



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas
de concreto “WHITETOPPING” – calle Moquegua, Omate–
Moquegua, 2017”

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

AUTOR:

Esteban Javier Abel

ASESOR:

Dr. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

“REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS CON LA APLICACIÓN DE
CAPAS DE CONCRETO “WHITETOPPING” – CALLE MOQUEGUA, OMATE–
MOQUEGUA, 2017”

POR:

ABEL ESTEBAN JAVIER

**Presentada a la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería
Civil de la Universidad Cesar Vallejo, para optar el título de:**

INGENIERO CIVIL

APROBADO POR:

Mag. Ríos Díaz Orlando Hugo

Presidente del Jurado

Mag. Vargas Chacaltana, Luis Alberto

Secretario del Jurado

Dr. Cancho Zúñiga Gerardo Enrique

Vocal del Jurado

Lima – Perú

2018

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres por ser el pilar fundamental y demostrarme siempre su apoyo incondicional en la parte económica y moral para culminar mi formación profesional.

A mis hermanas Liliana y Yanina, por su apoyo incondicional, por enseñarme que la unión siempre es lo más importante en la familia.

A mis maestros por la formación profesional que me brindaron durante el transcurso de mi carrera universitaria.

Y sobre todo a Dios por darme la salud y bienestar, para poder cumplir con mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las personas que contribuyeron con sus sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la presente tesis.

Al Dr. César Acuña Peralta, fundador de la Universidad "CÉSAR VALLEJO", gratitud eterna por darme la oportunidad de estudiar la carrera que me apasiona.

A mi asesor de tesis el Dr. Gerardo Cancho Zúñiga, por su experiencia científica para la formulación de la Tesis.

Al Mg. Jorge Luis Baldárrago Baldárrago por la orientación y formación academia que me impartió para realizar la presente tesis.

A mis padres y hermanas por demostrarme su brillante ejemplo de trabajo y superación, por su ayuda moral y económica, he logrado cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos.

A todos ellos, gracias totales.

El autor.

DECLARATORIO DE AUTENTICIDAD

Yo, Abel Esteban Javier, identificado con el DNI N° 46180201, perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo y como producto observable de Desarrollo de Proyecto de Investigación se ha desarrollado la Tesis “Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto “whitetopping” – calle Moquegua, Omate–Moquegua, 2017”.

A efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que:

La tesis desarrollada es de mi autoría.

Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, no existe plagio ni total ni parcialmente.

El trabajo no ha sido publicado, ni presentado anteriormente como producto académico de otra materia.

Toda la documentación anexada a la presente tesis es original y de fuentes veraces.

Asimismo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se expone en la presente tesis son originales.

Por lo expuesto, asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar vallejo.

Los olivos, 10 de julio de 2018

ESTEBAN JAVIER, Abel
DNI N° 46180201

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, se presenta ante ustedes la Tesis titulada: “Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto “whitetopping” – calle Moquegua, Omate–Moquegua, 2017”, en cumplimiento a las normas establecidas en la Guía de Productos Observables de la Universidad “César Vallejo” a realizar en la Experiencia Curricular de Desarrollo del Proyecto de Investigación.

En el capítulo I, Introducción, se sabe que desde los inicios de la civilización los caminos son muy importantes para el desarrollo de los pueblos, es por eso que el ministerio de transportes y comunicaciones tiene la obligación de mantener las vías en buen estado, también es de suma importancia mantener las vías a nivel local en buen estado, debido a que es un distrito pujante el cual se dedica a la exportación de productos agrícolas. Con respecto a este caso peruano en el 2017, Balarezo mencionó que La evaluación estructural usando viga Benkelman permite entender cómo se realiza la evaluación de los pavimentos por la deflectometría y la importancia de esta; Asimismo, Ramírez, afirma que el costo al rehabilitar pavimentos con concreto es más costoso, pero que a la larga evita gastos e incomodidades a la población. Es por ello, que se formuló la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo la aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping influye en la rehabilitación de los pavimentos asfálticos en la Calle Moquegua, distrito de Omate?, en la presente investigación se plantea desarrollar la influencia al utilizar capas de concreto para rehabilitar pavimentos flexibles, para ello se realizara la evaluación del pavimento existente usando la viga Benkelman, a la vez se realizara un análisis de precios unitarios para una rehabilitación con asfalto y concreto, de este modo se planteó la siguiente hipótesis “La aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping influye en la rehabilitación de los pavimentos asfálticos en la Calle Moquegua, distrito de Omate”.

En el capítulo II, Método, la presente investigación se ubica en el diseño experimental, cuasi – experimental, la variable independiente es “Capas de concreto “whitetopping”” y la variable dependiente es “Rehabilitación de pavimentos asfálticos”, la muestra está representada por la vía con diferentes fallas a nivel de

la carpeta asfáltica del tramo comprendido por 100 mts. de longitud de la Calle Moquegua, distrito de Omate, los instrumentos de recolección de datos son la ficha de recolección de información, en la cual se desarrolla cada variable y la medición a través de sus respectivos indicadores.

En el capítulo III, Resultados, se obtuvieron los resultados esperados con respecto a la evaluación del pavimento usando la viga benkelman, las propiedades mecánicas realizando el diseño de concreto $F'c = 280 \text{ kg/m}^2$ y el análisis de costos para el asfalto y concreto respectivamente.

