<b>CBR 0.1"</b>	<b>36.43</b>			<b>33.68</b>			<b>19.30</b>			<b>26.64</b>			<b>35.21</b>			
<b>CBR 0.2"</b>	<b>43.05</b>			<b>36.53</b>			<b>29.59</b>			<b>33.06</b>			<b>46.31</b>			

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
 NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Índice de Resistencia o Valor de Soporte (C.B.R.) de las muestras analizadas.

**DATOS DE LA MUESTRA**
**CONCEPTO :** ANÁLISIS DE COMBINACIONES ENTRE BASE RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA

**N° MUESTRA :** Combinación **04** (30%-70%)

**FECHA:** ene-18

**CANTERA :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

N° de Muestras combinadas	01 y 02	03 y 04	05 y 06	07 y 08	09 y 10	ESPECIFICACIONES	
PESO DEL MOLDE (kg)	4.180	4.265	4.260	4.255	4.260	Vol. del Molde (cm <sup>3</sup> ):	2130.6
PESO DE MUESTRA + MOLDE (kg)	8.875	9.095	9.090	8.995	9.025	Peso del molde (g):	Var.
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (kg)	4.6950	4.8300	4.8300	4.7400	4.7650	Pison Manual (lbf):	10.0
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.2036	2.2670	2.2670	2.2247	2.2365	N° de goleps (lbf):	56.0
DENSIDAD ESPECIFICA SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.0338</b>	<b>2.0963</b>	<b>2.0994</b>	<b>2.0598</b>	<b>2.0702</b>	<b>DATOS PROCTOR</b>	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	173.9	176.7	131.2	137.1	174.9	OCH (%):	-
PESO MUESTRA SECA (gr)	160.5	163.4	121.5	126.9	161.9	MDS 100% (gr/cm <sup>3</sup> ):	-
PESO DEL AGUA (gr)	13.4	13.3	9.7	10.2	13.0	<b>RESULTADOS</b>	
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	<b>8.35</b>	<b>8.14</b>	<b>7.98</b>	<b>8.01</b>	<b>8.03</b>	CBR promedio (%):	37.66

**OBSERVACIONES:** .....  
 .....  
 .....

ENSAYO DE PENETRACIÓN																
DATOS DE LA MUESTRA						DATOS DE CALCULO										
CONCEPTO: ANÁLISIS DE COMBINACIONES ENTRE BASE RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA						Constantes del fabricante:				9.1782	Esfuerzos de Referencia (lb/plg2)					
										83.4467	Esfuerzo ref. p/1"				1000.00	
										0.9999	Esfuerzo ref. p/2"				1500.00	
N° de combinación:		Combinación 04 (30%-70%)				Área del pisón (plg2):				3.0						
N° de muestra	Muestra 01 y 02			Muestra 03 y 04			Muestra 05 y 06			Muestra 07 y 08			Muestra 09 y 10			
Penetración (mm)	Dial-1	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-2	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-3	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-4	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-5	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	
0.32	8	156.86	52.29	3	110.97	36.99	18	248.64	82.88	20	266.99	89.00	5	129.33	43.11	
0.64	11	184.40	61.47	10	175.22	58.41	37	423.01	141.00	36	413.84	137.95	15	221.11	73.70	
0.95	23	294.53	98.18	24	303.70	101.23	55	588.21	196.07	50	542.32	180.77	34	395.48	131.83	
1.27	35	404.66	134.89	42	468.90	156.30	75	771.76	257.25	65	679.99	226.66	52	560.68	186.89	
1.59	44	487.26	162.42	65	679.99	226.66	90	909.43	303.14	85	863.54	287.85	70	725.88	241.96	
1.91	51	551.50	183.83	90	909.43	303.14	103	1028.74	342.91	96	964.49	321.50	92	927.78	309.26	
2.23	58	615.74	205.25	105	1047.09	349.03	115	1138.87	379.62	113	1120.51	373.50	110	1092.98	364.33	
2.54	66	689.16	229.72	125	1230.64	410.21	125	1230.64	410.21	125	1230.64	410.21	129	1267.35	422.45	
2.86	73	753.41	251.14	138	1349.95	449.98	131	1285.71	428.57	132	1294.89	431.63	145	1414.20	471.40	
3.18	86	872.72	290.91	155	1505.97	501.99	145	1414.20	471.40	152	1478.44	492.81	161	1561.04	520.35	
3.50	91	918.61	306.20	171	1652.81	550.94	149	1450.91	483.64	165	1597.75	532.58	180	1735.41	578.47	
3.82	115	1138.87	379.62	190	1827.19	609.06	159	1542.68	514.23	175	1689.53	563.18	192	1845.54	615.18	
4.13	133	1304.07	434.69	205	1964.85	654.95	167	1616.10	538.70	184	1772.12	590.71	209	2001.56	667.19	
4.45	145	1414.20	471.40	222	2120.87	706.96	173	1671.17	557.06	195	1873.08	624.36	225	2148.41	716.14	
4.77	161	1561.04	520.35	240	2286.07	762.02	185	1781.30	593.77	207	1983.21	661.07	243	2313.60	771.20	
5.09	174	1680.35	560.12	260	2469.62	823.21	195	1873.08	624.36	216	2065.81	688.60	246	2341.14	780.38	
5.41	182	1753.77	584.59	276	2616.47	872.16	200	1918.97	639.66	223	2130.05	710.02	273	2588.93	862.98	
5.72	193	1854.72	618.24	295	2790.84	930.28	208	1992.39	664.13	232	2212.65	737.55	291	2754.13	918.04	
6.04	215	2056.63	685.54	311	2937.68	979.23	215	2056.63	685.54	242	2304.43	768.14	310	2928.50	976.17	
6.36	223	2130.05	710.02	321	3029.46	1009.82	220	2102.52	700.84	251	2387.02	795.67	330	3112.06	1037.35	
6.68	227	2166.76	722.25	332	3130.41	1043.47	226	2157.58	719.19	263	2497.16	832.39	349	3286.43	1095.48	
7.00	232	2212.65	737.55	342	3222.19	1074.06	235	2240.18	746.73	275	2607.29	869.10	355	3341.50	1113.83	
7.31	236	2249.36	749.79	358	3369.03	1123.01	240	2286.07	762.02	282	2671.53	890.51	375	3525.05	1175.02	
7.63	244	2322.78	774.26	370	3479.16	1159.72	246	2341.14	780.38	295	2790.84	930.28	388	3644.36	1214.79	
7.95	249	2368.67	789.56	385	3616.83	1205.61	254	2414.56	804.85	302	2855.08	951.69	402	3772.85	1257.62	
8.27	256	2432.91	810.97	402	3772.85	1257.62	261	2478.80	826.27	310	2928.50	976.17	418	3919.69	1306.56	
8.59	261	2478.80	826.27	415	3892.15	1297.38	268	2543.04	847.68	322	3038.64	1012.88	433	4057.35	1352.45	
8.90	265	2515.51	838.50	425	3983.93	1327.98	276	2616.47	872.16	331	3121.23	1040.41	450	4213.37	1404.46	
9.22	271	2570.58	856.86	436	4084.88	1361.63	282	2671.53	890.51	341	3213.01	1071.00	480	4488.70	1496.23	
9.54	283	2680.71	893.57	450	4213.37	1404.46	288	2726.60	908.87	349	3286.43	1095.48	495	4626.36	1542.12	
9.86	295	2790.84	930.28	462	4323.50	1441.17	294	2781.66	927.22	357	3359.85	1119.95	511	4773.21	1591.07	
10.18	303	2864.26	954.75	475	4442.81	1480.94	301	2845.91	948.64	367	3451.63	1150.54	516	4819.09	1606.36	
10.49	311	2937.68	979.23	485	4534.59	1511.53	307	2900.97	966.99	367	3451.63	1150.54	523	4883.34	1627.78	
10.81	315	2974.39	991.46	495	4626.36	1542.12	315	2974.39	991.46	369	3469.98	1156.66	532	4965.94	1655.31	
11.13	321	3029.46	1009.82	520	4855.80	1618.60	325	3066.17	1022.06	385	3616.83	1205.61	536	5002.65	1667.55	
11.45	335	3157.94	1052.65	525	4901.69	1633.90	332	3130.41	1043.47	392	3681.07	1227.02	541	5048.53	1682.84	
11.77	343	3231.37	1077.12	540	5039.36	1679.79	342	3222.19	1074.06	403	3782.02	1260.67	544	5076.07	1692.02	
12.08	352	3313.96	1104.65	553	5158.67	1719.56	350	3295.61	1098.54	410	3846.27	1282.09	548	5112.78	1704.26	
12.40	361	3396.56	1132.19	555	5177.02	1725.67	362	3405.74	1135.25	418	3919.69	1306.56	552	5149.49	1716.50	
12.72	373	3506.69	1168.90	576	5369.75	1789.92	370	3479.16	1159.72	426	3993.11	1331.04	560	5222.91	1740.97	
CBR 0.1"	22.97			41.02			41.02			41.02			42.25			
CBR 0.2"	37.34			54.88			41.62			45.91			52.03			

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Índice de Resistencia o Valor de Soporte (C.B.R.) de las muestras analizadas.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO:** ANÁLISIS DE COMBINACIONES ENTRE BASE RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA

**N° MUESTRA:** Combinación 05 (40%-60%)

**FECHA:** ene-18

**CANERA:** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

N° de Muestras combinadas	01 y 02	03 y 04	05 y 06	07 y 08	09 y 10	ESPECIFICACIONES	
PESO DEL MOLDE (kg)	4.185	4.180	4.260	4.185	4.185	Vol. del Molde (cm <sup>3</sup> ):	2130.6
PESO DE MUESTRA + MOLDE (kg)	8.935	8.955	8.990	8.970	9.010	Peso del molde (g):	Var.
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (kg)	4.7500	4.7750	4.7300	4.7850	4.8250	Pison Manual (lbf):	10.0
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.2294	2.2411	2.2200	2.2458	2.2646	N° de goleps (lbf):	56.0
DENSIDAD ESPECIFICA SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.0654</b>	<b>2.0723</b>	<b>2.0534</b>	<b>2.0768</b>	<b>2.0934</b>	<b>DATOS PROCTOR</b>	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	142.7	173.9	206.8	187.3	146.8	OCH (%):	-
PESO MUESTRA SECA (gr)	132.2	160.8	191.3	173.2	135.7	MDS 100% (gr/cm <sup>3</sup> ):	-
PESO DEL AGUA (gr)	10.5	13.1	15.5	14.1	11.1	<b>RESULTADOS</b>	
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	<b>7.94</b>	<b>8.15</b>	<b>8.11</b>	<b>8.14</b>	<b>8.18</b>	CBR promedio (%):	49.22

**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....

ENSAJO DE PENETRACIÓN																
DATOS DE LA MUESTRA				DATOS DE CALCULO												
CONCEPTO: ANÁLISIS DE COMBINACIONES ENTRE BASE RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA				Constantes del fabricante:									Esfuerzos de Referencia (lb/pulg2)			
N° de combinación: Combinación 05 (40%-60%)				Área del pisón (plg2): 3.0									9.1782	Esfuerzos de Referencia (lb/pulg2)		
													83.4467	Esfuerzo ref. p1"		1000.00
													0.9999	Esfuerzo ref. p2"		1500.00
N° de muestra	Muestra 01 y 02			Muestra 03 y 04			Muestra 05 y 06			Muestra 07 y 08			Muestra 09 y 10			
Penetración (mm)	Dial-1	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-2	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-3	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-4	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-5	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	
0.32	16	230.28	76.76	20	266.99	89.00	8	156.86	52.29	8	156.86	52.29	5	129.33	43.11	
0.64	42	468.90	156.30	50	542.32	180.77	52	560.68	186.89	33	386.30	128.77	26	322.06	107.35	
0.95	68	707.52	235.84	70	725.88	241.96	63	661.63	220.54	42	468.90	156.30	34	395.48	131.83	
1.27	95	955.32	318.44	85	863.54	287.85	75	771.76	257.25	67	698.34	232.78	56	597.39	199.13	
1.59	115	1138.87	379.62	100	1001.20	333.73	92	927.78	309.26	88	891.07	297.02	83	845.18	281.73	
1.91	135	1322.42	440.81	115	1138.87	379.62	103	1028.74	342.91	116	1148.05	382.68	103	1028.74	342.91	
2.23	155	1505.97	501.99	130	1276.53	425.51	122	1203.11	401.04	135	1322.42	440.81	132	1294.89	431.63	
2.54	172	1661.99	554.00	142	1386.66	462.22	142	1386.66	462.22	152	1478.44	492.81	151	1469.26	489.75	
2.86	192	1845.54	615.18	155	1505.97	501.99	154	1496.80	498.93	186	1790.48	596.83	163	1579.39	526.46	
3.18	205	1964.85	654.95	168	1625.28	541.76	161	1561.04	520.35	197	1891.43	630.48	185	1781.30	593.77	
3.50	223	2130.05	710.02	180	1735.41	578.47	173	1671.17	557.06	210	2010.74	670.25	193	1854.72	618.24	
3.82	237	2258.54	752.85	195	1873.08	624.36	193	1854.72	618.24	231	2203.47	734.49	215	2056.63	685.54	
4.13	251	2387.02	795.67	207	1983.21	661.07	212	2029.10	676.37	248	2359.49	786.50	245	2331.96	777.32	
4.45	268	2543.04	847.68	220	2102.52	700.84	230	2194.29	731.43	259	2460.45	820.15	254	2414.56	804.85	
4.77	280	2653.18	884.39	230	2194.29	731.43	253	2405.38	801.79	265	2515.51	838.50	261	2478.80	826.27	
5.09	295	2790.84	930.28	245	2331.96	777.32	274	2598.11	866.04	281	2662.35	887.45	272	2579.75	859.92	
5.41	307	2900.97	966.99	255	2423.74	807.91	294	2781.66	927.22	301	2845.91	948.64	285	2699.06	899.69	
5.72	318	3001.93	1000.64	268	2543.04	847.68	312	2946.86	982.29	325	3066.17	1022.06	296	2800.02	933.34	
6.04	330	3112.06	1037.35	279	2644.00	881.33	326	3075.35	1025.12	349	3286.43	1095.48	309	2919.33	973.11	
6.36	340	3203.83	1067.94	292	2763.31	921.10	342	3222.19	1074.06	358	3369.03	1123.01	316	2983.57	994.52	
6.68	350	3295.61	1098.54	302	2855.08	951.69	362	3405.74	1135.25	365	3433.27	1144.42	335	3157.94	1052.65	
7.00	365	3433.27	1144.42	315	2974.39	991.46	375	3525.05	1175.02	374	3515.87	1171.96	352	3313.96	1104.65	
7.31	372	3497.52	1165.84	324	3056.99	1019.00	393	3690.25	1230.08	376	3534.23	1178.08	374	3515.87	1171.96	
7.63	383	3598.47	1199.49	330	3112.06	1037.35	409	3837.09	1279.03	384	3607.65	1202.55	396	3717.78	1239.26	
7.95	395	3708.60	1236.20	333	3139.59	1046.53	428	4011.46	1337.15	399	3745.31	1248.44	405	3800.38	1266.79	
8.27	407	3818.73	1272.91	335	3157.94	1052.65	441	4130.77	1376.92	412	3864.62	1288.21	425	3983.93	1327.98	
8.59	405	3800.38	1266.79	348	3277.25	1092.42	455	4259.26	1419.75	423	3965.58	1321.86	432	4048.17	1349.39	
8.90	423	3965.58	1321.86	356	3350.67	1116.89	460	4305.15	1435.05	435	4075.71	1358.57	439	4112.42	1370.81	
9.22	433	4057.35	1352.45	360	3387.39	1129.13	472	4415.28	1471.76	448	4195.02	1398.34	446	4176.66	1392.22	
9.54	442	4139.95	1379.98	370	3479.16	1159.72	489	4571.30	1523.77	457	4277.61	1425.87	451	4222.55	1407.52	
9.86	452	4231.73	1410.58	376	3534.23	1178.08	500	4672.25	1557.42	462	4323.50	1441.17	458	4286.79	1428.93	
10.18	463	4332.68	1444.23	380	3570.94	1190.31	520	4855.80	1618.60	477	4461.17	1487.06	470	4396.92	1465.64	
10.49	472	4415.28	1471.76	392	3681.07	1227.02	530	4947.58	1649.19	486	4543.77	1514.59	488	4562.12	1520.71	
10.81	485	4534.59	1511.53	396	3717.78	1239.26	548	5112.78	1704.26	500	4672.25	1557.42	496	4635.54	1545.18	
11.13	492	4598.83	1532.94	405	3800.38	1266.79	559	5213.73	1737.91	508	4745.67	1581.89	503	4699.79	1566.60	
11.45	502	4690.61	1563.54	410	3846.27	1282.09	565	5268.80	1756.27	514	4800.74	1600.25	502	4690.61	1563.54	
11.77	510	4764.03	1588.01	420	3938.04	1312.68	570	5314.69	1771.56	526	4910.87	1636.96	505	4718.14	1572.71	
12.08	520	4855.80	1618.60	425	3983.93	1327.98	580	5406.46	1802.15	533	4975.11	1658.37	510	4764.03	1588.01	
12.40	525	4901.69	1633.90	432	4048.17	1349.39	592	5516.59	1838.86	537	5011.82	1670.61	515	4809.92	1603.31	
12.72	539	5030.18	1676.73	440	4121.59	1373.86	605	5635.90	1878.63	548	5112.78	1704.26	523	4883.34	1627.78	
CBR 0.1"	55.40			46.22			46.22			49.28			48.98			
CBR 0.2"	62.02			51.82			57.74			59.16			57.33			

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
NORMAS TECNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar el Índice de Resistencia o Valor de Soporte (C.B.R.) de las muestras analizadas.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO:** ANÁLISIS DE COMBINACIONES ENTRE BASE REICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA REICLADA  
**N° MUESTRA:** Combinación 05 (40%-60%) **FECHA:** ene-18  
**CANTERA:** - **HECHO POR:** L.A.A.S.  
**PROGRESIVA:** -