En el capítulo VI, Conclusiones y Recomendaciones, después de realizar las pruebas pertinentes se logró determinar que es posible la aplicación de capas de concreto para rehabilitar pavimentos flexibles en la calle Moquegua, para ello se recomienda realizar esta técnica con sumo cuidado, siguiendo los pasos de una adecuada colocación.

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
PRESENTACIÓN	VI
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
I: INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad problemática	17
1.2. Trabajos previos	18
1.2.1. En el ámbito internacional	18
1.2.2. En el ámbito nacional	20
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	23
1.3.1 Calidad y estructura del pavimento de asfalto	23
a. Sub rasante	23
b. Sub base	23
c. Base	24
d. Carpeta de rodadura	24
1.3.2 Causas o factores del deterioro de la estructura	24
a. Fallas Funcionales	25
b. Fallas Estructurales	25
1.3.3 Consecuencias del deterioro de la estructura.....	26
a. Mapeo o agrietamiento en forma de piel de cocodrilo	26
b. Rodaderas Longitudinales	26
c. Los Baches	26
d. Desintegración de la carpeta	26
1.3.4 Técnicas de Rehabilitación otras propuestas	27
a. Sello	27
b. Bacheo	27
1.3.5 Pavimento de concreto hidráulico tipo Whitetopping.	27
1.3.5.1. Técnica de rehabilitación (Aplicación del Whitetopping)	27
1.3.5.2. Proceso constructivo	28
1.3.5.3. Características del diseño de concreto para agregado fino y agregado grueso	28
a. Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos	28

b.	Contenido de humedad total de los agregados por secado	29
c.	Partículas chatas y alargadas	30
d.	Peso específico y absorción de agregados gruesos	30
e.	Peso específico y absorción de agregados Finos	32
f.	Equivalente de Arena	33
g.	Caras fracturadas	34
h.	Durabilidad	37
1.3.5.4.	Propiedades mecánicas del concreto	37
a.	Resistencia a la compresión	37
b.	Módulo de rotura (tracción por flexión)	38
1.3.5.5.	Diseño de mezcla de concreto	39
a.	Asentamiento del concreto (SLUMP)	39
1.3.6	Pavimento Hidráulico	40
1.3.7	Estructura de pavimento	40
1.4.	Formulación del problema	40
1.4.1.	Problema general	41
1.4.2.	Problemas específicos	41
1.5.	Justificación de la investigación	41
1.6.	Hipótesis de la investigación	43
1.6.1.	Hipótesis general	43
1.6.2.	Hipótesis específicas	43
1.7.	Objetivos de la investigación	44
1.7.1.	Objetivo general	44
1.7.2.	Objetivos específicos	44
II:	MÉTODO	45
2.1.	Tipo de investigación	47
2.2.	Nivel de investigación	47
2.3.	Diseño de Investigación	47
2.4.	Variables, operacionalización	48
2.4.1.	Variables	48
2.4.2.	Operacionalización de las variables	48
2.5.	Población	51
2.6.	Muestra	51
2.7.	Muestreo	51