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

N° de Muestras combinadas	01 y 02	03 y 04	05 y 06	07 y 08	09 y 10	ESPECIFICACIONES	
PESO DEL MOLDE (kg)	4.185	4.180	4.260	4.185	4.185	Vol. del Molde (cm <sup>3</sup> ):	2130.6
PESO DE MUESTRA + MOLDE (kg)	8.935	8.955	8.990	8.970	9.010	Peso del molde (g):	Var.
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (kg)	4.7500	4.7750	4.7300	4.7850	4.8250	Pison Manual (lbf):	10.0
DENSIDAD ESPECIFICA HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.2294	2.2411	2.2200	2.2458	2.2646	N° de goleps (lbf):	56.0
DENSIDAD ESPECIFICA SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.0654</b>	<b>2.0723</b>	<b>2.0534</b>	<b>2.0768</b>	<b>2.0934</b>	<b>DATOS PROCTOR</b>	
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	142.7	173.9	206.8	187.3	146.8	OCH (%):	-
PESO MUESTRA SECA (gr)	132.2	160.8	191.3	173.2	135.7	MDS 100% (gr/cm <sup>3</sup> ):	-
PESO DEL AGUA (gr)	10.5	13.1	15.5	14.1	11.1	<b>RESULTADOS</b>	
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)	<b>7.94</b>	<b>8.15</b>	<b>8.11</b>	<b>8.14</b>	<b>8.18</b>	CBR promedio (%):	49.22

**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....

ENSAYO DE PENETRACIÓN																
DATOS DE LA MUESTRA						DATOS DE CALCULO										
<b>CONCEPTO :</b> ANÁLISIS DE COMBINACIONES ENTRE BASE RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA						<b>Constantes del fabricante:</b>				9.1782	<b>Esfuerzos de Referencia (lb/pulg2)</b>					
										83.4467	<b>Esfuerzo ref. p1"</b>					1000.00
										0.9999	<b>Esfuerzo ref. p2"</b>					1500.00
<b>N° de combinación :</b>		Combinación 05 (40%-60%)				<b>Área del pisón (plg2):</b>				3.0						
N° de muestra	Muestra 01 y 02			Muestra 03 y 04			Muestra 05 y 06			Muestra 07 y 08			Muestra 09 y 10			
Penetración (m.m)	Dial-1	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-2	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-3	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-4	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	Dial-5	Fuerza (lb)	Esfuerzo (lb/pulg2)	
0.32	16	230.28	76.76	20	266.99	89.00	8	156.86	52.29	8	156.86	52.29	5	129.33	43.11	
0.64	42	468.90	156.30	50	542.32	180.77	52	560.68	186.89	33	386.30	128.77	26	322.06	107.35	
0.95	68	707.52	235.84	70	725.88	241.96	63	661.63	220.54	42	468.90	156.30	34	395.48	131.83	
1.27	95	955.32	318.44	85	863.54	287.85	75	771.76	257.25	67	698.34	232.78	56	597.39	199.13	
1.59	115	1138.87	379.62	100	1001.20	333.73	92	927.78	309.26	88	891.07	297.02	83	845.18	281.73	
1.91	135	1322.42	440.81	115	1138.87	379.62	103	1028.74	342.91	116	1148.05	382.68	103	1028.74	342.91	
2.23	155	1505.97	501.99	130	1276.53	425.51	122	1203.11	401.04	135	1322.42	440.81	132	1294.89	431.63	
2.54	172	1661.99	554.00	142	1386.66	462.22	142	1386.66	462.22	152	1478.44	492.81	151	1469.26	489.75	
2.86	192	1845.54	615.18	155	1505.97	501.99	154	1496.80	498.93	186	1790.48	596.83	163	1579.39	526.46	
3.18	205	1964.85	654.95	168	1625.28	541.76	161	1561.04	520.35	197	1891.43	630.48	185	1781.30	593.77	
3.50	223	2130.05	710.02	180	1735.41	578.47	173	1671.17	557.06	210	2010.74	670.25	193	1854.72	618.24	
3.82	237	2258.54	752.85	195	1873.08	624.36	193	1854.72	618.24	231	2203.47	734.49	215	2056.63	685.54	
4.13	251	2387.02	795.67	207	1983.21	661.07	212	2029.10	676.37	248	2359.49	786.50	245	2331.96	777.32	
4.45	268	2543.04	847.68	220	2102.52	700.84	230	2194.29	731.43	259	2460.45	820.15	254	2414.56	804.85	
4.77	280	2653.18	884.39	230	2194.29	731.43	253	2405.38	801.79	265	2515.51	838.50	261	2478.80	826.27	
5.09	295	2790.84	930.28	245	2331.96	777.32	274	2598.11	866.04	281	2662.35	887.45	272	2579.75	859.92	
5.41	307	2900.97	966.99	255	2423.74	807.91	294	2781.66	927.22	301	2845.91	948.64	285	2699.06	899.69	
5.72	318	3001.93	1000.64	268	2543.04	847.68	312	2946.86	982.29	325	3066.17	1022.06	296	2800.02	933.34	
6.04	330	3112.06	1037.35	279	2644.00	881.33	326	3075.35	1025.12	349	3286.43	1095.48	309	2919.33	973.11	
6.36	340	3203.83	1067.94	292	2763.31	921.10	342	3222.19	1074.06	358	3369.03	1123.01	316	2983.57	994.52	
6.68	350	3295.61	1098.54	302	2855.08	951.69	362	3405.74	1135.25	365	3433.27	1144.42	335	3157.94	1052.65	
7.00	365	3433.27	1144.42	315	2974.39	991.46	375	3525.05	1175.02	374	3515.87	1171.96	352	3313.96	1104.65	
7.31	372	3497.52	1165.84	324	3056.99	1019.00	393	3690.25	1230.08	376	3534.23	1178.08	374	3515.87	1171.96	
7.63	383	3598.47	1199.49	330	3112.06	1037.35	409	3837.09	1279.03	384	3607.65	1202.55	396	3717.78	1239.26	
7.95	395	3708.60	1236.20	333	3139.59	1046.53	428	4011.46	1337.15	399	3745.31	1248.44	405	3800.38	1266.79	
8.27	407	3818.73	1272.91	335	3157.94	1052.65	441	4130.77	1376.92	412	3864.62	1288.21	425	3983.93	1327.98	
8.59	405	3800.38	1266.79	348	3277.25	1092.42	455	4259.26	1419.75	423	3965.58	1321.86	432	4048.17	1349.39	
8.90	423	3965.58	1321.86	356	3350.67	1116.89	460	4305.15	1435.05	435	4075.71	1358.57	439	4112.42	1370.81	
9.22	433	4057.35	1352.45	360	3387.39	1129.13	472	4415.28	1471.76	448	4195.02	1398.34	446	4176.66	1392.22	
9.54	442	4139.95	1379.98	370	3479.16	1159.72	489	4571.30	1523.77	457	4277.61	1425.87	451	4222.55	1407.52	
9.86	452	4231.73	1410.58	376	3534.23	1178.08	500	4672.25	1557.42	462	4323.50	1441.17	458	4286.79	1428.93	
10.18	463	4332.68	1444.23	380	3570.94	1190.31	520	4855.80	1618.60	477	4461.17	1487.06	470	4396.92	1465.64	
10.49	472	4415.28	1471.76	392	3681.07	1227.02	530	4947.58	1649.19	486	4543.77	1514.59	488	4562.12	1520.71	
10.81	485	4534.59	1511.53	396	3717.78	1239.26	548	5112.78	1704.26	500	4672.25	1557.42	496	4635.54	1545.18	
11.13	492	4598.83	1532.94	405	3800.38	1266.79	559	5213.73	1737.91	508	4745.67	1581.89	503	4699.79	1566.60	
11.45	502	4690.61	1563.54	410	3846.27	1282.09	565	5268.80	1756.27	514	4800.74	1600.25	502	4690.61	1563.54	
11.77	510	4764.03	1588.01	420	3938.04	1312.68	570	5314.69	1771.56	526	4910.87	1636.96	505	4718.14	1572.71	
12.08	520	4855.80	1618.60	425	3983.93	1327.98	580	5406.46	1802.15	533	4975.11	1658.37	510	4764.03	1588.01	
12.40	525	4901.69	1633.90	432	4048.17	1349.39	592	5516.59	1838.86	537	5011.82	1670.61	515	4809.92	1603.31	
12.72	539	5030.18	1676.73	440	4121.59	1373.86	605	5635.90	1878.63	548	5112.78	1704.26	523	4883.34	1627.78	
<b>CBR 0.1"</b>	<b>55.40</b>			<b>46.22</b>			<b>46.22</b>			<b>49.28</b>			<b>48.98</b>			
<b>CBR 0.2"</b>	<b>62.02</b>			<b>51.82</b>			<b>57.74</b>			<b>59.16</b>			<b>57.33</b>			

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88**
**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de las muestras a analizar.

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CONCEPTO :** COMBINACION DE BASE GRANULAR RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA

**N° MUESTRA :** 1 y 2

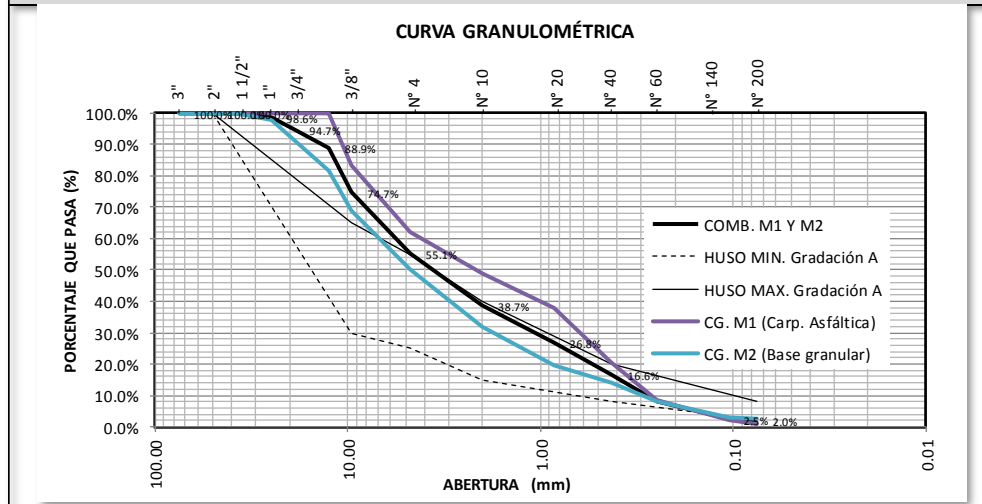
**FECHA:**

**CANtera :** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA DE CARP. ASFÁLTICA	% DE COMBINACION DE CARP. ASF.	% A COMBINAR DE CARP. ASFÁLTICA	% QUE PASA DE BASE GRANULAR	% DE COMBINACION DE BASE G.	% A COMBINAR DE BASE G.	% COMBINADO DE CARP. A. + BASE G.
3"	75.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.0%
2 1/2"	62.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.0%
2"	50.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.0%
1 1/2"	37.5000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.0%
1"	25.0000	100.00%	40.00%	40.00%	97.59%	60.00%	58.56%	98.6%
3/4"	19.0000	100.00%	40.00%	40.00%	91.22%	60.00%	54.73%	94.7%
1/2"	12.5000	100.00%	40.00%	40.00%	81.45%	60.00%	48.87%	88.9%
3/8"	9.5000	83.40%	40.00%	33.36%	68.94%	60.00%	41.37%	74.7%
N°4	4.7500	62.24%	40.00%	24.90%	50.39%	60.00%	30.23%	55.1%
N°10	2.0000	48.75%	40.00%	19.50%	31.98%	60.00%	19.19%	38.7%
N°20	0.8500	37.85%	40.00%	15.14%	19.44%	60.00%	11.67%	26.8%
N°40	0.4250	20.29%	40.00%	8.12%	14.21%	60.00%	8.53%	16.6%
N°60	0.2500	8.45%	40.00%	3.38%	8.15%	60.00%	4.89%	8.3%
N°140	0.1060	1.99%	40.00%	0.79%	2.92%	60.00%	1.75%	2.5%
N°200	0.0750	1.02%	40.00%	0.41%	2.60%	60.00%	1.56%	2.0%
FONDO	0.0000	0.00%	40.00%	0.00%	0.00%	60.00%	0.00%	0.0%

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**


**OBSERVACIONES:** .....

.....

.....



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de las muestras a analizar.

**DATOS DE LA MUESTRA**
**CONCEPTO:** COMBINACION DE BASE GRANULAR RECICLADA Y CARPETA ASFALTICA RECICLADA

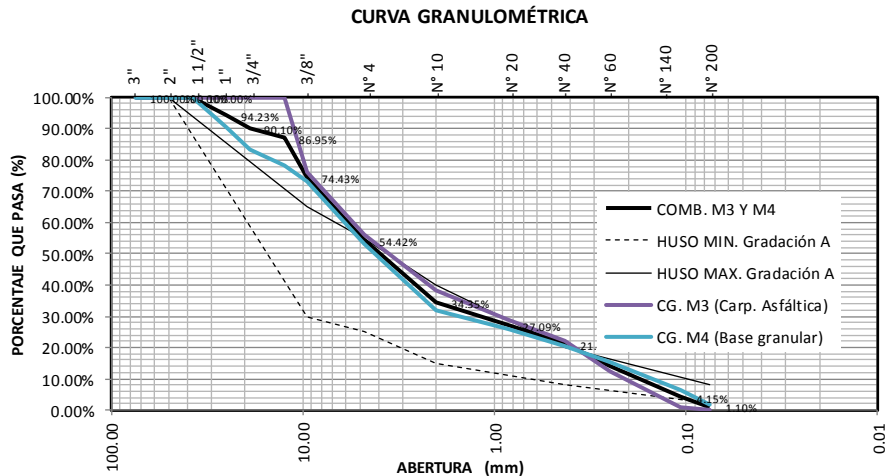
**N° MUESTRA:** 3 y 4

**FECHA:**
**CANTERA:** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA DE CARP. ASFALTICA	% DE COMBINACION DE CARP. ASF.	% A COMBINAR DE CARP. ASFALTICA	% QUE PASA DE BASE GRANULAR	% DE COMBINACION DE BASE G.	% A COMBINAR DE BASE G.	% COMBINADO DE CARP. A. + BASE G.
3"	75.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
2 1/2"	62.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
2"	50.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
1 1/2"	37.5000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
1"	25.0000	100.00%	40.00%	40.00%	90.38%	60.00%	54.23%	94.23%
3/4"	19.0000	100.00%	40.00%	40.00%	83.50%	60.00%	50.10%	90.10%
1/2"	12.5000	100.00%	40.00%	40.00%	78.24%	60.00%	46.95%	86.95%
3/8"	9.5000	76.31%	40.00%	30.52%	73.18%	60.00%	43.91%	74.43%
N°4	4.7500	56.19%	40.00%	22.48%	53.23%	60.00%	31.94%	54.42%
N°10	2.0000	38.19%	40.00%	15.28%	31.79%	60.00%	19.08%	34.35%
N°20	0.8500	29.06%	40.00%	11.63%	25.78%	60.00%	15.47%	27.09%
N°40	0.4250	22.13%	40.00%	8.85%	20.49%	60.00%	12.30%	21.15%
N°60	0.2500	12.17%	40.00%	4.87%	15.35%	60.00%	9.21%	14.08%
N°140	0.1060	0.99%	40.00%	0.40%	6.25%	60.00%	3.75%	4.15%
N°200	0.0750	0.22%	40.00%	0.09%	1.69%	60.00%	1.01%	1.10%
FONDO	0.0000	0.00%	40.00%	0.00%	0.00%	60.00%	0.00%	0.00%

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**

**OBSERVACIONES:** .....  
 .....  
 .....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de las muestras a analizar.

**DATOS DE LA MUESTRA**
**CONCEPTO:** COMBINACION DE BASE GRANULAR RECICLADA Y CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA

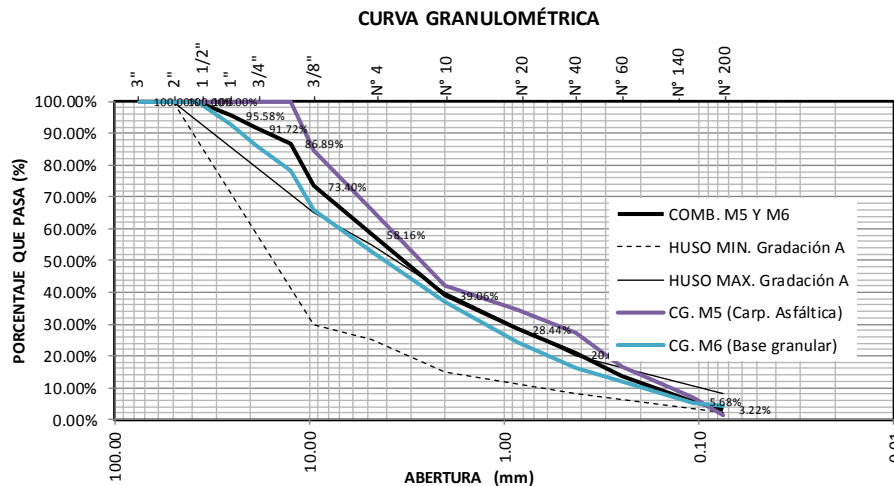
**N° MUESTRA:** 5 y 6

**FECHA:**
**CANTERA:** -

**HECHO POR:** L.A.A.S.

**PROGRESIVA:** -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA DE CARP. ASFÁLTICA	% DE COMBINACION DE CARP. ASF.	% A COMBINAR DE CARP. ASFÁLTICA	% QUE PASA DE BASE GRANULAR	% DE COMBINACION DE BASE G.	% A COMBINAR DE BASE G.	% COMBINADO DE CARP. A. + BASE G.
3"	75.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
2 1/2"	62.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
2"	50.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
1 1/2"	37.5000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
1"	25.0000	100.00%	40.00%	40.00%	92.63%	60.00%	55.58%	95.58%
3/4"	19.0000	100.00%	40.00%	40.00%	86.20%	60.00%	51.72%	91.72%
1/2"	12.5000	100.00%	40.00%	40.00%	78.15%	60.00%	46.89%	86.89%
3/8"	9.5000	84.49%	40.00%	33.80%	66.00%	60.00%	39.60%	73.40%
N°4	4.7500	65.99%	40.00%	26.39%	52.95%	60.00%	31.77%	58.16%
N°10	2.0000	42.04%	40.00%	16.82%	37.08%	60.00%	22.25%	39.06%
N°20	0.8500	34.47%	40.00%	13.79%	24.41%	60.00%	14.65%	28.44%
N°40	0.4250	27.39%	40.00%	10.96%	16.19%	60.00%	9.71%	20.67%
N°60	0.2500	16.62%	40.00%	6.65%	11.93%	60.00%	7.16%	13.80%
N°140	0.1060	6.65%	40.00%	2.66%	5.04%	60.00%	3.02%	5.68%
N°200	0.0750	1.47%	40.00%	0.59%	4.39%	60.00%	2.63%	3.22%
FONDO	0.0000	0.00%	40.00%	0.00%	0.00%	60.00%	0.00%	0.00%

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**

**OBSERVACIONES:** .....  
 .....  
 .....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de las muestras a analizar.