2.8. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	51
2.8.1. Técnicas	51
2.8.2. Instrumentos de recolección de datos	52
a. Viga Benkelman:	52
b. Ensayo de rotura	54
c. Hoja de cálculo (Excel)	54
d. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos 55	
2.8.3. Validez	56
2.8.4. Confiabilidad	57
2.9. Métodos de análisis de datos	57
2.10. Aspectos éticos	58
III. RESULTADOS	59
3.1. Descripción de la zona de estudio	60
3.1.1. Ubicación	60
3.1.2. Descripción de zona de estudio	60
3.2. Trabajos previos	61
3.2.1. Trabajos de Campo	61
IV. DISCUSION	106
V. CONCLUSIONES	110
VI. RECOMENDACIONES	115
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
VIII. ANEXO	123
7.1 ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA DE VARIABLE INDEPENDIENTE.....	124
7.2. MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA VARIABLE DEPENDIENTE	125
7.3. EXPERTO A	126
7.4. EXPERTO B	127
7.5. .EXPERTO C	43
7.6. RESULTADOS DEL TURNITIN	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1: Cantidad mínima de muestra de agregado grueso	29
Tabla II-1: Matriz de Operacionalización de la Variable 1.	49
Tabla II-2: Matriz de Operacionalización de la Variable 2.	50
Tabla II-3: Rangos y magnitud de validez	56
Tabla II-4: Coeficiente de validez por juicio de expertos	56
Tabla II-5: rango y magnitud de confiabilidad.....	57
Tabla III-1. Ensayo con la viga Benkelman a nivel de carpeta asfáltica Carril Derecho.....	62
Tabla III-2. Análisis estadístico resultado.	63
Tabla III-3. Ensayo de Viga Benkelman a nivel de carpeta asfáltica en el Carril Izquierdo.....	64
Tabla III-4. Gradaciones para el agregado fino.	70
Tabla III-5. Características para el diseño de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	90
Tabla III-6. Reporte de ensayo de compresión con concreto $F'C=280 \text{ Kg/cm}^2$	91
Tabla III-7. M_r máximo según el tipo de concreto.....	99
Tabla III-8. M_r mínimo según el tipo de concreto.	99
Tabla III-9. Análisis de precios unitarios de colocación de concreto $F'C=280 \text{ kg/cm}^2$	101
Tabla III-10. Imprimación Asfáltica.	102
Tabla III-11. Pavimento de Concreto Asfáltico.	102
Tabla III-12 Corte a nivel de sub rasante (APU).....	103
Tabla III-13 Base Granular (APU)	103
Tabla III-14 Preparación de la sub rasante c/motoniveladora (APU).....	104
Tabla III-15: Presupuesto del concreto hidráulico.	104
Tabla III-16: Presupuesto del pavimento asfáltico.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1: Calibrador de partículas.....	30
Figura I-2: Transferencia de muestras de recipiente de medición al cilindro.....	33
Figura I-3: Partículas Fracturadas (Bordes agudos, Superficies Alisadas)	35
Figura I-4: Partículas no Fracturadas (Partículas Redondeados, Superficies Alisadas).....	35
Figura I-5: Partículas Fracturadas (Bordes redondeados, Superficie Rugosa)	36
Figura I-6: Partículas Fracturadas (centro) Flanqueados por dos partículas no fracturadas (Solo Astillada)	36
Figura I-7: Prensa de concreto marca sherman	38
Figura I-8: Control de Slump en la planta de concreto	40
Figura I-1. Posición inicial de la viga Benkelman.	53
Figura II-2 : Prensa de concreto marca Sherman.....	54
Figura II-3: hoja de cálculo (Excel)	55
Figura III-1 : Ubicación de la calle Moquegua	60
Figura III-2: Zonificación del lugar en estudio.....	61
Figura III-3: Deflectograma de la carpeta asfáltica del carril Derecho.....	¡Error!
Marcador no definido.	
Figura III-4: Deflectograma de la carpeta asfáltica del Carril Izquierdo.....	65
Figura III-5: Viga Benkelman y el camión viga.	65
Figura III-6: Camión Viga.....	66
Figura III-7: Primer análisis granulométrico para el agregado fino.	67
Figura III-8: Segundo Análisis granulométrico para el agregado fino.....	68
Figura III-9: Tercer análisis granulométrico para el agregado fino.	69
Figura III-10: Tamices del ensayo granulométrico.....	71
Figura III-11: Agregado fino.....	71
Figura III-12: Ensayo Equivalente de arena para el agregado fino.....	72
Figura III-13: Equipo de Equivalente de arena.	73
Figura III-14: Cuarteo de la muestra, para que después sea colocado en la probeta.	73
Figura III-15: Ensayo contenido de humedad para el agregado fino.	74
Figura III-16: Ensayo de gravedad específica y absorción para el agregado fino. 75	
Figura III-17. Equipo del cono de absorción.....	76
Figura III-18: Fiola, antes de llevar en la estufa.....	76
Figura III-19: Fiolas en la estufa.....	76
Figura III-20: Ensayo de Durabilidad del agregado fino.	77
Figura III-21: Primer análisis granulométrico del agregado grueso.	79
Figura III-22: Segundo análisis granulométrico del agregado grueso.	80
Figura III-23: Tercer análisis granulométrico del agregado grueso.	81
Figura III-24: Cuadro de gradaciones.....	82
Figura III-25: Agregado grueso.....	82
Figura III-26: Ensayo de Abrasión LOS ANGELES del agregado grueso.	83
Figura III-27: Las 12 esferas que se coloca dentro de la máquina.....	84
Figura III-28: Maquina de Abrasión de Los Angeles.....	84

Figura III-29: Ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado grueso.	85
Figura III-30: Ensayo para hallar el % de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.	86
Figura III-31: Ensayo para la gravedad específica y absorción del agregado grueso.	87
Figura III-32: Ensayo para determinar % de las caras fracturadas del agregado grueso.	88
Figura III-33: Ensayo de durabilidad del agregado grueso.	89
Figura III-34. Agregado grueso sumergido en sulfato de magnesio.	90
Figura III-35: Gráfico del porcentaje de resistencias a la compresión del concreto $F'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$	92
Figura III-37: Porcentaje de resistencia a la compresión $F'C= 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días.	93
Figura III-36: Porcentaje de resistencia a la compresión $F'C= 280 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días.	93
Figura III-38: Porcentaje de resistencia a la compresión $F'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.	94
Figura III-39: Resistencia a la compresión del concreto $F'C= 280 \text{ kg/cm}^2$ (7 días, 14 días y 28 días)	94
Figura III-40: Los agregados dentro al trompo mezclador.	95
Figura III-41: Vaciado de la mezcla al bugui.	95
Figura III-42: Temperatura del concreto.	96
Figura III-43: Ensayo de asentamiento (SLUMP).	96
Figura III-44: Se coloca 3 capas de concreto.	97
Figura III-45: Por cada se chusea 25 golpes.	97
Figura III-46: se golpea de 10 a 15 por cada capa.	98
Figura III-47: Se nivela los moldes.	98
Figura III-48: Poza de curado.	99
Figura III-49: Correlación entre el F'_c y el M_r	100

RESUMEN

El objetivo general de la investigación fue “Determinar cómo influye la aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping en la rehabilitación de los pavimentos asfálticos en la Calle Moquegua, distrito de Omate - 2017”, fue una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo. El nivel de investigación es explicativo con un diseño experimental (cuasi – experimental). El tamaño de la muestra para esta investigación está compuesto por la vía con diferentes fallas a nivel de la carpeta asfáltica del tramo comprendido por 100 mts. de longitud de la Calle Moquegua, distrito de Omate.