**DATOS DE LA MUESTRA**

CONCEPTO : COMBINACION DE BASE GRANULAR RECICLADA Y CARPETA ASFALTICA RECICLADA

N° MUESTRA : 7 y 8

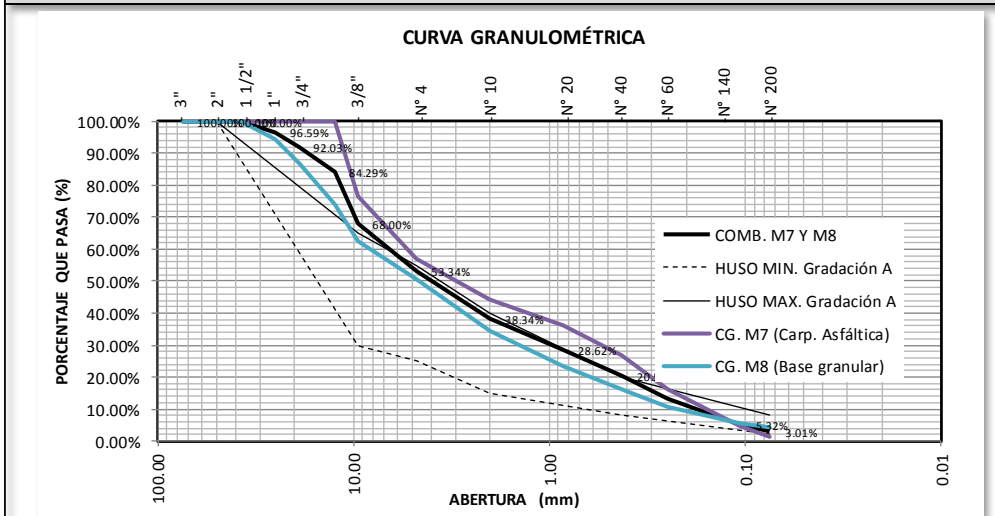
FECHA:

CANTERA : -

HECHO POR: L.A.A.S.

PROGRESIVA: -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA DE CARP. ASFALTICA	% DE COMBINACION DE CARP. ASF.	% A COMBINAR DE CARP. ASFALTICA	% QUE PASA DE BASE GRANULAR	% DE COMBINACION DE BASE G.	% A COMBINAR DE BASE G.	% COMBINADO DE CARP. A. + BASE G.
3"	75.0000	100.00%	40.00%	40.0%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
2 1/2"	62.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
2"	50.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
1 1/2"	37.5000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
1"	25.0000	100.00%	40.00%	40.00%	94.31%	60.00%	56.59%	96.59%
3/4"	19.0000	100.00%	40.00%	40.00%	86.71%	60.00%	52.03%	92.03%
1/2"	12.5000	100.00%	40.00%	40.00%	73.82%	60.00%	44.29%	84.29%
3/8"	9.5000	76.39%	40.00%	30.56%	62.41%	60.00%	37.45%	68.00%
N°4	4.7500	57.20%	40.00%	22.88%	50.76%	60.00%	30.46%	53.34%
N°10	2.0000	44.13%	40.00%	17.65%	34.49%	60.00%	20.69%	38.34%
N°20	0.8500	36.22%	40.00%	14.49%	23.56%	60.00%	14.13%	28.62%
N°40	0.4250	26.91%	40.00%	10.76%	16.34%	60.00%	9.81%	20.57%
N°60	0.2500	16.33%	40.00%	6.53%	10.89%	60.00%	6.53%	13.06%
N°140	0.1060	4.61%	40.00%	1.84%	5.79%	60.00%	3.47%	5.32%
N°200	0.0750	1.22%	40.00%	0.49%	4.20%	60.00%	2.52%	3.01%
FONDO	0.0000	0.00%	40.00%	0.00%	0.00%	60.00%	0.00%	0.00%

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**


OBSERVACIONES: .....

.....

.....

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

**OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de las muestras a analizar.

**DATOS DE LA MUESTRA**

CONCEPTO : COMBINACION DE BASE GRANULAR RECICLADA Y CARPETA ASFALTICA RECICLADA

N° MUESTRA : 9 Y 10

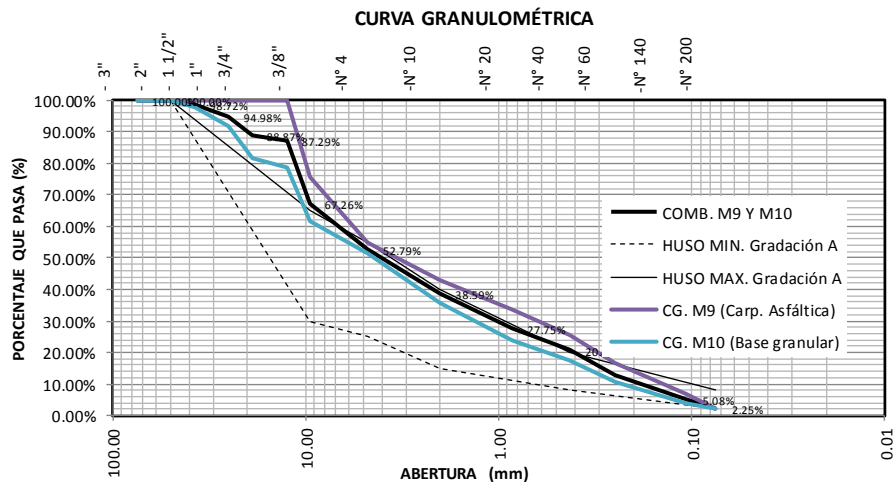
FECHA:

CANtera : -

HECHO POR: L.A.A.S.

PROGRESIVA: -

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA DE CARP. ASFALTICA	% DE COMBINACION DE CARP. ASF.	% A COMBINAR DE CARP. ASFALTICA	% QUE PASA DE BASE GRANULAR	% DE COMBINACION DE BASE G.	% A COMBINAR DE BASE G.	% COMBINADO DE CARP. A. + BASE G.
3"	75.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
2 1/2"	62.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
2"	50.0000	100.00%	40.00%	40.00%	100.00%	60.00%	60.00%	100.00%
1 1/2"	37.5000	100.00%	40.00%	40.00%	97.87%	60.00%	58.72%	98.72%
1"	25.0000	100.00%	40.00%	40.00%	91.64%	60.00%	54.98%	94.98%
3/4"	19.0000	100.00%	40.00%	40.00%	81.45%	60.00%	48.87%	88.87%
1/2"	12.5000	100.00%	40.00%	40.00%	78.82%	60.00%	47.29%	87.29%
3/8"	9.5000	75.50%	40.00%	30.20%	61.76%	60.00%	37.06%	67.26%
N°4	4.7500	54.79%	40.00%	21.91%	51.46%	60.00%	30.88%	52.79%
N°10	2.0000	43.01%	40.00%	17.20%	35.65%	60.00%	21.39%	38.59%
N°20	0.8500	33.42%	40.00%	13.37%	23.97%	60.00%	14.38%	27.75%
N°40	0.4250	25.71%	40.00%	10.28%	17.52%	60.00%	10.51%	20.80%
N°60	0.2500	16.43%	40.00%	6.57%	10.67%	60.00%	6.40%	12.98%
N°140	0.1060	6.70%	40.00%	2.68%	4.00%	60.00%	2.40%	5.08%
N°200	0.0750	2.04%	40.00%	0.82%	2.39%	60.00%	1.43%	2.25%
FONDO	0.0000	0.00%	40.00%	0.00%	0.00%	60.00%	0.00%	0.00%

**GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**


OBSERVACIONES:.....  
 .....  
 .....





**INGENIEROS  
CONSULTEC HR SAC.**



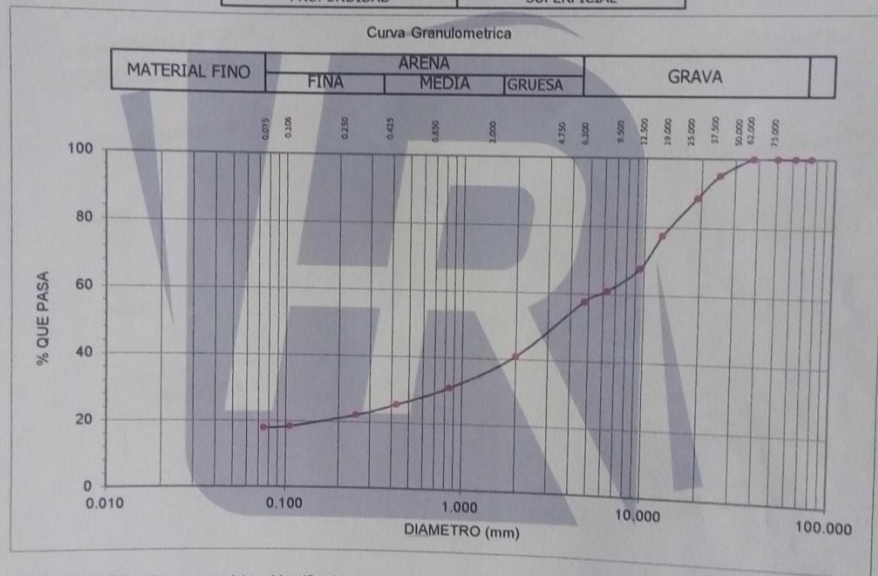
- Elaboración de Proyec
- Ejecución y Supervisio
- Estudio de Mecánica
- Alquiler de Equipos

**NFORME N°019706-0018 / MLEM**

PETICIONARIO	: LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
ATENCION	: LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
OBRA	: CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
FECHA DE RECEPCIÓN	: Jueves 06 de noviembre del 2018
FECHA DE EMISIÓN	: Lunes 10 de noviembre del 2018

MUESTRA	M - 2
PROFUNDIDAD	SUPERFICIAL

Pag. 02 de 02



**OBSERVACION** : Muestra provista e identificada por el peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

**Dylan Martinez Cuenca**  
 PREG. LABORATORIO  
 INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.  
 ESP. TEG. CONCRETO MEC. SUELO Y ASFALTO

**INGENIEROS CONSULTEC HR S.A.C.**  
**Ing. Rodolfo Martinez Esteban**  
 INGENIERO CIVIL - CIP. 196000  
 ESP. TEG. CONCRETO MEC. SUELO Y ASFALTO

LEM: N° 019713

Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)  
 Cel./ RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / consultechr@gmail.com



**Obras Civiles**

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 0712- 0018- /MLEM**

PETICIONARIO	: LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLORZANO
ATENCION	: LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLORZANO
PROYECTO / OBRA	: CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
FECHA DE RECEPCION	: Jueves 06 de noviembre del 2018
FECHA DE EMISION	: Lunes 10 de noviembre del 2018

**INFORME DEL CONTROL DE CALIDAD DEL MATERIAL DE AGREGADO GRUESO  
(PÁG..01 DE 01)**

Código	ASTM C131-01 - ASTM C535-01
Título	Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
Código	NTP 400.019.2002 - 400.020.2002
Título	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la máquina de los Angeles.

<b>MUESTRA N°1</b>	CANTERA: AGREGADO SARANDEADO
--------------------	------------------------------

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL ("):	1"
GRADACION:	"A"
NUMERO DE ESFERAS:	12

DESGASTE POR ABRASION (%)	32.0
---------------------------	------

**Observaciones:**

\* Muestra remitidas por el peticionario.

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°007-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

**HR**  
 Ingenieros Consultec HR SAC  
 Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo

**HR**  
 Ingenieros Consultec HR S.A.C.  
 Ing. Roberto Esteban  
 INGENIERO CIVIL - O.P. 19608  
 T.E.C. CONCRETO HIG. EULIO TAMBALTO

LEM: **N° 019171**



**Obras Civiles**

- ◆ Elaboración de Proyectos
- ◆ Ejecución y Supervisión de Obras
- ◆ Estudio de Mecánica de Suelo
- ◆ Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 0714- 0018- /MLEM**

PETICIONARIO	: LUIS ALBERTO ARGUMENTO SOLORZANO
ATENCION	: LUIS ALBERTO ARGUMENTO SOLORZANO
PROYECTO / OBRA	: CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
FECHA DE RECEPCION	: Jueves 06 de noviembre del 2018
FECHA DE EMISION	: Lunes 10 de noviembre del 2018

**INFORME DEL CONTROL DE CALIDAD DEL MATERIAL DE AGREGADO GRUESO  
(PÁG..01 DE 01)**

Código	ASTM C131-01 - ASTM C535-01
Título	Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
Código	NTP 400.019:2002 - 400.020:2002
Título	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la máquina de los Angeles.

<b>MUESTRA N°1</b>	CANTERA: AGREGADO SARANDEADO
--------------------	------------------------------

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL ("):	1"
GRADACIÓN:	"A"
NUMERO DE ESFERAS:	12

DESGASTE POR ABRASION (%)	30.0
---------------------------	------

**Observaciones:**

\* Muestra remitidas por el peticionario.

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Ing. Raúl Martínez Cuenca  
INGENIERO CIVIL - CP: 180008  
ESP. TEC. CONCRETO MED. SUELO Y ASFALTO

INGENIEROS CONSULTEC HR S.A.C.  
Ing. Raúl Martínez Cuenca  
INGENIERO CIVIL - CP: 180008  
ESP. TEC. CONCRETO MED. SUELO Y ASFALTO

LEM: **N° 019173**





**Obras Civiles**

- ◆ Elaboración de Proyectos
- ◆ Ejecución y Supervisión de Obras
- ◆ Estudio de Mecánica de Suelo
- ◆ Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 0713- 0018- /MLEM**

PETICIONARIO	: LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLORZANO
ATENCION	: LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLORZANO
PROYECTO / OBRA	: CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
FECHA DE RECEPCION	: Jueves 06 de noviembre del 2018
FECHA DE EMISION	: Lunes 10 de noviembre del 2018

**INFORME DEL CONTROL DE CALIDAD DEL MATERIAL DE AGREGADO GRUESO  
(PÁG. 01 DE 01)**

Código	ASTM C131-01 - ASTM C535-01
Título	Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
Código	NTP 400.019:2002 - 400.020:2002
Título	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la máquina de los Angeles.

<b>MUESTRA N°1</b>	CANTERA: AGREGADO SARANDEADO
--------------------	------------------------------

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL ("):	1"
GRADACION:	"A"
NUMERO DE ESFERAS:	12

DESGASTE POR ABRASION (%)	28.0
---------------------------	------

**Observaciones:**

\* Muestra remitidas por el peticionario.