Se lograron los objetivos planteados en la presente investigación al realizar la evaluación del pavimento usando la viga Benkelman, el comportamiento mecánico al realizar los ensayos de rotura del concreto, y el análisis de precios del concreto y el asfalto.

PALABRAS CLAVE:

whitetopping, permeabilidad, diseño, concreto, deflexión.

ABSTRACT

The general objective of the research was "To determine how the application of Whitetopping hydraulic concrete layers in the rehabilitation of asphalt pavements in Moquegua Street, Omate district - 2017", was applied with a quantitative approach. The level of research is explanatory with an experimental (quasi - experimental) design. The size of the sample for this investigation is composed of the road with different faults at the level of the asphalt folder of the stretch comprised by 100 meters. of length of the Moquegua Street, district of Omate.

The objectives stated in the present investigation were achieved when evaluating the pavement using the Benkelman beam, the mechanical behavior when performing the concrete breakage tests, and the concrete and asphalt price analysis.

KEYWORDS:

whitetopping, permeability, design, concrete, deflection.

I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Desde tiempos remotos los caminos han sido muy vitales para el desarrollo de los pueblos, por ello el mantenimiento de carreteras es una de las obligaciones que tiene el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para que estos resulten óptimos; a medida que pasan los años, la construcción vial evoluciona día a día con nuevas **innovaciones** como por ejemplo el concreto hidráulico aplicado a la rehabilitación de los pavimentos (Whitetopping), para mejorar la calidad y el periodo de mantenimiento de la carretera, este es un nuevo tipo de tecnología que ha dado grandes pasos con el objetivo de ampliar la vida útil en pavimentos flexibles, disminuir el costo y obtener un tránsito seguro tanto para los peatones como los automóviles, a diferencia del pavimento convencional (asfalto). Esta técnica se viene practicando en otros países como lo afirma De la Cruz (2016, p. 8):

En la República Dominicana los pavimentos asfálticos constituyen el porcentaje total de carreteras en donde se deben realizar rehabilitaciones cada 5 años. En España los pavimentos asfálticos constituyen el 99% de la Red de Carreteras del Estado. [...]En los Estados Unidos se ha utilizado desde el 1918 donde su primera aparición fue en el Estado de Indiana, en donde se ha renovado el interés de utilizar el Whitetopping en los últimos 10 años, como resultado de varios proyectos de alto perfil de éxito.

En el Perú, los incidentes y/o accidentes en temas de tránsito vehicular ocurren con mayor frecuencia en los últimos años, entonces es de suma importancia tener en cuenta la seguridad de las autopistas, estos accidentes ocurren en gran escala por el mal estado de los pavimentos y por factores climáticos que logran deteriorar la carpeta asfáltica. Según Minaya y Ordóñez (2006, p. 62):

La durabilidad de un pavimento es su habilidad para resistir factores tales como la desintegración del agregado, cambios en las propiedades de asfalto (polimerización y oxidación), y separación de las películas de asfalto. Estos factores pueden ser el resultado de la acción del clima, el tránsito, o una combinación de ambos.

Asimismo se ha corroborado que en los pavimentos de hormigón se muestran menores frenados en comparación al pavimento asfáltico, gracias a esta capacidad que presenta el pavimento rígido minimiza el deslizamiento de los vehículos, de manera que la seguridad tiende a aumentar durante el tránsito de los coches, además el costo en mantenimiento del pavimento de asfalto es el doble del precio

en comparación al concreto hidráulico usando el método de whitetopping, de esa manera se ahorraría en costo de mantenimiento y se mejoraría la calidad del pavimento.

Según Ruz (2006, p. 71):

Se muestra las menores distancias de frenado en los pavimentos de hormigón en comparación a los pavimentos de asfalto, esto es algo que ayuda a evitar el deslizamiento de los automóviles, por lo tanto, un transitar más seguro. Además, entre las ventajas del Whitetopping, [...], se observa que las fallas del asfalto, bajo la capa de hormigón, no se proyectan hacia a la superficie, otorgando una mayor seguridad.

En lo concerniente al nivel local, Omate es uno de los 11 distritos de la provincia de General Sánchez Cerro – Moquegua cuyo principal actividad es la agricultura exportadora (palta, lima, vino), y el turismo; una de las vías más importantes es la Calle Moquegua este último a lo largo de la vía cuenta con diferentes tipos de fallas como son piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y transversales, entre otros, por tal motivo es fundamental que se realice obras de mantenimiento con el fin de prolongar la vida útil del pavimento, en este caso ya no se aplicaría el método tradicional (asfalto), en su lugar se usaría capas de concreto para su rehabilitación.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. En el ámbito internacional

De la Cruz Romero, Janill M. (2016), en la tesis titulada “Caracterización de la adherencia en refuerzos de Ultra-Thin Whitetopping”, tesis para obtener el título de master en Ingeniería Estructural y de la Construcción – España, tiene como objetivo principal, hacer uso de diversas técnicas de adherencia de para definir sus propiedades resistentes entre el concreto de cemento portland y mezcla asfáltica.

Obteniendo los siguientes resultados:

- Como consecuencia general del presente trabajo se determinó con veracidad la resistencia al aplicar distintos técnicas de adherencia entre el hormigón y el asfalto.
- Al realizar los ensayos se obtuvo los siguientes resultados: Slant Shear, registró mayor resistencia promediada (6,23 MPa.) de las probetas abujardadas. “Pull-Out”, registró mayor resistencia a tracción

(0,56 MPa) en probetas sin tratamiento. el ensayo LCB, registró mayor resistencia de corte (1,12 MPa) en probetas de Asfalto-Sin tratamiento.