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004- 1993)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución N°002-98/INDECORI - CRT del 07.01.1998)

  
**Juan Morales Cuencho**  
 INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.  
 INGENIERO EN OBRAS CIVILES

  
**INGENIEROS CONSULTEC HR S.A.C.**  
**Ing. Juan Morales Cuencho**  
 INGENIERO EN OBRAS CIVILES CIP. 100000  
 REG. CC. CONTO MED. SUELO Y ASFALTO

LEM: **N° 019172**



- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 000410-0018/MLEM**

Peticionario	: LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLORZANO
Atencion	: LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLORZANO
Proyecto/Obra	: CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
Fecha de recepción	: Jueves 06 de noviembre del 2018
Fecha de emisión	: Lunes 10 de noviembre del 2018

**PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**

MTC E 221

N°	DESCRIPCION	AGREGADOS PARA USO SUB-BASE		
		ASTM - D 693	ASTM - D 4791	MTC E 221
	Material obtenido pasante la malla 2" Retenido	Proceso x Conteo	Proceso x Peso	Proceso x Porcentaje
	la malla 3/8 "	Unidad	Gramos	%
1	N° DE PARTICULAS ENSAYADAS	90	690	110
2	a) PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS	14	85	14
3	b) PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS	12	19	3
4	c) NI CHATAS NI ALARGADAS	84	586	93

Porcentaje de Chatas y Alargadas	15.1
----------------------------------	------

**Observaciones:**

\* Muestra provista e identificada por el peticionario

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004-1993)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución Nº002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

Dylán Martínez Ceencho  
INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.  
TIC: CONCRETO, HORMIGÓN Y ASFALTO

INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.  
Ing. Juan Carlos Esteban  
INGENIERO CIVIL - O.P. 100108  
ESP. TEC. CONCRETO, HORMIGÓN Y ASFALTO

LEM: **N° 019169**



**INFORME N° 000411-0018/MLEM**

Peticionario	: LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLORZANO
Atencion	: LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLORZANO
Proyecto/Obra	: CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
Fecha de recepción	: Jueves 06 de noviembre del 2018
Fecha de emisión	: Lunes 10 de noviembre del 2018

**PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**

MTC E 221

N°	DESCRIPCION	AGREGADOS PARA USO SUB-BASE		
		ASTM - D 693	ASTM - D 4791	MTC E 221
	Material obtenido pasando la malla 2" Retenido la malla 3/8 "	Proceso x Conteo	Proceso x Peso	Proceso x Porcentaje
		Unidad	Gramos	%
1	N° DE PARTICULAS ENSAYADAS	95	700	100
2	a) PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS	17	90	13
3	b) PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS	14	22	3
4	c) NI CHATAS NI ALARGADAS	64	588	84
Porcentaje de Chatas y Alargadas		16.0		

**Observaciones:**

\* Muestra provista e identificada por el peticionario

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI - GP-004 - 1993)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)



**Juan Martinez Ccencho**  
INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.  
INGENIERIA CIVIL - ESPECIALIDAD EN PAVIMENTOS Y ASFALTO



**INGENIEROS CONSULTEC HR S.A.C.**  
INGENIERIA CIVIL - ESPECIALIDAD EN PAVIMENTOS Y ASFALTO  
ING. JUAN ALBERTO ARGUMEDO SOLORZANO  
CIP-150008  
ERP. TEC. PAVIMENTO Y ASFALTO

LEM: **N° 019170**



**INFORME N° 000409-0018/MLEM**

Peticionario	: LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLORZANO
Atencion	: LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLORZANO
Proyecto/Obra	: CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
Fecha de recepción	: Jueves 06 de noviembre del 2018
Fecha de emisión	: Lunes 10 de noviembre del 2018

**PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**

MTC E 221

N°	DESCRIPCION	AGREGADOS PARA USO SUB-BASE		
		ASTM - D 693	ASTM - D 4791	MTC E 221
	Material obtenido pasando la malla 2" Retenido	Proceso x Conteo	Proceso x Peso	Proceso x Porcentaje
	la malla 3/8 "	Unidad	Gramos	%
1	N° DE PARTICULAS ENSAYADAS	80	680	100
2	a) PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS	15	80	12
3	b) PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS	10	20	3
4	c) NI CHATAS NI ALARGADAS	55	580	85

Porcentaje de Chatas y Alargadas	14.7
----------------------------------	------

**Observaciones:**

\* Muestra provista e identificada por el peticionario

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI - GP-004-1993)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD

CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

  
**Dyan Martinez Ceencho**  
 TEG. LABORATORIO  
 INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.  
 TEG. CONCRETO, PAVIMENTOS Y ASFALTO

  
 INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.  
**Ing. Reni**  
 INGENIERO CIVIL - CP 180008  
 FRP, TEG, CONCRETO, SUELO Y ASFALTO

LEM: **N° 019168**

Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)



### Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

### INFORME N° 019662-0018/MLEM

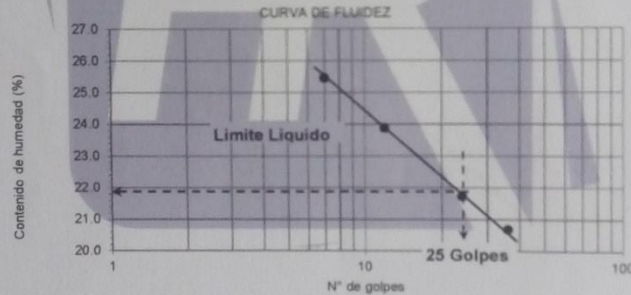
SOLICITANTE	LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
ATENCION	LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
PROYECTO / OBRA	CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
FECHA DE RECEPCION	martes, 06 de noviembre de 2018
FECHA DE EMISION	sábado, 10 de noviembre de 2018

NORMA : ASTM D4318 - 1993 Standard test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils  
 NORMA : ITINTEC 339,129 - Norma Tecnica Peruana - Part. 1999

CALICATA: C-1 ; M-1  
 UBICACIÓN: AV. PROCERES

#### LIMITES DE CONSISTENCIA

DATOS	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	8	25	21	33	P	18
SUELO HUMEDO (gr)	60.8	61.7	61.4	62.5	39.6	35.8
SUELO SECO (gr)	54.3	54.7	53.9	54.3	37.4	33.2
PESO DEL AGUA (gr)	6.6	7	7.5	8.2	2.2	2.6
PESO TARA (gr)	22.4	22.5	22.5	22.1	22.6	22.6
SUELO SECO (gr)	31.9	32.2	31.4	32.2	14.8	10.6
N° GOLPES	36	24	12	7	14.86	24.53
CONT. DE HUMEDAD (%)	20.69	21.74	23.89	25.47		19.70



LL=21,90%                      LP = 19,70%                      IP = 2,20%

**OBSERVACION :** Muestra provista e identificada por el peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

**Dylan Martínez Ccencho**  
 TECN. LABORATORIO  
 INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.  
 ESP. TEL. CONCRETO MEC. SUELOS Y ASFALTO

**Ing. Yamil Martínez Esteban**  
 INGENIERO CIVIL - CIP: 190009  
 ESP. TEL. CONCRETO MEC. SUELOS Y ASFALTO

LEM: N° 019704

Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)  
 Cel./ RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / [consultechr@gmail.com](mailto:consultechr@gmail.com)



- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

### INFORME N° 019663-0018/MLEM

SOLICITANTE	LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
ATENCION	LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
PROYECTO / OBRA	CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
FECHA DE RECEPCION	martes, 06 de noviembre de 2018
FECHA DE EMISION	sábado, 10 de noviembre de 2018

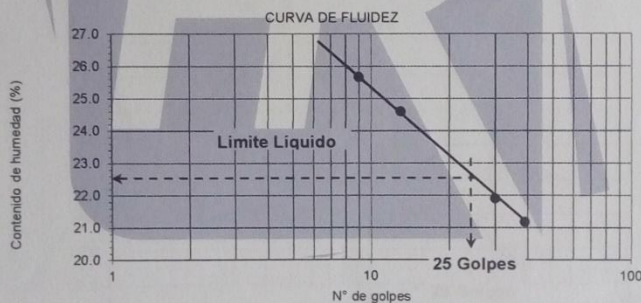
NORMA : ASTM D4318 - 1993 Standard test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

NORMA : ITINTEC 339,129 - Norma Tecnica Peruana - Part. 1999

CALICATA: C-2; M-2  
UBICACIÓN: AV. PROCERES

#### LIMITES DE CONSISTENCIA

DATOS:	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
TARA N°	8	25	21	33	P	16
SUELO HUMEDO (gr)	61.3	60.9	62.5	63.7	57.1	56.8
SUELO SECO (gr)	54.5	54	54.6	55.2	51.1	51.6
PESO DEL AGUA (gr)	6.8	6.9	7.9	8.5	6	5.2
PESO TARA (gr)	22.4	22.5	22.5	22.1	22.1	22.3
SUELO SECO (gr)	32.1	31.5	32.1	33.1	29	29.3
N° GOLPES	39	30	13	9	20.69	17.75
CONT. DE HUMEDAD (%)	21.18	21.90	24.61	25.68	19.22	



LL=22.60%                      LP = 19.22%                      IP = 3.38%

**OBSERVACION** : Muestra provista e identificada por el peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

*[Signature]*  
Dyann Martinez Ccencho  
TALC. INGENIERO CIVIL  
INGENIERO CIVIL - CP. 166008  
ESP. TEC. CONCRETO MEC. SUELO Y ASFALTO

*[Signature]*  
Ing. Paul Martinez Esteban  
INGENIERO CIVIL - CP. 166008  
ESP. TEC. CONCRETO MEC. SUELO Y ASFALTO

LEM: N° 019690

Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)  
Cel./ RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / consultechr@gmail.com



- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 019664-0018/MLEM**

SOLICITANTE	LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
ATENCION	LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
PROYECTO / OBRA	CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
FECHA DE RECEPCION	martes, 06 de noviembre de 2018
FECHA DE EMISION	sábado, 10 de noviembre de 2018

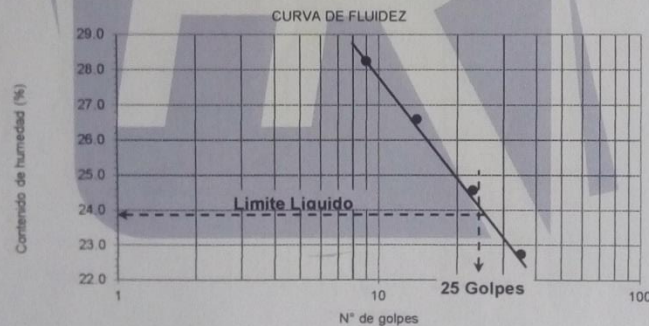
NORMA : ASTM D4318 - 1993 Standard test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

NORMA : ITINTEC 339,129 - Norma Tecnica Peruana - Part. 1999

CALICATA: C-3 ; M-3  
UBICACIÓN: AV. PROCERES

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

DATOS	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	8	25	21	33	P	16
TARA N°	8	25	21	33	P	16
SUELO HUMEDO (gr)	56.1	58.8	58.3	62.9	48.1	47.5
SUELO SECO (gr)	49.8	51.6	50.8	54	43.9	42.8
PESO DEL AGUA (gr)	6.3	7.2	7.5	8.9	4.2	4.7
PESO TARA (gr)	22.1	22.3	22.6	22.5	22.5	22.1
SUELO SECO (gr)	27.7	29.3	28.2	31.5	21.4	20.7
N° GOLPES	35	23	14	9	19.63	22.71
CONT. DE HUMEDAD (%)	22.74	24.57	26.60	28.25	21.17	



LL=24.10%

LP = 22.17%

IP = 2.93%

**OBSERVACION :** Muestra provista e identificada por el peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

**Dylson Martinez Ccencho**  
LABORATORIO  
INGENIEROS CONSULTEC HR SAC  
CALLE LOS ROSALES N° 225 - EL TAMBO - HUANCAYO

**INGENIEROS CONSULTEC HR S.A.C.**  
**Ing. Oscar Martinez Esteban**  
INGENIERO CIVIL - CIP: 196008  
ESP. TERC. CONCRETO MEC. RUTOS Y ASFALTO

LEM: N° 019691



**INGENIEROS  
CONSULTEC HR SAC.**



**Obras Civiles**

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 019665-0018/MLEM**

SOLICITANTE	LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
ATENCION	LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
PROYECTO / OBRA	CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
FECHA DE RECEPCION	martes, 06 de noviembre de 2018
FECHA DE EMISION	sábado, 10 de noviembre de 2018

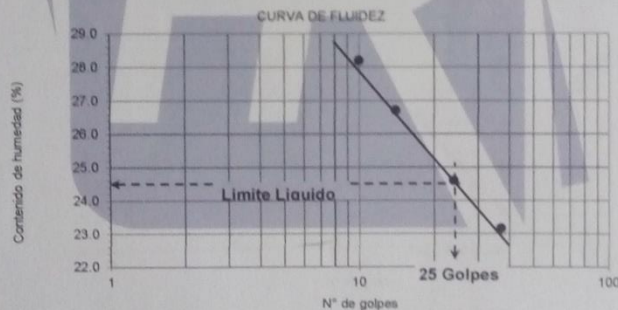
NORMA : ASTM D4318 - 1993 Standard test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

NORMA : ITINTEG 339,129 - Norma Técnica Peruana - Part. 1999

CALIGATA: C-4 ; M-4  
UBICACIÓN: AV. PROCERES

**LIMITE DE CONSISTENCIA**

DATOS:	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	8	25	21	33	P	16
TARA N°						
SUELO HUMEDO (gr)	62.5	61.3	57.7	62.5	48.7	46.7
SUELO SECO (gr)	54.9	53.6	50.3	53.7	43.1	43.2
PESO DEL AGUA (gr)	7.6	7.7	7.4	8.8	5.6	3.5
PESO TARA (gr)	22.1	22.3	22.6	22.5	22.5	22.1
SUELO SECO (gr)	32.8	31.3	27.7	31.2	20.6	21.1
N° GOLPES	37	24	14	10	27.18	16.59
CONT. DE HUMEDAD (%)	23.17	24.60	26.71	28.21	21.89	



LL=24.51%

LP = 21.89%

IP = 2.62%

**OBSERVACION :** Muestra provista e identificada por el peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

**Dylán Martínez Coencho**  
TIT. LABORATORIO  
INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.  
TIC. CON. SOTO 1500 SUELOS Y ASFALTO

**Ing. Raúl Martínez Esteban**  
INGENIERO CIVIL - CUB. 110008  
ESP. TEC. CONCRETO MEC. SUELOS Y ASFALTO

LEM: **N° 019692**

Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)  
Cel./ RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / [consultechnr@gmail.com](mailto:consultechnr@gmail.com)





- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 019666-0018/MLEM**

SOLICITANTE	LUIS ARGUMEDO SOLORIZANO
ATENCION	LUIS ARGUMEDO SOLORIZANO
PROYECTO / OBRA	CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
FECHA DE RECEPCION	martes, 06 de noviembre de 2018
FECHA DE EMISION	sábado, 10 de noviembre de 2018

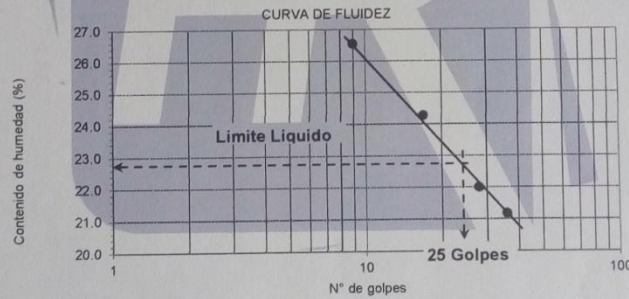
NORMA : ASTM D4318 - 1993 Standard test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

NORMA : ITINTEC 339,129 - Norma Tecnica Peruana - Part. 1999

CALICATA: C-5 ; M-5  
UBICACIÓN: AV. PROCERES

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

DATOS:	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	8	25	21	33	P	16
TARA N°	8	25	21	33	P	16
SUELO HUMEDO (gr)	61.3	60.2	61.4	60.7	60.4	55.1
SUELO SECO (gr)	54.5	53.4	53.8	52.8	56.1	48.1
PESO DEL AGUA (gr)	6.8	6.8	7.6	8.1	4.3	7
PESO TARA (gr)	22.4	22.5	22.5	22.1	22.1	22.3
SUELO SECO (gr)	32.1	30.9	31.3	30.5	34	25.8
N° GOLPES	36	28	17	9	12.65	27.13
CONT. DE HUMEDAD (%)	21.18	22.01	24.28	26.56	19.89	



LL = 22,80%                      LP = 19,89%                      IP = 2,91%

**OBSERVACION :** Muestra provista e identificada por el peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

**Dylann Martinez Ccencho**  
TES. LABORATORIO  
INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.  
ESP. TEC. CONCRETO MEC. SUELO Y ASFALTO

**INGENIEROS CONSULTEC HR S.A.C.**  
**Ing. Luis Martinez Esteban**  
INGENIERO CIVIL - CIP. 196008  
ESP. TEC. CONCRETO MEC. SUELO Y ASFALTO

LEM: **N° 019693**

Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)  
Cel./ RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / [consultechr@gmail.com](mailto:consultechr@gmail.com)



**INGENIEROS  
CONSULTEC HR SAC.**



**Obras Civiles**

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 0019648-0018/MLEM**

PETICIONARIO	: LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
ATENCION	: LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
PROYECTO / OBRA	: CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATDAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
FECHA DE RECEPCION	: martes, 06 de noviembre de 2018
FECHA DE EMISION	: sábado, 10 de noviembre de 2018

**EQUIVALENTE DE ARENA**

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES  
Norma Técnica Peruana 400.019/20 - American Society for Testing and Materials C131/535

Muestra:	Traída por el peticionario
Tamaño máximo nominal:	1"
Gradación:	"A"
Número de esferas:	12
Pérdida:	41%

**Observaciones:**

- \* Muestra provista e identificada por el peticionario
- \* Ensayo realizado en la Ciudad de Lima - Laboratorio Central de Masterlem Sac
- \* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993)
- \* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

  
 **Dylann Martinez Ccencho**  
 TEG. LABORATORIO  
 INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.  
 TEG. CONCRETO, MEC. SUELOS Y ASFALTO

 **INGENIEROS CONSULTEC HR S.A.C.**  
  
**Ing. Luis Martinez Esteban**  
 INGENIERO CIVIL - CIP. 196009  
 ESP. TEG. CONCRETO MEC. SUELOS Y ASFALTO

LEM: **N° 019699**

Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)  
 Cel./ RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / [consultechr@gmail.com](mailto:consultechr@gmail.com)



**Obras Civiles**

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**INFORME N° 0019647-0018/MLEM**

PETICIONARIO	: LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
ATENCION	: LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
PROYECTO / OBRA	: CARPETA ASFALTICA REICLADA Y BASE GRANULAR REICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATDAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
FECHA DE RECEPCION	: martes, 06 de noviembre de 2018
FECHA DE EMISION	: sábado, 10 de noviembre de 2018

**EQUIVALENTE DE ARENA**

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES  
Norma Técnica Peruana 400.019/20 - American Society for Testing and Materials C131/535

Muestra:	Traida por el peticionario
Tamaño máximo nominal:	1"
Gradación:	"A"
Número de esferas:	12
Pérdida:	38%

**Observaciones:**

- \* Muestra provista e identificada por el peticionario
- \* Ensayo realizado en la Ciudad de Lima - Laboratorio Central de Masterferm Sac
- \* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPIE GP-004: 1993)
- \* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolución Nº002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

  
**Dylan Martinez Ceencho**  
 T.E.C. LABORATORIO  
 INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.  
 T.E.C. CONCRETO MEC. CURLOS Y ASFALTO

  
 INGENIEROS CONSULTEC HR S.A.C.  
**Ing. Paul Marries Esteban**  
 INGENIERO CIVIL - CIP. 190008  
 ESP. T.E.C. CONCRETO MEC. SUELO Y ASFALTO