- Después de efectuar los ensayos mencionados, con esos resultados se elaboró una correlación entre los tres tipos de ensayos. Para verificar si estos dependían entre sí; se concluye que son independientes entre sí.
- Luego de evaluar los tres tipos de ensayos se concluye que el ensayo más adecuado era el LCB resistencia al corte de las probetas asfálticas in tratamiento).
- Para comparar las distintas técnicas de adherencia (el ECR1, sin tratamiento y abujardada) se usó el criterio de Mohr-Coulomb. se usó el criterio de rotura, el criterio de Griffith una interpolación lineal y modelo propuesto

Meneses Guzmán, Elkin Alexander y Castro Lozano, Luis Carlos (2012), en la tesis titulada “Seguimiento al diseño y construcción de Súper Whitetopping en la vía calle 81 entre carrera 7 a 11 en la ciudad de Bogotá D.C.”, tesis para obtener el título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos – Colombia, tiene como objetivo principal, supervisar y redactar un informe detallado del proceso constructivo y del diseño de la aplicación de capas de concreto por etapas.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- En síntesis se afirma que para realizar el proceso constructivo del whitetopping es necesario que la carretera existente no presenten daños a nivel de la estructura, más bien los daños existentes en el pavimento solo deben ser a nivel de la carpeta de rodadura, este tipo de construcción genera al inicio un gasto adicional pero que eso se recupera al evitarse los mantenimientos continuos que se realiza al pavimento asfáltico.
- Se realiza un análisis de la adherencia entre el cemento asfáltico y el hormigón, llegando a la conclusión que la adherencia es directamente proporcional la a la vida útil del pavimento, en otras palabras mientras mayor sea la adherencia mayor será el tiempo de vida del pavimento.

1.2.2. En el ámbito nacional

Morales Olivares, Javier Paul (2014). En la tesis titulada “Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo”, tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Civil - Perú, su objetivo principal fue, presentar los diferentes tipos de recubrimientos ya sea rígido o flexible, y utilizar la guía AASHTO 93 en el diseño de cada uno de las sobre capas.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- Luego de realizar una comparación entre dos tipos de refuerzos en pavimentos llega a la conclusión que los refuerzos rígidos son más costosos en comparación con los flexibles (costo del m² del flexible = 68% del costo por m² del rígido).
- Se concluye que al realizar los mantenimientos en cortos periodos de tiempo a los pavimentos flexibles genera mayor gasto a comparación con el pavimento rígido, esto porque los mantenimientos son de periodos más prolongados en los pavimentos de hormigón.

Chapoñan Cueva, José Miguel y Quispe Cirilo, Joel (2017). En la tesis titulada “Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H villa maría-nuevo Chimbote”, tesis para lograr el título de Especialista en Ingeniería de Pavimentos – Perú, del cual su objetivo principal es, Analizar el concreto hidráulico y el comportamiento sus propiedades, en el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibra de polipropileno en el A.A.H.H. Villa María -Nuevo Chimbote.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- Se realizaron los ensayos según la norma CE.010 Pavimentos Urbanos y en Manual de carreteras donde indicaron que los agregados y el cemento son de buena calidad y son aptos para la fabricación de mezclas de concreto.
- La resistencia promedio y la resistencia característica a la compresión, obtenidas en los 7 y 28 días en todos los porcentajes

(0%,75%,100%,115%,125% de lo recomendado por el fabricante), presentan una desviación estándar promedio, 3.2 kg/cm². Teniendo como valores al más bajo de 1.01% y el mayor de 3.75%.Para lo cual se ha considerado un límite BUENO de control de testigos. Considerándose los datos confiables/aceptables.

- Con respecto a la desviación entre el módulo de rotura promedio y característico se tiene como menor valor en porcentaje de 0.19% y como mayor de 0.63%, demostrándonos que los resultados obtenidos son confiables. Para lo cual se ha considerado un límite MUY BUENO de control de testigos. Por lo que los datos obtenidos se consideraron confiables.
- Con respecto a los ensayos a la flexión se concluye que se obtuvo mejores resultados en los ensayos donde se usó el porcentaje de 100% de la cantidad recomendada por el fabricante, brindándonos los valores más altos en el ensayo de módulo de rotura, sin embargo, para la zona empleada, el porcentaje de 115% de fibra, también puede ser aplicada, ya que cumple con los parámetros de diseño por tipo de vía.
- La dosificación con relación A/C de 0.466 nos brindó resultados superiores a la resistencia estimada en el diseño en todos los porcentajes ensayados (0%,75%,100%,115%,125% de lo recomendado por el fabricante), siendo el de 125%, la que nos brindó mayores resistencias a la compresión, sin embargo, debido a factores como la trabajabilidad y el costo, se concluyó que el porcentaje óptimo de fibra fue de 115% de lo recomendado por el fabricante.
- El concreto con adición de fibras de polipropileno gana tenacidad, pues su módulo de elasticidad dinámico se disminuye, o sea el material se vuelve más deformable, siempre y cuando la aplicación de cargas sea cíclica y se logre someter el elemento a la flexión.

Balarezo Zapata, Javier Ivan (2017). En la tesis titulada “Evaluación estructural usando la viga Benkelman aplicada a un pavimento”, tesis para lograr el título profesional de ingeniería civil – Perú, del cual su objetivo principal es, Dar a conocer la evaluación estructural con viga Benkelman como inicio de un plan de evaluación de mantenimiento para los gobiernos locales, la subrasante será evaluado con este instrumento para determinar el estado actual de este elemento que conforma la

estructura del pavimento, es decir se determinara su CBR y su módulo de elasticidad.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- Para determinar el estado del pavimento se deberá utilizar la viga Benkelman para realizar una evaluación, luego con estos resultados determinar si amerita una rehabilitación la estructura existente.
- Para evaluar los pavimentos flexibles, la primera alternativa es la viga Benkelman, a su vez es el más económico y con vigencia en el mercado.
- El uso de la viga Benkelman para la evaluación estructural del pavimento conlleva a comprender el comportamiento del pavimento por la deflectometría que este presenta y lo importante que es.
- Para tener en claro el comportamiento del pavimento de usa dos métodos los monogramas y el numérico para procesar los datos, es decir las deflexiones.

Ramírez Rojas, Walter David y Zavaleta Alvarado, Roger Junior (2017). En la tesis titulada “Estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible para las calles del sector VI C- El Milagro Trujillo- la Libertad”, tesis para lograr el título profesional de ingeniería civil – Perú, del cual su objetivo principal es, Realizar el estudio comparativo del diseño del pavimento Rígido, Semirrígido con adoquines de concreto y Flexible para las calles del sector VI C-El Milagro- Trujillo- La Libertad.

Teniendo como resultado las siguientes conclusiones:

- Luego de realizar los estudios pertinentes a la zona donde se ejecutara el proyecto se llega a la conclusión que el pavimento flexible se ajusta mejor para ser utilizado.
- La capacidad portante del terreno es aceptable ya que se realizó los estudios de mecánica de suelos y como resultado se obtuvo un CBR de 49.70, entonces para el diseño del pavimento no sería necesario la colocación de sub base.

- En el aspecto topográfico, se logró determinar que el terreno es llano con una pendiente menor al 3%, por lo tanto es sencillo su trazo y a su vez el movimiento de tierra es mínimo.
- El diseño de la estructura del pavimento (rígido, semirrígido, flexible) que se realizara en el proyecto, se ajusta al tipo de terreno que presenta la carretera a ejecutar, para ello se realizó los estudios pertinentes como son, las propiedades de los suelos, el clima, los ejes equivalentes, condiciones de drenaje, el nivel de servicio y la confiabilidad.
- Se concluye, después de realizar los análisis de precios, que el pavimento flexible y el pavimento semirrígido resulta menos costoso con respecto al pavimento rígido, al momento de realizar su ejecución.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Calidad y estructura del pavimento de asfalto

a. Sub rasante

La sub rasante es un componente importante de la estructura de una carretera, la construcción de esta debe regirse bajo los parámetros establecidos, como son los reglamentos, las normas y el Manual de Diseño de Carreteras establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

La sub rasante es la capa que se encuentra en la parte más baja de la estructura del pavimento el suelo que albergue a esta capa deberá presentar un CBR $\geq 6\%$. Y si no cumple con lo mencionado se deberá estabilizar usando técnicas adecuadas y la más conveniente a nivel económico y técnico. (Sarmiento y Arias, 2015, p. 21).

b. Sub base

La sub base es otro de los componentes de la estructura de la carretera y su construcción debe de cumplir con los estándares internacionales propuestos, para que sea viable.

según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013, p. 24) menciona que esta capa es el soporte de la base, la carpeta de rodadura y

cuenta con espesor, también cumple la función de capa de drenaje y controla la capilaridad del agua. Se requiere que el material granular presente un CBR \geq 40%.

c. Base

según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013, p. 24) es la parte superior de la estructura del pavimento, cumple con diversas funciones como por ejemplo la de absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y estos a la vez cumplen una finalidad la cual es repartir dichos esfuerzos hacia la sub base. Esta capa debe contar con capacidad drenante con CBR \geq 80%.

Según Leiva (2006, p. 4) sostiene que la base al ser bien diseñada debe cumplir con brindar una adecuada resistencia a las cargas ejercidas por el tránsito vehicular a la vez debe soportar las grietas que se forman por efecto de la fatiga, por tal motivo debería realizarse ensayos (ensayo de fatiga, rigidez y durabilidad) con el fin de garantizar un diseño óptimo.

d. Carpeta de rodadura

según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013, p. 24) es la parte superficial de la estructura del pavimento que tiene como función principal proteger la base, es decir evitar que pueda infiltrarse el agua de las lluvias, por otro lado protege a que la base no se desintegre a causa del tránsito vehicular. Campos (2008, pp. 10-11) menciona que ya sea la capa de rodadura de asfalto o de concreto influye directamente en los vehículos que circulan por ella , en consecuencia es importante diseñar para proporcionar confort y seguridad a los usuarios , ya que la capa de rodadura cumple la función de resistir el peso del tráfico y provee una superficie adecuada para los vehículos. Por otro lado esta capa debera garantizar el óptimo drenaje para impedir que el agua penetre en la estructura reduciendo de esta manera posibles fallas en los pavimentos como son la aparición de fisuras o grietas, piel de cocodrilo, entre otros.