LEM: **N° 019698**



**INGENIEROS  
CONSULTEC HR SAC.**



#### Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

#### **INFORME N° 0019650-0018 / MLEM**

PETICIONARIO	: LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
ATENCION	: LUIS ARGUMEDO SOLORZANO
PROYECTO / OBRA	: CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE BASES TRATDAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO
FECHA DE RECEPCION	: martes, 06 de noviembre de 2018
FECHA DE EMISION	: sábado, 10 de noviembre de 2018

#### **EQUIVALENTE DE ARENA**

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN EN AGREGADOS GRUESOS POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES  
Norma Técnica Peruana 400.019/20 - American Society for Testing and Materials C131/535

Muestra: Traída por el peticionario

Tamaño máximo nominal:	1"
Gradación:	"A"
Número de esferas:	12

Pérdida: 37%

#### **Observaciones:**

\* Muestra provista e identificada por el peticionario

\* Ensayo realizado en la Ciudad de Lima - Laboratorio Central de Masteriem Sac

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP.004: 1993)

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE (Resolucion N°002-98/INDECOPI - CRT del 07.01.1998)

  
**Delann Martinez Ccencho**  
TEC. LABORATORIO  
INGENIEROS CONSULTEC HR SAC  
TEC. CONCRETO MEC. SUELOS Y ASFALTO

  
**Ing. David Martinez Esteban**  
INGENIERO CIVIL - CIP: 193028  
ESP. TEC. CONCRETO MEC. SUELOS Y ASFALTO

LEM: **N° 019701**

Calle Los Rosales N° 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)  
Cel / RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / [consultechr@gmail.com](mailto:consultechr@gmail.com)



**Obras Civiles**

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS**

LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLORZANO

Peticionario:

Test:

: "CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE UNA SUBBASE GRANULAR OPTIMA EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO"

Ubicación:

Fecha de recepción:

Fecha de emisión:

CHILCA - HUANCAYO - JUNIN  
miércoles, 12 de Junio de 2019  
lunes, 17 de Junio de 2019

Código:

Título:

: ASTM D4791

: Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate

**EN EL MATERIAL BASE GRANULAR RECICLADA + CARPETA ASFALTICA RECICLADA**

**Muestra: BASE GRANULAR RECICLADA + CARPETA ASFALTICA**

EL PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS ES DE:  
**12%**

**OBSERVACION** : Muestras remitidas por el peticionario;

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LEY PERUANA INDECOPI: IP-004 - 1995)

**Diana Mercedes Corcho**  
INGENIERA EN GEOTECNIA  
CONSULTEC HR SAC  
CALLE 122047

**Juan P. Aguilar Lopez**  
INGENIERO CIVIL  
CALLE 122047

LEM: N° 021289

Jr. Nicolás de Piérola N° 100 Urb. La Florida - El Tambo - Huancayo  
Cel./RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / [consultehr@gmail.com](mailto:consultehr@gmail.com)

[www.consultehr.com](http://www.consultehr.com)



**Obras Civiles**

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS**

Peticionario:	LUIS ALBERTO ARGUMENTO SOLORZANO
Test:	"CARPETA ASFALTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE UNA SUBBASE GRANULAR OPTIMA EN LA AV. PROCERES DEI, DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO"
Ubicación:	CHILCA - HUANCAYO - JUNIN
Fecha de recepción:	miércoles, 12 de Junio de 2019
Fecha de emisión:	lunes, 17 de Junio de 2019

METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACION EN ADESGADOS GRUESOS POR ABRASION E IMPACTO EN LA MAQUINA DE LOS ANGELES  
Norma Técnica Peruana 900.01/03 - American Society for Testing and Materials C131/131

**BASE GRANULAR RECICLADA + CARPETA ASFALTICA RECICLADA**


Muestra: BASE GRANULAR RECICLADA + CARPETA ASFALTICA RECICLADA


Tamaño máximo permitido:	1"
Gradación:	3"
Número de esferas:	17

Pérdida:	29%
----------	-----

**OBSERVACION:** Muestras remitidas por el peticionario

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD. IGUA PERUANA INCOOP: 09-204-12020

 **Miguel Alvarado Lozano**  
INGENIERO CIVIL  
C.O.P. N° 12345

 **Jorge Solorzano**  
INGENIERO CIVIL  
C.O.P. N° 12345

LEM N° 021368

Jr. Nicolás de Piérola N° 100 Urb. La Florida - El Tambo - Huancayo  
Cel./RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / [consultehr@gmail.com](mailto:consultehr@gmail.com)

[www.hrconsulting.com](http://www.hrconsulting.com)

**ANEXO 4. Estudio de mecánica de suelos de la Municipalidad distrital de Chilca a la AV. Próceres.**

2016

## ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



**“MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE  
LA TRANSITABILIDAD DE LA AV.  
PRÓCERES TRAMO: AV. JACINTO  
IBARRA-AV. PANAMERICANA SUR DEL  
DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-  
JUNÍN”.**

LABORATORIO DE SUELOS TERRALAB S.A.C.





**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
EN VIAS DE TRANSPORTE**

**PROYECTO:**

**“MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE LA  
TRANSITABILIDAD DE LA AV. PRÓCERES TRAMO: AV.  
JACINTO IBARRA-AV. PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO  
DE CHILCA-HUANCAYO-JUNÍN”.**

**INFORME**

**SOLICITANTE:**

**ING. JENNY MARLENE BLANCO QUINCHO**

**HUANCAYO**

**2016**



**TERRALAB SAC**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
CONSULTORIA DE OBRAS CIVILES

RUC 20568403038

## ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA:
  - 1.1. GENERALIDADES.
  - 1.2. OBJETIVO.
  - 1.3. UBICACIÓN.
  - 1.4. GEOLOGÍA.
2. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA:
  - 2.1. TRABAJOS DE CAMPO.
  - 2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.
  - 2.3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO.
  - 2.4. CONDICIONES DE LA SUBRASANTE.
3. ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN:
  - 3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS.
  - 3.2. EXPLORACIÓN DE CAMPO.
  - 3.3. TRABAJOS DE GABINETE.
  - 3.4. DETERMINACION DEL CBR DE DISEÑO.
4. CONCLUSIONES:
5. RECOMENDACIONES:
6. NORMATIVIDAD UTILIZADA Y BIBLIOGRAFÍA:
7. ANEXOS:
  - 7.1. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS.
  - 7.2. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.
  - 7.3. HOJAS DE CÁLCULO.
  - 7.4. PANEL FOTOGRÁFICO.
  - 7.5. PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATA



## ESTUDIO DE C.B.R. (California Bearing Ratio)

### **NORMA ASTM D 1883-73**

#### **PROYECTO:**

**“MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. PRÓCERES TRAMO: AV. JACINTO IBARRA-AV. PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNÍN”**

#### **1. MEMORIA DESCRIPTIVA:**

##### **1.1. GENERALIDADES:**

El Estudio de CBR del proyecto “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE LA TRANSITABILIDAD DE LA AV. PRÓCERES TRAMO: AV. JACINTO IBARRA-AV. PANAMERICANA SUR DEL DISTRITO DE CHILCA-HUANCAYO-JUNÍN”, es parte del presente estudio.

El ensayo de C.B.R. mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, la ASTM denomina a este ensayo, simplemente como “Relación de soporte” y esta normado con el número ASTM D 1883-73, Los trabajos se desarrollaron en tres etapas; inicialmente los trabajos correspondientes al relevamiento de información, ejecutados directamente en el campo; posteriormente los trabajos que evalúan las características de los materiales involucrados en el proyecto; y finalmente el procesamiento de toda la información recopilada que permita establecer los parámetros de diseño. Los trabajos de campo se orientaron a explorar la superficie de rodadura y el sub suelo (sub rasante), mediante la ejecución de calicatas distribuidas en el área en estudio. Se tomaron muestras disturbadas de cada una de las exploraciones ejecutadas, las mismas que fueron remitidas al laboratorio especializado.

Los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo, las que sirvieron de base para determinar las características de diseño.

##### **1.2. OBJETIVO:**

Los trabajos de mecánica de suelos se han desarrollado con la finalidad de investigar las características del suelos que permitan establecer los criterios de diseño de la vía los trabajos se desarrollan en tres etapas: inicialmente información, ejecutados directamente en el campo,

TERRALAB SAC.  
UNIDAD MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Martín Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO EN MECÁNICA DE SUELOS Y CONSULTORÍA DE OBRAS  
ESPECIALISTA EN CARGA DE SUELOS  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y RESISTENCIA



posteriormente los trabajos que se evalúan las características de los materiales involucrados en el proyecto y finalmente el procesamiento de toda la información recopilada que permita establecer los parámetros de diseño, los trabajos de campo se orientaron a explorar la superficie de rodadura y el sub suelo, mediante la ejecución de calicatas distribuidas en los lugares indicados por el proyectista en el área de estudio. Se tomaron muestras distribuidas de cada una de las exploraciones ejecutadas, las mismas que fueron remitidas al laboratorio especializado los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo las que sirvieron de base para determinar las características de diseño.

### 1.3. UBICACIÓN:

El proyecto se encuentran ubicados en:

DISTRITO : CHILCA  
PROVINCIA : HUANCAYO  
REGION : JUNIN

### 1.4. GEOLOGÍA:

#### 1.4.1. GEOLOGIA REGIONAL

#### Aspectos geomorfológicos

Los rasgos geomorfológicos presentes en el área de estudio y alrededores han sido modelados por eventos de geodinámica interna y externa. Las unidades geomorfológicas existentes son clasificadas como Valles - Quebradas y Estribaciones de la Cordillera Occidental.

TERRALAB SAC.  
UNIDAD ASesorIA DE SUELOS  
Ing. Civil María Peña Dueñas  
ASESOR TECNICO EN OBRAS CIVILES CONSULTORIA  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y OBRAS CIVILES



**Aspectos Lito estratigráficos.**

La secuencia lito estratigráfica, está dada por la ocurrencia de afloramientos y depósitos no consolidados con edades que se inician en el Cretáceo Inferior, hasta la actualidad.

**Morfogénesis y Procesos Geodinámicas**

La configuración del relieve en la región está subordinada a procesos morfo genéticos que han ocurrido en el pasado geológico.

**1.4.2. GEOLOGIA LOCAL:**

**Aspectos Geomorfológicos:**

El área de estudio se encuentra en el cauce de quebradas antiguas.

**Aspectos Lito estratigráficos:**

El área en estudio está asociada a depósitos aluviales de quebradas

**1.4.3. SISMICIDAD**

En general, la zona de estudio se halla en una región de mediana actividad sísmica, donde se puede esperar la ocurrencia de sismos de intensidad media durante la vida del proyecto.

La actividad sísmica del área se relaciona con la subducción de la placa oceánica bajo la placa continental sudamericana, subducción que se realiza con un desplazamiento del orden de diez centímetros por año, ocasionando fricciones de la corteza, con la consiguiente liberación de energía mediante sismos, los cuales son en general tanto más violentos cuando menos profundos son en su origen.

Según los mapas de zonificación sísmica y mapa de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo-Resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, el proyecto se encuentra comprendido en la Zona 2.

TERRALAB SAC  
UNIDAD MECANICA DE SUELOS  
Ing. Civil Marina Peña Dueñas  
ASESOR TECNICO DIR. 750 / 1000 CONSULTORIO 0000  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO, PROTECCION Y GEOTECIA



## **2. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA:**

### **2.1. TRABAJOS DE CAMPO:**

Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica del suelo de la sub rasante existente a lo largo del trazo, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, excavación de calicatas y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio. En total se realizaron 09 estudios de los cuales se excavaron 09 pozos "a cielo abierto" y se extrajeron las muestras respectivas.

La profundidad alcanzada en las perforaciones mencionadas es de 1.50 m. por debajo de la rasante proyectada y ubicadas en forma alternada (derecha e izquierda) de la vía en estudio. En cada calicata se registró el perfil estratigráfico del suelo de la sub rasante, clasificando visualmente los materiales mediante el procedimiento de campo establecido por el sistema Unificado de Clasificación de suelos (S.U.C.S.) y AASHTO.

Sobre la base de la clasificación visual de los suelos, se elaboró un perfil estratigráfico preliminar del tramo el cual permitió determinar secciones de características similares, escogiéndose puntos representativos generales y específicos, los generales para determinar las características de los suelos predominantes y similares en las calicatas escogidas, y los específicos para determinar las características mecánicas de los suelos de sub rasante.

**(Ver Anexo: Perfil Estratigráfico)**

### **2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO:**

Se realizaron los ensayos de acuerdo a la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones. Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos de las muestras disturbadas de suelo, provenientes de cada una de las exploraciones. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Empresa TERRALAB S.A.C, bajo la supervisión del Ingeniero Especialista de Suelos y Pavimentos, y de técnicos de laboratorio,

  
Ing. Civil Marino Peña Dueñas  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



cuyos resultados se presenta en los Anexos.

Los ensayos realizados fueron:

- Determinación del contenido de humedad.- La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas (ASTM D-2216), MTC E 108-2000).
- Determinación del Límite Líquido: El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido. El valor calculado deberá aproximarse al centésimo. ASTM D-4318, AASHTO T-89, MTC E 110-2000.
- Determinación del límite plástico e índice de plasticidad: Es la determinación en el laboratorio del límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo. Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen. ASTM D-4318, AASHTO T-90, MTC E 111-2000
- Análisis Granulométrico de suelos por tamizado: La determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo. Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200). ASTM D-422, AASHTO T88, MTC E 107-2000.
- Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada : (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup> [2 700 kN-m/m<sup>3</sup>]) (PROCTOR MODIFICADO): Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas (101,6 ó 152,4 mm) de diámetro con un pisón de 10 lbf (44,5 N) que cae de una altura de 18 pulgadas (457 mm), produciendo una Energía de Compactación de 56 000 lb-pie/pie<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>). ASTM D -1557, MTC E 115-2000.
- California Bearing Ratio (CBR) : Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es

TERRALAB SAC  
Ing. Civil Marina Peña Dueñas  
SECTOR TÉCNICO DE INGENIERÍA CONSULTORAS  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS



muy conocido, como CBR(California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado. ASTM -19883, ASSHTO T-193, MTC E 132-2000.

**2.3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO:**

La elaboración del perfil estratigráfico requiere de una clasificación de materiales que se obtiene mediante análisis y ensayos en laboratorio sobre las muestras extraídas en el campo. La interpretación de los resultados obtenidos ha permitido clasificar los suelos, definir los horizontes de material homogéneo. Se establece el siguiente Perfil Estratigráfico para este estudio

**2.4. CONDICIONES DE LA SUBRASANTE:**

De acuerdo a los resultados obtenidos del C.B.R. se tiene lo siguiente:

Tanto para 1" de penetración se obtiene al 100% y 95% respectivamente para cada calicata:

ITEM	CALICATA	C.B.R.	
		1"	
		100%	95%
1	C-1 AV. PROCERES Y AV. JACINTO IBARRA	32.22	26.10
2	C-2 AV. PROCERES Y CALLE REAL	20.23	13.30
3	C-3 AV. PROCERES Y JR. AREQUIPA	37.47	28.70
4	C-4 AV. PROCERES Y JR. SUCRE	18.73	12.30
5	C-5 AV. PROCERES	12.14	8.30
6	C-6 AV. PROCERES Y CARRETERA CENTRAL	22.48	14.10
7	C-7	16.49	9.45
8	C-8	21.73	13.73
9	C-9	18.73	11.54
10	C-10	17.23	12.50

Ing. Civil **Martín Peña Dueñas**  
 ASOCIADO CIP 7491 CONSULTOR C.0388  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS  
 Y GEOTECNIA Y GEOLÓGIA





Así mismo se presenta el siguiente cuadro en el cual se observa el uso que se le puede dar de acuerdo a los resultados del cuadro anterior el mismo que tendrá que ser revisado por el Ingeniero Responsable del proyecto.

CLASIFICACIÓN GENERAL	C.B.R.
EXCELENTE	$CBR \geq 17\%$
BUENO	$8\% < CBR < 17\%$
REGULAR	$3\% < CBR < 8\%$
POBRE	$CBR \leq 3\%$

### 3. ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN:

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS:

La descripción de cada estrato ha sido identificada por el personal capacitado, describiendo su composición del suelo, encontrándose por cada calicata diversos tipos de suelos.

#### 3.2. EXPLORACIÓN DE CAMPO:

Los trabajos de campo se orientaron a explorar la superficie de rodadura y el sub suelo, mediante la ejecución de calicatas distribuidas en los lugares indicados en el área de estudio. Dicha indicación estuvo a cargo del Ing. Responsable del Proyecto. Se tomaron muestras distribuidas de cada una de las exploraciones ejecutadas, de acuerdo a la EM 2000 a las mismas que fueron remitidas al laboratorio especializado.

Los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo las que sirvieron de base para determinar las características de diseño. Las calicatas se realizaron manualmente con pala y pico a un costado de la vía en estudio, no ha sido necesario realizar prospecciones a menor distancia dado que las características del terreno han permanecido homogéneas.

TERRALAB SAC.  
UNIDAD ADMINISTRATIVA DE SUELOS

Ing. Civil Marina Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO DE TRÁNSITO Y CONSULTOR CIVIL  
ESPECIALISTA EN MEJORA DE SUELOS  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONSULTORIA



### 3.3. TRABAJOS DE GABINETE:

El procedimiento y los equipos utilizados para los ensayos requeridos fueron:

#### 3.3.1.- DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO:

**Para este ensayo de utilizó:**

- ❖ Horno de secado: Horno de secado termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ . (CALIBRADO)
- ❖ Balanzas: De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: de 0.1 g para muestras de menos de 200 g de 0. 1 g para muestras de más de 200 g (CALIBRADO)
- ❖ Recipientes: Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de PH variable, y a limpieza.
- ❖ Utensilios para manipulación de recipientes: Se requiere el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.
- ❖ Otros utensilios : Se requiere el empleo de cuchillos, espátulas. Cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.

**El procedimiento realizado fue:**

Se ha determinado y registrado la masa en un contenedor limpio y seco.

Se ha seleccionado especímenes de ensayo representativos de acuerdo lo indicado Anteriormente.

Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor.

Remover la tapa y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  a menos que se especifique otra temperatura. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.

Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Determinar el peso del contenedor y el material secado al homo.