1.3.2 Causas o factores del deterioro de la estructura

Zagaceta y Romero (2008, p. 41) menciona que las causas del deterioro de los pavimentos principalmente de debe a que no hay una adecuada zonificación de las viviendas por tal motivo vehículos de todo tipo transitan, como por ejemplo vehículos pesados circulan en urbanizaciones, para los cuales no fue diseñado el

tipo de pavimento, ya que este tipo de vehículos estarían generando esfuerzos constantes por tal motivo causan fallas en la estructura del pavimento, por otro lado también los constantes alteraciones cuando se realizan obras de saneamiento sin haber planificado antes, otro factor son los trabajos de mantenimiento de vías mal realizados.

Actualmente se consideran dos tipos de fallas en los pavimentos:

a. Fallas Funcionales

Zagaceta y Romero (2008, p. 42), menciona que este tipo de fallas son un desperfecto que se evidencia a nivel de la capa de rodadura, no necesariamente causadas por fallas estructurales, esto acarrea consecuencias negativas a los vehículos que circulan, ocasionando deficiente seguridad, altos costos e inconformidad por parte de los usuarios.

b. Fallas Estructurales

Zagaceta y Romero (2008, p. 42) menciona que las fallas estructurales es un defecto de pavimento que ocasiona rápidamente una disminución de la capacidad de carga de este; la falla estructural se presenta cuando el pavimento está destruido, se puede visualizar en los distintos capas que tiene la estructura del pavimento, por otro lado también se pueden presentar fallas en la sub estructura del pavimento.

Las fallas de un pavimento flexible hacen intervenir tres factores:

- El tránsito

En este aspecto Zagaceta y Romero (2008, p. 42) menciona que “Se entiende por tránsito un factor que comprende: la carga por rueda, la presión de inflado de los neumáticos, el modo de unión de las ruedas, el número y frecuencia del paso de cargas”.

- El suelo

Zagaceta y Romero (2008, p. 42) menciona que “Este factor, en el caso de pavimento flexible, está caracterizado por las constantes geotécnicas del lugar considerado, y por las variaciones en su comportamiento”.

- **Materiales**

Zagaceta y Romero (2008, p. 43) menciona que “Este factor engloba a la vez espesores y características físicas de las diversas capas de la calzada”.

1.3.3 Consecuencias del deterioro de la estructura

El pavimento flexible presenta diferentes fallas, los cuales son:

a. Mapeo o agrietamiento en forma de piel de cocodrilo

Zagaceta y Romero (2008, p. 43) menciona que la piel de cocodrilo es una red de grietas que se muestran en la carpeta de rodadura asfáltica a consecuencia de los esfuerzos por fatiga (flexión repetida), esto ocasiona que pierda calidad el asfalto.

b. Rodaderas Longitudinales

Zagaceta y Romero (2008, p. 43) menciona que “Son deformaciones longitudinales que se presentan en la superficie de rodamiento, en la zona de mayor incidencia de las ruedas de los vehículos”.

c. Los Baches

Zagaceta y Romero (2008, p. 44) menciona que “Consisten en agujeros de dimensionamiento distintas que generalmente aparecen en pavimentos viejos. Se deben a la desintegración de la carpeta y de la base por la mala calidad de los materiales inferiores”.

d. Desintegración de la carpeta

Zagaceta y Romero (2008, p. 44) menciona que la desintegración de la carpeta se expone en capas de rodadura parcialmente nuevo a causa de poco contenido de asfalto y en carpeta de rodadura antigua esto por el fenómeno de oxidación del asfalto.

1.3.4 Técnicas de Rehabilitación otras propuestas

a. Sello

Osuna (2008, pp. 119-120), menciona que la finalidad de los sellos es prolongar la vida útil de los pavimentos flexibles protegiendo las grietas y fisuras para que se encuentren salvaguardados del intemperismo, de esta manera prevenir el envejecimiento del pavimento; asimismo menciona dos tipos de sellos, Mortero asfáltico (slurry seal), consiste en taponear las grietas con capas delgadas y la carpeta de graduación abierta (Open Graded), se emplea en climas lluviosos ya que actúa como una capa drenante.

b. Bacheo

Según Osuna (2008, p. 121), menciona que el bacheo es parte de la rehabilitación de carreteras y que se dividen en superficial (a nivel de la carpeta asfáltica) y profundo (áreas débiles), la metodología consiste en realizar un cajeado de forma rectangular para eliminar los materiales que están dañados y posteriormente rellenar con materiales aptos en buen estado, para luego ser compactados, luego del acabado deberá ser bien perfilado respecto al resto de la sección.

1.3.5 Pavimento de concreto hidráulico tipo Whitetopping.

Es una capa de concreto sobre la antigua superficie de asfalto, previamente fresada. Este último método ha demostrado ser realmente efectivo en el caso de las rehabilitaciones, debido a que el asfalto en la capa inferior, no permite el paso del agua a la estructura de la carretera, protegiéndola; además, el asfalto distribuye las cargas a la estructura de la carretera, mientras que en el caso del concreto, la misma carpeta de rodadura de concreto recibe las cargas, por lo que la transmisión de las cargas a la estructura se reduce considerablemente, es ideal para rehabilitación de pavimentos flexibles que no han completado su periodo de servicio y tiene una mayor economía en su construcción. (Extraído, De la Cruz, 2016).