TERRALAB SAC.  
UNIDAD DE MECANICA DE SUELOS  
  
Ing. Civil Marina Peña Dueñas  
Asesor y responsable de la Unidad de Mecánica de Suelos  
CERTEJALUTA INMEDIATA DE SUELOS  
INGENIERIA, GEOTECNIA Y GEOLOGIA.



### 3.3. TRABAJOS DE GABINETE:

El procedimiento y los equipos utilizados para los ensayos requeridos fueron:

#### 3.3.1.- DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO:

**Para este ensayo de utilizó:**

- ❖ Horno de secado: Horno de secado termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ . (CALIBRADO)
- ❖ Balanzas: De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: de 0.1 g para muestras de menos de 200 g de 0. 1 g para muestras de más de 200 g (CALIBRADO)
- ❖ Recipientes: Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de PH variable, y a limpieza.
- ❖ Utensilios para manipulación de recipientes: Se requiere el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.
- ❖ Otros utensilios : Se requiere el empleo de cuchillos, espátulas. Cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.

**El procedimiento realizado fue:**

Se ha determinado y registrado la masa en un contenedor limpio y seco.

Se ha seleccionado especímenes de ensayo representativos de acuerdo lo indicado Anteriormente.

Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor.

Remover la tapa y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  a menos que se especifique otra temperatura. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.

Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Determinar el peso del contenedor y el material secado al homo.

TERRALAB SAC.  
UNIDAD DE MECANICA DE SUELOS  
  
Ing. Civil Marina Peña Dueñas  
Asesor y responsable de la Unidad de Mecánica de Suelos  
CERTEJALUTA INMEDIATA DE SUELOS  
INGENIERIA, GEOTECNIA Y GEOLOGIA.



pasada de atrás hacia adelante limpie el fondo de la cazuela. Hicimos una ranura con el menor número de pasadas posible.

Elevamos y golpeamos la taza de bronce girando la manija F, a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo, hasta que las dos mitades de la pasta de suelo se pongan en contacto en el fondo de la ranura, a lo largo de una distancia de cerca de 13 mm (0.5"). Anotamos el número de golpes requeridos para cerrar la ranura.

En lugar de fluir sobre la superficie de la taza algunos suelos tienden a deslizarse. Sacamos una tajada de suelo aproximadamente del ancho de la espátula, tomándola de uno y otro lado y en ángulo recto con la ranura e incluyendo la porción de ésta en la cual se hizo contacto, y colocamos en un recipiente adecuado.

Pesamos y anotamos. Colocamos el suelo dentro de la pesa filtro en el horno a  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F) hasta obtener peso constante y volvemos a pesar tan pronto como se haya enfriado pero antes de que pueda haber absorbido humedad higroscópica. Anotamos este peso, así como la pérdida de peso debida al secamiento y el peso del agua.

Transferimos el suelo sobrante en la taza de bronce a la cápsula de porcelana. Lavamos y secamos la taza de bronce y el ranurador y armamos de nuevo el aparato del límite líquido para repetir el ensayo.

Repetimos la operación anterior por lo menos en dos ensayos adicionales, con el suelo restante en la vasija de porcelana, al que se le ha agregado agua suficiente para ponerlo en un estado de mayor fluidez. El objeto de este procedimiento es obtener muestras de tal consistencia que al menos una de las determinaciones del número de golpes requeridos para cerrar la ranura del suelo se halle en cada uno de los siguientes intervalos: 25-35; 20-30; 15-25. De esta manera, el alcance de las 3 determinaciones debe ser de 10 golpes.

### **3.3.3.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DEL SUELOS**

**Los aparatos utilizados fueron:**

- ❖ Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- ❖ Recipiente para Almacenaje, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.
- ❖ Balanza, con aproximación a 0.1g. (CALIBRADO)
- ❖ Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F). (CALIBRADO)
- ❖ Tamiz, de 426  $\mu$ m (N° 40).
- ❖ Agua destilada.

TERRALAB, SAC.  
UNIDAD: LABORATORIO DE SUELOS  
  
Ing. Civil Marina Peña Dueñas  
MÉTRICO INGENIERO CIVIL Y TÉCNICO CONSULTOR 30945  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS  
Y EN OBRAS, GEOTECNIA Y GEOLÓGICA



- ❖ Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- ❖ Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

**El procedimiento realizado:**

Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.

Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3.2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorona aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo.

La porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo a la guía de Determinación del contenido de humedad.

Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado.

**3.3.4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**

**Los aparatos utilizados fueron:**

- ❖ Una balanza. (CALIBRADO)
- ❖ Tamices de malla cuadrada
- ❖ 75 mm (3"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4,76 mm (N° 4), 2,00 mm (N° 10), 0,840 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N° 200).
- ❖ Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes:
  - 75 mm (3"), 37.5 mm (1-½"), 19.0 mm (¾"), 9.5 mm (3/8"), 4.75 mm (N° 4), 2.36 mm (N°8), 1.10 mm (N° 16), 600 mm (N° 30), 300mm (N° 50), 150 mm (N° 100), 75 mm (N°200).
- ❖ Horno o Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F). (CALIBRADO)
- ❖ Envases, adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- ❖ Cepillo y brocha, para limpiar las mallas de los tamices.

TERRALAB, SAC.  
UNIDAD ADMINISTRATIVA DE SUELOS  
Ing. Civil María Peña Dueñas  
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS  
CONSULTORÍA DE OBRAS CIVILES Y GEOTECNIA



▪ **ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ**

**DE 4,760 mm (N° 4).**

Separamos la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N° 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:

Se ha realizado el movimiento manual del tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla.

Se determinó el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0.1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1%.

▪ **Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (N°200).**

· Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0.1 g.

· Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.

· Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200) con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.

· Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F) y se pesa.

**3.3.5.- COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup> [2 700 kN-m/m<sup>3</sup>]) (PROCTOR MODIFICADO)**

**Los aparatos que se utilizaron:**

- ❖ Ensamblaje del Molde: Los moldes son cilíndricos, tienen una sección circular, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro.
- ❖ Molde de 4 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio  $4,000 \pm 0,016$  pulg. ( $101,6 \pm 0,4$  mm) de diámetro interior, una altura de  $4,584 \pm 0,018$  pulg. ( $116,4 \pm 0,5$  mm) y un volumen de  $0,0333 \pm 0,0005$  pie<sup>3</sup> ( $944 \pm 14$  cm<sup>3</sup>).

Ing. Civil Marina Peña Dueñas  
ABEJON TECNICO DE SUELOS CONSULTORA 2008  
ESPECIALISTA EN MEJORA DE SUELOS  
UNION HUANCAVECA DE SUELOS



- ❖ Molde de 6 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio  $6,000 \pm 0,026$  pulg ( $152,4 \pm 0,7$  mm) de diámetro interior, una altura de:  $4,584 \pm 0,018$  pulg ( $116,4 \pm 0,5$  mm) y un volumen de  $0,075 \pm 0,0009$  pie<sup>3</sup> ( $2\ 124 \pm 25$  cm<sup>3</sup>).
- ❖ Pisón ó Martillo.- Un pisón operado manualmente. El pisón cae libremente a una distancia de  $18 \pm 0,05$  pulg ( $457,2 \pm 1,6$  mm) de la superficie de espécimen.
- ❖ Extractor de Muestras.- Se usa una gata con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.
- ❖ Balanza.- Una balanza de aproximación de 1 gramo. (CALIBRADO)
- ❖ Horno de Secado.- Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $230 \pm 9$  °F ( $110 \pm 5$  °C) a través de la cámara de secado.
- ❖ Regla.- Una regla metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 10 pulgadas (254 mm). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de  $\pm 0,005$  pulg ( $\pm 0,1$  mm). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 1/8 pulg (3mm).
- ❖ Tamices ó Mallas.- De ¼ pulg (19,0 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) y N° 4 (4,75mm), conforme a los requisitos de la especificaciones ASTM E11 ("Especificación para mallas metálicas con fines de ensayo").
- ❖ Herramientas de Mezcla.- Diversas herramientas tales como cucharas, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc.

▪ **PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO SUELOS:**

**Método de Preparación Seca.-** Las muestras extraídas estaban húmedas, por lo que se procedió a reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado se realizó en un aparato de secado. Se disgrega por completo los grumos de tal forma que hemos evitado moler las partículas individuales. Pasar el material por el tamiz apropiado: N°4 (4,75 mm), 3/8 pulg (9,5 mm) ó ¼ pulg (19,0mm). Durante la preparación del material granular que pasa la malla ¼ pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, se disgregó lo suficientemente para que pasen el tamiz 3/8 pulg Se ha preparado cuatro especímenes.

Añadir las cantidades requeridas de agua para que los contenidos de agua de los especímenes tengan los valores descritos anteriormente.

**Compactación.-** Se compactó de la siguiente manera:

- ❖ Se ha determinado y anotado la masa del molde y el plato de base:

TERRALAB SAC  
UNIDAD MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Martín Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIVIL Y MECÁNICO DE SUELOS  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS  
E INGENIERIA EN GEOTECNIA Y GEOLÓGICA



- ❖ Se ha ensamblado y asegurado el molde y el collar al plato base. Esto permite una unión al cimientto rígido y se desamolda fácilmente después que se concluya la compactación.
- ❖ Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 2 pulg (5 mm) de diámetro. Posteriormente a la compactación de cada uno de las cuatro primeras capas, cualquier suelo adyacente a las paredes del molde que no han sido compactados o extendido cerca de la superficie compactada será recortado. El suelo recortado ha sido incluido con el suelo adicional para la próxima capa.
- ❖ Se ha compactado cada capa con 25 golpes para el molde de 4 pulgadas (101,6 mm) ó 56 golpes para el molde de 6 pulgadas (152,4 mm).

### 3.3.6.- CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR).

#### Los aparatos utilizados fueron:

- ❖ Prensa CBR. (CALIBRADO)
- ❖ Molde, de metal, cilíndrico, de 152,4 mm  $\pm$  0,66 mm (6  $\pm$  0,026") de diámetro interior y de 177,8  $\pm$  0,46 mm (7  $\pm$  0,018") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0") de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm (3/8") de espesor.
- ❖ Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150,8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de 61,37  $\pm$  0,127 mm (2,416  $\pm$  0,005") de espesor, para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.
- ❖ Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo
- ❖ Pistón de penetración.
- ❖ Diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.
- ❖ Una Poza con agua.
- ❖ Horno o Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de 110  $\pm$  5°C (CALIBRADO)
- ❖ Balanza con capacidad de 20 kg y otra de 1000 g con sensibilidades de 1g y 0,1g, respectivamente.
- ❖ Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2").
- ❖ Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

TERRALAB SAC  
UNIDAD TECNICA DE SUELOS  
Ing. Civil Marino Peña Dueñas  
ABOGADO TECNICO CIP 17010 REG. CONSULTOR C.6963  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS  
Especialista en Mecánica de Suelos y Geotecnia





### Procedimiento:

El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno.

En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

- **Preparación de la Muestra.-** Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19.1 mm (3/4"), se utilizó para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. De la muestra así preparada se tomó la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más o menos unos 5 kg por cada molde CBR.

Se determinó la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compactó un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

Se ha determinado la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E108 una vez conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo.

- **Elaboración de especímenes.** Se pesó el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro. Una vez preparado el molde, se compactó el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación, pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes encada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas. Para suelos granulares, la prueba se efectuó dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia

UNIDAD TECNICA DE SUELOS  
Ing. Civil Martín Peña Dueñas  
REG. CONSULTOR C.5188  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS  
GEOTECNIA, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

- **Penetración.** Se aplicó una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con  $\pm 2.27$  kg de aproximación) pero no menor de 4.54 kg (10 lb). Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, se asentó el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra, llevamos el conjunto a la prensa y colocamos el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y se añade el resto de la sobrecarga si hubo inmersión. Se montó el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se han situado las agujas de los diales para verificar las medidas.

#### 3.4. DETERMINACIÓN DEL CBR DE DISEÑO:

El C.B.R. que alcanza al 0.1" (95%):

ITEM	CALICATA	C.B.R.	
		1"	
		100%	95%
1	C-1 AV. PROCERES Y AV. JACINTO IBARRA	32.22	26.10
2	C-2 AV. PROCERES Y CALLE REAL	20.23	13.30
3	C-3 AV. PROCERES Y JR. AREQUIPA	37.47	28.70
4	C-4 AV. PROCERES Y JR. SUCRE	18.73	12.30
5	C-5 AV. PROCERES	12.14	8.30
6	C-6 AV. PROCERES Y CARRETERA CENTRAL	22.48	14.10
7	C-7	16.49	9.45
8	C-8	21.73	13.73
9	C-9	18.73	11.54
10	C-10	17.23	12.50

TERRALAB SAC.  
UNIDAD ESPECIALIZADA DE SUELOS

Ing. Civil Marino Peña Dueñas  
ASOCIACIÓN DE INGENIEROS CONSULTORES  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS  
CONSEJO PROFESIONAL DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS



#### 4. CONCLUSIONES:

En base a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio realizados y análisis efectuados se concluyó:

❖ **CUADRO DE CLASIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA: SUCS – ASSHTO.**

Según el Sistema Unificado De Clasificación de suelos y la AASHTO para cada calicata se clasificaron en:

ITEM	CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACIÓN		NOMBRE DEL GRUPO
			SUCS	AASHTO	
1	C-1 AV. PROCERES Y AV. JACINTO IBARRA	M-1	GM	A-1-b (0)	GRAVA LIMOSA
2	C-2 AV. PROCERES Y CALLE REAL	M-1	CL	A-6 (1)	GRAVA LIGERA ARENOSA CON GRAVA
3	C-3 AV. PROCERES Y JR. AREQUIPA	M-1	GM	A-4 (0)	GRAVA LIMOSA CON ARENA
4	C-4 AV. PROCERES Y JR. SUCRE	M-1	CL	A-4 (0)	ARCILLA LIGERA CON ARENA
5	C-5 AV. PROCERES	M-1	CL	A-4 (1)	ARCILLA LIGERA CON ARENA
6	C-6 AV. PROCERES Y CARRETERA CENTRAL	M-1	ML	A-4 (0)	LIMO CON GRAVA
7	C-7	M-1	ML	A-4 (0)	LIMO ARENOSA CON GRAVA
8	C-8	M-1	CL	A-4 (3)	ARCILLA LIGERA ARENOSA
9	C-9	M-1	CL	A-4 (2)	ARCILLA LIGERA ARENOSA CON GRAVA
10	C-10	M-1	ML	A-4 (0)	LIMO ARENOSO

❖ **CUADRO DE PROCTOR:** La Máxima Densidad Seca y el Optimo Contenido de Humedad deberán ser utilizados para la compactación y así poder alcanzar su máxima resistencia (véase el siguiente cuadro)

TERRALAB SAC.  
UNIDAD DE MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Martín Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 7111 REG. CONSULTOR 01988  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS  
E INGENIERIA DE OBRAS CIVILES



**TERRALAB SAC**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
CONSULTORIA DE OBRAS CIVILES**

**RUC 20568403038**

ITEM	CALICATA	M.D.S.	O.C.H.
1	C-1 AV. PROCERES Y AV. JACINTO IBARRA	1.96	7.8
2	C-2 AV. PROCERES Y CALLE REAL	1.86	9.2
3	C-3 AV. PROCERES Y JR. AREQUIPA	2.04	7.5
4	C-4 AV. PROCERES Y JR. SUCRE	1.85	9.3
5	C-5 AV. PROCERES	1.71	11.2
6	C-6 AV. PROCERES Y CARRETERA CENTRAL	1.89	8.9
7	C-7	1.82	10.2
8	C-8	1.86	9.0
9	C-9	1.80	9.6
10	C-10	1.90	8.8

❖ **CUADRO DE C.B.R.:** La vía en estudio tiene una capacidad de soporte **regular**, lo cual indica que son **regulares** bajo condiciones adversas de humedad, de acuerdo a los ensayos realizados según la norma ASTM D1883 y el grado de compactación del ensayo de C.B.R. es:

ITEM	CALICATA	C.B.R.	
		1"	
		100%	95%
1	C-1 AV. PROCERES Y AV. JACINTO IBARRA	32.22	26.10
2	C-2 AV. PROCERES Y CALLE REAL	20.23	13.30
3	C-3 AV. PROCERES Y JR. AREQUIPA	37.47	28.70
4	C-4 AV. PROCERES Y JR. SUCRE	18.73	12.30
5	C-5 AV. PROCERES	12.14	8.30
6	C-5 AV. PROCERES Y CARRETERA CENTRAL	22.48	14.10
7	C-7	16.49	9.45
8	C-8	21.73	13.73
9	C-9	18.73	11.54
10	C-10	17.23	12.50

**TERRALAB SAC.**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Ing. Civil Marina Peña Dueñas  
ASESOR TECNICO CIA 791010001, ING. CONSULTOR CIA 0000000000  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

AV. MARISCAL CASTILLA 3950 INT.A SAÑOS CHICO EL TAMBO HUANCAYO  
CONSULTORIA DE OBRAS CIVILES.  
RUC. 20568403038, CEL 984926008, RPM #984926008



- Estos datos servirán para poder determinar si los materiales son aptos para ser utilizados en alguna capa específica, tal como se observa en el siguiente cuadro.

ELEMENTO	C.B.R.
BASE	CBR $\geq$ 80%
SUB BASE	CBR $\geq$ 40%

**5. RECOMENDACIONES:**

- Eliminar el material de relleno a una profundidad de:
  - ✓ 0.35 cm en el tramo que corresponde a la C-1.
  - ✓ 0.50 cm en el tramo que corresponde a la C-2.
  - ✓ 0.50 cm en el tramo que corresponde a la C-3.
  - ✓ 0.95 cm en el tramo que corresponde a la C-4.
  - ✓ 0.70 cm en el tramo que corresponde a la C-5.
  - ✓ 1.00 cm en el tramo que corresponde a la C-6.
  - ✓ 0.35 cm en el tramo que corresponde a la C-7.
  - ✓ 0.45 cm en el tramo que corresponde a la C-8.
  - ✓ 0.35 cm en el tramo que corresponde a la C-9.
  - ✓ 0.45 cm en el tramo que corresponde a la C-10.
- A la fecha de excavación se encontró napa freática en la C-5 a una profundidad de 1.50 m por lo que se deberá evacuar utilizando drenes u otros.

**TERRALAB, SAC.**  
UNIDAD TECNICA DE SUELOS

Ing. Civil *Mario Peña*  
ASESOR TECNICO DE OBRAS DE OBRAS CIVILES  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO, CIMENTACION Y GEOLOGIA.



6. NORMATIVIDAD UTILIZADA Y BIBLIOGRAFÍA:

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM	TAMAÑO DE MUESTRA	PROPOSITO DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por Tamizado	Clasificación	T88	D422	2.50 Kg.	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
Contenido de Humedad	Clasificación		D2216	2.50 Kg.	Para determinar en contenido de humedad existente en el terreno.
Limite liquido	Clasificación	T89	D4318	2.50 Kg.	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico
Limite Plástico	Clasificación	T90	D4318	2.50 Kg.	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi solidó.
Índice Plástico	Clasificación	T90	D4318	2.50 Kg.	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
Compactación Próctor Modificado	Diseño de Espesores	T180	D1557	45.0 Kg.	Determinar la capacidad de soporte del terreno
CBR	Diseño de Espesores	T193	D1883	45.0 Kg.	Determinar la capacidad de carga, Permite inferir el módulo resiliente.

- ❖ MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES PAVIMETOS URBANOS.
- ❖ NORMA CE.010:PAVIMENTOS URBANOS-RNE
- ❖ MANUAL DE SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL MTC (EM-2000-MTC).

**TERRALAB SAC.**  
UNIDAD TECNICA DE SUELOS  
  
Ing. Civil Marino Peña  
ASESOR TECNICO CON 7500 HRS. REG. CONSULTORIA 100000  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS  
GEOLOGIA Y GEOTECNIA

**ANEXO 5. Fuentes para la obtención de datos del Análisis de costos unitarios.**

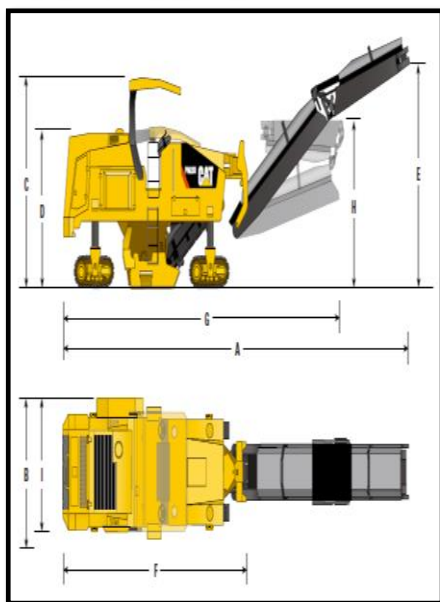
**CALCULO DE COSTO DE MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE FRESADORA**

**Proyecto:** "CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE UNA SUBBASE GRANULAR ÓPTIMA EN LA AV. PRÓCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO"

**Lugar:** CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

**DATOS GENERALES DE LA CARGA**

FRESADORA CAT MODELO PM 200



**Pesos de embarque**

Máquina con rotor estándar de 2.0 m (79 pulg)	28.000 kg	61.740 lb
en las cadenas delanteras	12.650 kg	27.895 lb
en las cadenas traseras	15.350 kg	33.845 lb
Máquina con rotor de 2.2 m (88 pulg)	28.600 kg	63.052 lb
en las cadenas delanteras	12.950 kg	28.550 lb
en las cadenas traseras	15.650 kg	34.502 lb

*Los pesos que se muestran son aproximados e incluyen refrigerante, lubricantes, tanque de combustible al 50% y tanque de agua vacío.*

**Dimensiones**

De operación	con rotor de 2.0 m (79 pulg)	con rotor de 2.2 m (88 pulg)
A Longitud total (transportador levantado)	13,94 m 45' 7"	13,94 m 45' 7"
B Ancho total de la máquina	2,75 m 9'	2,97 m 9' 9"
C Altura máxima (techo levantado)	3,95 m 12' 7"	3,95 m 12' 7"
D Altura mínima	2,93 m 10' 6"	2,93 m 10' 6"
E Espacio libre máximo para el camión	4,6 m 15'	4,6 m 15'
Espacio libre del rotor al suelo	356 mm 14"	356 mm 14"
Rotación del transportador	48 grados a la izquierda y a la derecha del centro	48 grados a la izquierda y a la derecha del centro
Ancho del transportador de recolección	800 mm 31,5"	800 mm 31,5"
Ancho del transportador superior	800 mm 31,5"	800 mm 31,5"
Radio interior de giro	2,0 m 6' 5"	2,0 m 6' 5"
<b>Embarque</b>		
F Longitud de la máquina base	7,5 m 24' 6"	7,5 m 24' 6"
G Longitud (transportador plegado)	11,38 m 37' 3"	11,38 m 37' 3"
H Altura (transportador plegado)	3,15 m 10' 3"	3,15 m 10' 3"
I Ancho máximo	2,5 m 8' 2"	2,75 m 9'

\* fuente: Ficha Técnica CATERPILLAR

**DATOS GENERALES DEL TRANSPORTE**

SEMI TRAYLER 6x4

POTENCIA=	330 HP
CAPACIDAD =	35 TON
PESO =	42600 KG
TARIFA HORA =	S/. 278.43

CAMIONETA 4X4 PICK UP CABINA SIMPLE

POTENCIA=	148 HP
CAPACIDAD =	3 PASAJEROS
PESO =	2740 KG
TARIFA HORA =	S/. 114.03

\* fuente: REVISTA COSTOS, EDICION MAYO 2019

**CALCULO DE COSTO DE MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION**

TRAMO	LIMA	HUANCAYO
DISTANCIA VIRTUAL (El Peruano 2006)	395.32	KM
VELOCIDAD DE TRASLADO PROMEDIO	30	KPH
TIEMPO DE VIAJE (IDA)	13.18	Horas
TIEMPO DE VIAJE (VUELTA)	13.18	Horas

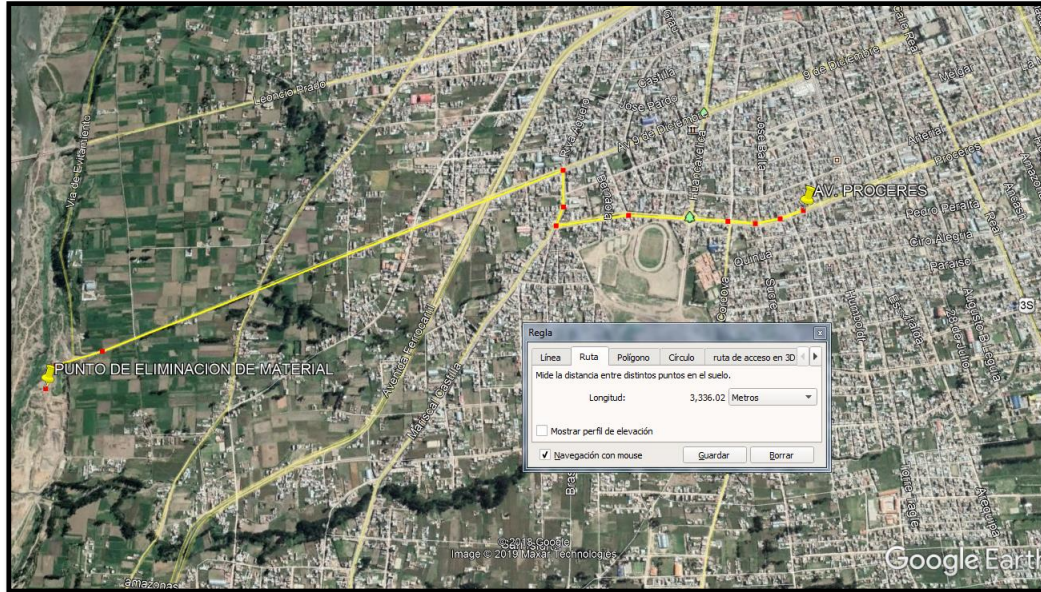
	CANT	Tiempo (h)	Tarifa hora	PARCIAL
SEMI TRAYLER 6x4	1	26.35466667	S/. 278.43	S/. 7,337.93
CAMIONETA 4x4 PICK UP	1	26.35466667	S/. 114.03	S/. 3,005.22
<b>COSTO TOTAL=</b>				<b>S/. 10,343.15</b>



**CALCULO DE RENDIMIENTO DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE**

**Proyecto:** "CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE UNA SUBBASE GRANULAR ÓPTIMA EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO"  
**Lugar:** CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

**ruta de eliminacion**



DISTANCIA DE ELIMINACION PROM. =	3.34 Km	
VELOCIDAD PROMEDIO CON CARGA	20 Km/h	
VELOCIDAD PROMEDIO CON CARGA	30 Km/h	
TIEMPO DE VIAJE CON CARGA	0.167 horas	10.02 minutos
TIEMPO DE VIAJE SIN CARGA	0.111 horas	6.68 minutos
VOLQUETE	15 M3	
CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP	3 YD3	
	2.29 M3	

**CALCULO DEL CICLO DE VIAJE**

	(*)TIEMPO DE CARGUIO (min)	TIEMPO DE VIAJE IDA (min)	TIEMPO DE VIAJE VUELTA (min)	(*)TIEMPO DE DESCARGA (min)	TIEMPO TOTAL DEL CICLO	VOLUMEN ELIMINADO
VOLQUETE 1	3.17	10.02	6.68	1.58	<b>21.45</b>	15 M3

(\*) tiempo calculado en campo

**GENERACION DE VIAJES POR HORA**

	TEMPO DE CARGUIO (min)	SALIDA min acum.	VOLUMEN ELIMINADO
VOLQUETE 1	3.17	3.17	15
VOLQUETE 2	3.17	6.34	15
VOLQUETE 3	3.17	9.51	15
<b>TIEMPO DE ESPERA 11.94 min</b>		21.45	
VOLQUETE 1	3.17	24.62	15
VOLQUETE 2	3.17	27.79	15
VOLQUETE 3	3.17	30.96	15
<b>TIEMPO DE ESPERA 7.11 min</b>		42.90	
VOLQUETE 1	3.17	46.07	15
VOLQUETE 2	3.17	49.24	15
VOLQUETE 3	3.17	52.41	15
		64.35	135

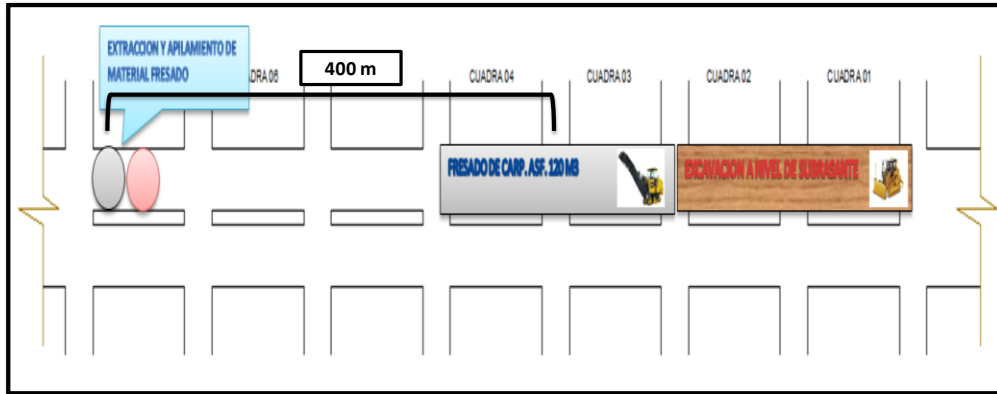
	CUADRILLA
VOLQUETE 15m3	3
CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP	1
OPERARIO	0.1
PEON	2

RENDIMIENTO	990	M3/DIA
-------------	-----	--------

**CALCULO DE RENDIMIENTO DE LA EXTRACCION Y APILADOD EDEL MATERIAL FRESADO**

**Proyecto:** "CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACION DE UNA SUBBASE GRANULAR ÓPTIMA EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO"  
**Lugar:** CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

**ruta de eliminacion**



DISTANCIA DE ELIMINACION PROM. =	0.40	Km	
VELOCIDAD PROMEDIO CON CARGA	20	Km/h	
VELOCIDAD PROMEDIO SIN CARGA	20	Km/h	
TIEMPO DE VIAJE CON CARGA	0.020	horas	1.20 minutos
TIEMPO DE VIAJE SIN CARGA	0.020	horas	1.20 minutos
VOLQUETE	15.00	M3	
FRESADORA (rendimiento)	2000.00	M2/Dia	
PROFUNDIDAD DE FRESADO	0.13	M	
FRESADORA (rendimiento)	0.53	m3/min	254
TIEMPO DE CARGA	28.35	min	

**CALCULO DEL CICLO DE VIAJE**

	(*)TIEMPO DE CARGUIO (min)	TIEMPO DE VIAJE IDA (min)	TIEMPO DE VIAJE VUELTA (min)	(*)TIEMPO DE DESCARGA (min)	TIEMPO TOTAL DEL CICLO	VOLUMEN ELIMINADO
VOLQUETE 1	28.35	1.20	1.20	1.58	<b>32.33</b>	15 M3

(\*) tiempo calculado en campo

**GENERACION DE VIAJES POR HORA**

	TEMPO DE CARGUIO (min)	SALIDA min acum.	VOLUMEN ELIMINADO
VOLQUETE 1	28.35	28.35	15
	28.35	60.68	15
	28.35	93.01	15
	28.35	125.34	15
	28.35	157.67	15
	28.35	190.00	15
	28.35	222.33	15
	28.35	254.66	15
	28.35	286.99	15
	28.35	319.32	15
	28.35	351.65	15
	28.35	383.98	15
	28.35	416.31	15
	28.35	448.64	15
	28.35	480.97	15
		<b>TOTAL = M3/DIA</b>	<b>225</b>

VUELVE

32.33	
	CUADRILLA
VOLQUETE 15m3	1
PEON	1

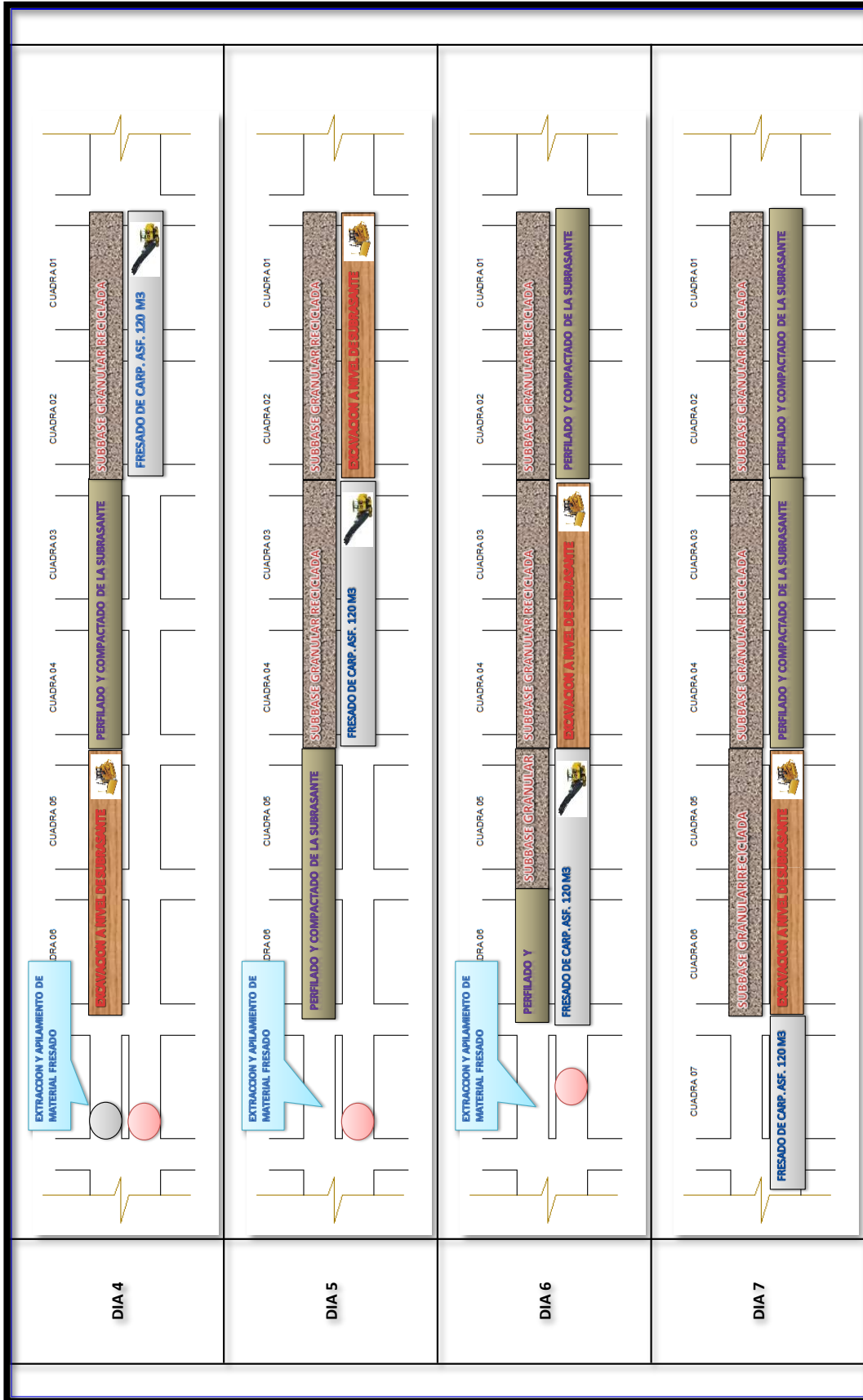
RENDIMIENTO	225	M3/DIA
-------------	-----	--------

**PLAN DE TRABAJO DE CAMPO**

**Proyecto:** CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA Y BASE GRANULAR RECICLADA PARA LA CONFORMACIÓN DE UNA SUBBASE GRANULAR ÓPTIMA EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO

**Lugar:** CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

DIA N°	SECUENCIA DE TRABAJO					
	CUADRA 07	CUADRA 06	CUADRA 05	CUADRA 04	CUADRA 03	CUADRA 02
<b>DIA 0</b>						
<b>DIA 1</b>						
<b>DIA 2</b>						
<b>DIA 3</b>						



### Análisis de precios unitarios

Obra 0493002 ESTUDIO DE MANTENIMIENTO PERIODICO DE LA PANAMERICANA SUR TRAMO PTE.MONTALVO-PTE.CAMIARA  
KM 1139.795-KM 1213.05

Fórmula 01 CARRETERA PTE.MONTALVO . PTE.CAMIARA Fecha  
30/07/2008  
Partida 101.A MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS  
Rendimiento GLB/DIA Costo unitario directo por : GLB 511,432.83

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Materiales</b>						
329702	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB		1.0000	511,432.83	511,432.83
						<b>511,432.83</b>

Partida 103.A MANTENIMIENTO DE TRANSITO  
Rendimiento GLB/DIA Costo unitario directo por : GLB 293,560.00

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Materiales</b>						
399075	MANTENIMIENTO DE TRANSITO	GLB		1.0000	293,560.00	293,560.00
						<b>293,560.00</b>

Partida 202.B DEMOLICION DE ESTRUCTURAS  
Rendimiento 20.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 16.73

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470104	PEON	HH	4.00	1.6000	9.60	15.36
470121	CAPATAZ "B"	HH	0.10	0.0400	14.26	0.57
						<b>15.93</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	15.93	0.30
						<b>0.30</b>

Partida 202.F DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO EXISTENTE  
Rendimiento 200.000 M3/DIA Costo unitario directo por : M3 14.56

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
470104	PEON	HH	2.00	0.0800	9.60	0.77
470121	CAPATAZ "B"	HH	0.20	0.0090	14.26	0.11
						<b>0.88</b>
<b>Equipos</b>						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.88	0.04
490433	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	HM	1.00	0.0400	340.90	13.64
						<b>13.68</b>

Proyecto GMI  
N° 181154  
181154-2-PRO-001  
Revisión: 2

ESTUDIO DEFINITIVO REHABILITACION DE LA CARRETERA  
PANAMERICANA NORTE, TRAMO: Km 557+000 – Km 886+600

VIA DE EVITAMIENTO TRUJILLO  
Km 557+000 – km 586+600

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

Fecha:  
03/12/2013



S10

Página : 1

## Análisis de precios unitarios

Fecha presupuesto 30/11/2011

Partida 02.01.01 FRESADO DE CARPETA ASFALTICA

Rendimiento m2/DIA MO. 2,000.0000 EQ. 2,000.0000 Costo unitario directo por : m2 3.74

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0010	19.18	0.02
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0040	14.75	0.06
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0080	11.58	0.09
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.17	0.01
0337110001	FRESADORA DE PAVIMENTOS 565 HP	hm	1.0000	0.0040	813.35	3.25
0349040009	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	0.5000	0.0020	153.29	0.31
						3.57

Partida 02.01.05 BACHEO SUPERFICIAL

Rendimiento m2/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m2 59.16

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subpartidas						
909702051202	REMOCION DE CARPETA ASFALTICA EN PARCHES	m3		0.1000	14.04	1.40
909702051204	IMPRIMACION PARA PARCHES	m2		1.0000	4.63	4.63
909702051206	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN PARCHES	m3		0.1000	474.37	47.44
909702051227	PERFILADO Y COMPACTACION DE BASE EXISTENTE	m2		1.0000	3.38	3.38
909702070104	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA PARA PARCHES	m3		0.1000	23.14	2.31
						59.16

Partida 02.01.06 RIEGO DE LIGA

Rendimiento m2/DIA MO. 4,500.0000 EQ. 4,500.0000 Costo unitario directo por : m2 0.52

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0018	12.84	0.02
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.0089	11.58	0.10
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.12	
0349010090	BARREDORA MECANICA	hm	1.0000	0.0018	45.57	0.08
0349080092	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.0000	0.0018	67.41	0.12
0349310003	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gl	hm	1.0000	0.0018	112.64	0.20
						0.40

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201001 PISTA EN ZONA URBANA "FRANCISCO MALASPINA BRYSON LTDA. 506"  
 Subpresupuesto 001 PISTA EN ZONA URBANA Fecha presupuesto 07/10/2009

Partida 01.01 TRAZO Y REPLANTEO

Rendimiento m2/DIA MO. 500.0000 EQ. 500.0000 Costo unitario directo por : m2 **1.17**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0160	16.34	0.26
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0480	10.89	0.52
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	16.34	0.26
<b>1.04</b>						
<b>Materiales</b>						
02130200020004	CAL HIDRATADA BOLSA 30 kg	bol		0.0500	0.67	0.03
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0200	2.42	0.05
<b>0.08</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.04	0.05
<b>0.05</b>						

Partida 02.01 EXCAVACION A NIVEL DE SUBRASANTE

Rendimiento m3/DIA MO. 450.0000 EQ. 450.0000 Costo unitario directo por : m3 **3.95**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	10.89	0.39
<b>0.39</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.4000	0.39	
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	1.0000	0.0178	199.89	3.56
<b>3.56</b>						

Partida 02.02 CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE

Rendimiento m2/DIA MO. 1,500.0000 EQ. 1,500.0000 Costo unitario directo por : m2 **2.11**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0053	16.34	0.09
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	11.50	0.06
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0053	10.89	0.06
<b>0.21</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.21	0.01
03011000040001	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 5.5 - 20 ton	hm	1.0000	0.0053	150.17	0.80
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	1.0000	0.0053	115.20	0.61
0301220005	CAMION CISTERNA	hm	1.0000	0.0053	91.10	0.48
<b>1.90</b>						

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto 0401005 ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA: AYACUCHO-LARANCAJ  
 Subpresupuesto 003 TRAMO: KM 50+000 AL KM 99+800 (FINAL) Fecha presupuesto 31/10/2010

Partida 205.B1 EXCAVACION EN EXPLANACIONES EN ROCA SUELTA

Rendimiento m<sup>3</sup>/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : m<sup>3</sup> 14.58

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subpartidas						
930101900305	EXCAVACION Y DESQUINCHE EN ROCA SUELTA	m <sup>3</sup>		1.0000	7.77	7.77
930101900306	PERFORACION Y DISPARO EN ROCA SUELTA	m <sup>3</sup>		1.0000	6.81	6.81
						<b>14.58</b>

Partida 205.B2 EXCAVACION EN EXPLANACIONES EN ROCA FUA

Rendimiento m<sup>3</sup>/DIA MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : m<sup>3</sup> 25.76

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subpartidas						
930101900307	EXCAVACION Y DESQUINCHE EN ROCA FUA	m <sup>3</sup>		1.0000	10.18	10.18
930101900308	PERFORACION Y DISPARO EN ROCA FUA	m <sup>3</sup>		1.0000	15.58	15.58
						<b>25.76</b>

Partida 205.C EXCAVACION EN EXPLANACIONES EN MATERIAL COMUN

Rendimiento m<sup>3</sup>/DIA MO. 532.0000 EQ. 532.0000 Costo unitario directo por : m<sup>3</sup> 4.55

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0030	17.55	0.05
0147010004	PECN	hh	2.0000	0.0301	11.15	0.34
						<b>0.39</b>
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.39	0.02
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.6000	0.0080	325.53	2.93
0349040062	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165HP 0.75-1.60YD3	hm	0.4000	0.0060	201.86	1.21
						<b>4.16</b>

Partida 205.E PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

Rendimiento m<sup>2</sup>/DIA MO. 2,780.0000 EQ. 2,780.0000 Costo unitario directo por : m<sup>2</sup> 1.88

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0029	17.55	0.05
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0029	12.32	0.04
0147010004	PECN	hh	4.0000	0.0115	11.15	0.13
						<b>0.22</b>
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.22	0.01
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0029	137.54	0.40
0349090004	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0029	188.65	0.55
						<b>0.96</b>
Subpartidas						
930101900206	AGUA PARA COMPACTACION	m <sup>3</sup>		0.0300	23.46	0.70
						<b>0.70</b>



CONSORCIO CENTRO II





CONSORCIO CENTRO II

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0401005 ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA: AYACUCHO-ABANGAY  
 Subpresupuesto 003 TRAMO: KM 50+000 AL KM 99+800 (FINAL) Fecha presupuesto 31/10/2010

Partida 303.A SUB BASE GRANULAR

Rendimiento m3/DIA MO. 436.0000 EQ. 436.0000 Costo unitario directo por : m3 74.30

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0183	17.55	0.32
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0734	11.15	0.82
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.14	0.06
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0183	137.54	2.52
0349090004	MOTONVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0183	188.65	3.45
<b>Subpartidas</b>						
930101800109	MATERIAL PARA SUB BASE	m3		1.2000	53.59	64.31
930101900206	AGUA PARA COMPACTACION	m3		0.1200	23.46	2.82
						<b>67.13</b>

Partida 305.A BASE GRANULAR

Rendimiento m3/DIA MO. 312.0000 EQ. 312.0000 Costo unitario directo por : m3 96.68

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0256	17.55	0.45
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.1026	11.15	1.14
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.59	0.08
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0256	137.54	3.52
0349090004	MOTONVELADORA DE 145-150 HP	hm	1.0000	0.0256	188.65	4.83
<b>Subpartidas</b>						
909702100407	MATERIAL DE CANTERA DE ROCA PARA BASE	m3		1.2000	69.87	83.84
930101900206	AGUA PARA COMPACTACION	m3		0.1200	23.46	2.82
						<b>96.66</b>

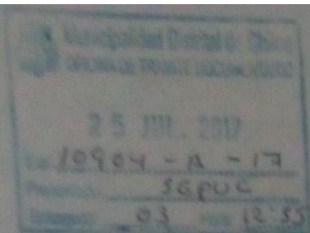
Partida 401.A IMPRIMACION ASFALTICA

Rendimiento m2/DIA MO. 4,500.0000 EQ. 4,500.0000 Costo unitario directo por : m2 0.94

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0018	17.55	0.03
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0107	11.15	0.12
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.15	0.01
0349020008	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 POM	hm	1.0000	0.0018	64.72	0.12
0349040091	MINICARGADOR 70 HP	hm	1.0000	0.0018	59.87	0.11
0349310004	CAMION IMPRIMADOR DE 2000 gl	hm	1.0000	0.0018	110.02	0.20
<b>Subpartidas</b>						
930101900208	AGREGADO FINO ZARANDADO	m3		0.0050	69.32	0.35
						<b>0.36</b>



**ANEXO 6. Documentación gestionada ante la Municipalidad Distrital de Chilca.**



SOLICITO: PERMISO PARA  
EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE  
PAVIMENTO DETERIORADO DE LA  
AV. PRÓCERES

JOSE ALQUI COSME

ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHILCA

Yo **LUIS ARGUMEDO SOLORZANO**; identificado con DNI N° 47247845, con domicilio en Jr. Daniel A. Carrión N° 155, MZ "D" LT "1G" del Distrito de El Tambo-Huancayo, Bachiller en Ingeniería Civil, ante Usted respetuosamente me presento y expongo:

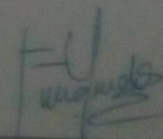
Que, estando realizando el desarrollo de la tesis: "PAVIMENTO ASFALTICO RECIKLADO PARA LA CONFORMACION DE BASES ESTABILIZADAS EN LA AV. PRÓCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO", solicito a Ud. el permiso correspondiente para la extracción de muestras de pavimento deteriorado de la avenida en mención para su posterior evaluación, cabe resaltar que los resultados y conclusiones obtenidos en el presente estudio serán aportes para la localidad, para esto adjunto lo siguiente:

- Solicitud de Trámite.
- Resolución de Inscripción de Plan de Tesis en la Universidad Continental.
- Croquis de ubicación para la extracción de muestras.

**POR TANTO:**

Pido a Usted, Sr. Alcalde acceder a mi petición por ser de justicia.

Chilca, Julio 2017

  
ARGUMEDO SOLORZANO LUIS ALBERTO  
DNI N° 47247845

"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

Chilca, 02 de agosto de 2017

CARTA N° 698-2017-GDU/MDCH

Señor(a)

LUIS ARGUMEDO SOLORZANO  
Jr. Daniel A. Carrión Nro. 155

CIUDAD

ASUNTO: PRESENTAR CARTA DE COMPROMISO  
REF. : Exp. 10904-A-17

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted para expresarle mi cordial saludo a nombre de la Municipalidad Distrital de Chilca y el mío propio. Asimismo, en atención al documento de la referencia, comunicarle que deberá presentar carta de compromiso notarial a fin de efectuar el mantenimiento y tratamiento de las áreas donde se extraerán las muestras.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHILCA  
OFICINA DE DESARROLLO URBANO  
RO. JOSE FRANCISCO YACHI CANFORIN  
GERENTE

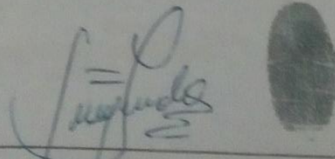
NOTARIA ESPINOZA LARA  
CALLE REAL N° 740  
EL TAMBO - HUANCAYO  
Teléfono - 255800

## COMPROMISO NOTARIAL

CONSTE POR EL PRESENTE DOCUMENTO, YO LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLÓRZANO CON DNI N° 47247845 CON DOMICILIO EN CALLE LAS BALSAS N° 513 DEL DISTRITO DE PILCOMAYO DE LA PROVINCIA DE HUANCAYO DE LA REGION JUNIN, EN PLENO USO DE MIS FACULTADES Y DERECHOS ME COMPROMETO ANTE LA GERENCIA DE DESARROLLO URBANO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHILCA QUIENES TIENEN BAJO SU JURISDICCION LA AV. PROCERES, QUE DESPUES DE LA EXTRACCION DE MUESTRAS DE ASFALTO PARA LA ELABORACION DE LA TESIS "PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA LA CONFORMACION DE BASES ESTABILIZADAS EN LA AV. PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO", SE REALIZARÁ EL PARCHADO DEL PAVIMENTO EN LOS PUNTOS DONDE SE HAYAN EXTRAIDO LAS MUESTRAS A FIN DE QUE EL ESTUDIO NO CAUSE MOLESTIAS EN EL DISTRITO.

PARA MAYOR VALIDEZ DE LO MENCIONADO HAGO LEGALIZAR MI FIRMA ANTE EL NOTARIO PUBLICO DE LA PROVINCIA DE HUANCAYO A LOS CUATRO DIAS DEL MES DE AGOSTO DEL AÑO DOS MIL DIECISIETE

ESTE DOCUMENTO NO HA SIDO  
REDACTADO EN ESTA NOTARIA



LUIS ALBERTO ARGUMEDO SOLÓRZANO

DNI N° 47247845

LEGALIZACIÓN AL REVERSO →



LA GERENCIA DE DESARROLLO URBANO Y LA SUB GERENCIA DE PLANEAMIENTO URBANA Y CATASTRO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHILCA, Otorga la:

### AUTORIZACIÓN

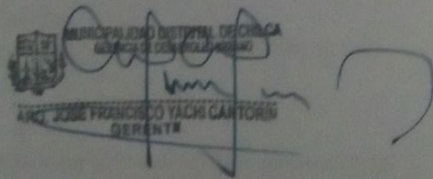
En atención al EXP. N° 10904-A-17 y EXP. N° 11291-A-17. La presente autoriza al Sr. LUIS ALBERTO ARGUMENTO SOLORZANO, para que proceda a la:

- **EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE PAVIMENTO DETERIORADO DE LA AV. LOS PROCERES** (Tramo: Av. Huancavelica – Calle Real), para la elaboración de Tesis "PAVIMENTO RECICLADO PARA LA CONFORMACIÓN DE BASES ESTABILIZADAS EN LA AV. LOS PROCERES DEL DISTRITO DE CHILCA".

Queda pendiente el Parchado del Pavimento, en los Puntos donde se hayan Extraído las Muestras y serán efectuados por el Sr. LUIS ALBERTO ARGUMENTO SOLORZANO.

Se expide el presente a solicitud de la interesado (a).

Chilca, 10 de Agosto del 2017.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHILCA  
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO  
  
SR. JOSÉ FRANCISCO YACHI CANTORIN  
GERENTE

Municipalidad Distrital de Chilca  
OFICINA DE TRAMITE DOCUMENTARIO

18 ENE. 2018

663-A-18

Presentado: 60P  
Entregado: 02F Hora: 5:48p

SOLICITO: Revisión del Expediente de la Pavimentación futura de la Av. Próceres con fines académicos.

JOSE AUQUI COSME

ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHILCA

ATENCIÓN: ÁREA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

Yo LUIS ARGUMEDO SOLORZANO; identificado con DNI N° 47247845, con domicilio en Jr. Daniel A. Carrión N° 155, MZ "D" LT "1G" del Distrito de El Tambo-Huancayo, Bachiller en Ingeniería Civil, ante Usted respetuosamente me presento y expongo:

Que, estando desarrollando el proyecto de tesis: "PAVIMENTO ASFALTICO RECICLADO PARA LA CONFORMACION DE BASES ESTABILIZADAS EN LA AV. PRÓCERES DEL DISTRITO DE CHILCA, PROVINCIA DE HUANCAYO", necesito datos que podrían contribuir con el proyecto que vengo realizando para lo cual solicito a su representada me permitan revisar el expediente técnico de la Pavimentación futura de la Av. Próceres, cabe aclarar que la presente solicitud tiene fines netamente académicos.

Para esto adjunto

- Solicitud de Tramite.
- Copia del documento de aprobación del plan de tesis

POR TANTO:

Pido a Usted, Sr. Alcalde acceder a mi petición por ser de justicia.

Chilca, Enero 2018

ARGUMEDO SOLÓRZANO LUIS ALBERTO  
DNI N° 47247845