1.3.5.1. Técnica de rehabilitación (Aplicación del Whitetopping)

Como menciona Osuna (2008, p. 124): esta técnica es simple ya que usa la misma metodología de pavimentos de concreto rígido, el cual consiste en aplicar placas de concreto tomando como base la estructura del pavimento asfáltico, para que sea viable el pavimento existente deberá presentar solo fallas superficiales, esta técnica

garantiza una vida útil más prolongada del pavimento reduciendo inclusive problemas de contaminación.

1.3.5.2. Proceso constructivo

Como menciona Osuna (2008, p. 125) para elaborar el diseño del Whitetopping se debe contar con la información del tránsito vehicular y la mecánica del suelo del lugar, con lo mencionado anteriormente se tiene en cuenta los siguientes pasos para la construcción:

1. Restauración de baches superficiales y posible fresado de las zonas que presenten deformaciones importantes y fresado continuo para pavimentos delgados.
2. Limpieza eficiente de la superficie existente para garantizar la adherencia del Whitetopping.
3. Dependiendo del proyecto, se hará la selección del sistema de colocación más adecuado.
4. Con el tramo a rehabilitar listo, se realiza el suministro de concreto hidráulico, cuidando siempre la calidad en la aplicación para garantizar el éxito del proyecto.
5. Luego de su colocación, se deberá realizar el terminado y el texturizado, evitando agregar agua a la superficie para no causar problemas de agrietamientos plásticos y pérdida de resistencia en la superficie.

Se debe proteger el concreto mediante curado para evitar la pérdida de humedad y así garantizar que se alcance la resistencia indicada en el diseño.

6. Por último, se deberán formar las juntas de contracción del concreto, ya sea a partir de su aserrado mediante discos con punta de diamante o con la inserción de cintas de PVC, en un tiempo tal que se evite el despostillamiento del concreto y se logre, además, evitar el agrietamiento no controlado de las losas.

1.3.5.3. Características del diseño de concreto para agregado fino y agregado grueso

a. Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

Según el MTC: Manual de ensayo de materiales (2016, p. 303) señala que se determina por medio de una serie de tamices de abertura cuadrada la

distribución de partículas de agregados grueso y fino en una muestra seca de peso conocido.

Se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para uso como agregados o los que están siendo usados como tales. Los resultados serán usados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos en la especificación técnica de la obra y proporcionar datos necesarios para el control de producción de agregados.

NTP 400.012: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Tabla I-1: Cantidad mínima de muestra de agregado grueso

Tamaño Máximo Nominal Abertura Cuadrada		Cantidad mínima de muestra de ensayo
mm	(pulg)	Kg
9,5	(3/8)	1
12,5	(1/2)	2
19,0	(3/4)	5
25,0	(1)	10
37,5	(1 1/2)	15
50,0	(2)	20
63,0	(2 1/2)	35
75,0	(3)	60
90,0	(3 1/2)	100
100,0	(4)	150
125,0	(5)	300

Fuente: Ministerio de Transporte (MTC).

b. Contenido de humedad total de los agregados por secado

MTC: Manual de ensayo de materiales (2016, p. 362) hace referencia que es un método de ensayo normalizado para contenido de humedad, determina el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado.

Las partículas más grandes de agregado grueso, especialmente aquellas superiores a 50mm requerirán de más tiempo de secado para que la humedad se desplace del interior de la partícula hasta la superficie. El usuario de este método deberá determinar empíricamente si los métodos por secado rápido suministran la suficiente precisión para el fin requerido, cuando se sequen partículas de tamaños mayores.

NTP 339.185: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

$$P = \frac{100(W - D)}{D} * 100$$

Donde:

P= Contenido total de humedad total evaporable de la muestra. (%)

W= Masa de la muestra húmeda original (gr.)

D= Masa de la muestra seca (gr.)

c. Partículas chatas y alargadas

Según a MTC: Manual de ensayo de materiales (2016, p. 391) menciona que es un método de determinación de los porcentajes de partículas chatas o alargadas en el agregado grueso.

Las partículas chatas o alargadas pueden interferir con la consolidación y dificultar la colocación de los materiales.

Este método provee el medio para verificar si se cumple con las especificaciones que limitan tales partículas o, para determinar la forma característica del agregado grueso.

- ASTM D 4791

Figura I-1: Calibrador de partículas.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

d. Peso específico y absorción de agregados gruesos

Según a MTC: Manual de ensayo de materiales (2016, p. 312) señala que establecer un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas. Este modo operativo no es aplicable para agregados ligeros.

2. NTP 400.021: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.

- CALCULOS:

➤ **PESO ESPECÍFICO:**

- PESO ESPECÍFICO DE MASA (P_{em})

$$P_{em} = \frac{A}{B - C} * 100$$

Donde:

A= Peso de la muestra Seca en el aire (gr.)

B= Peso de la muestra Saturada superficialmente seca en el aire (gr.)

C= Peso en el agua de la muestra saturada.

- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (P_{esss})

$$P_{esss} = \frac{B}{B - C} * 100$$

- PESO ESPECÍFICO APARENTE (P_{ea})

$$P_{esss} = \frac{A}{A - C} * 100$$

➤ **ABSORCIÓN (A_b)**

$$A_b(\%) = \frac{B - A}{A} * 100$$

e. Peso específico y absorción de agregados Finos

Según a MTC: Manual de ensayo de materiales (2016, p. 309) menciona que determinar el peso específico seco, peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción después de 24 horas de sumergido en agua el agregado fino.

El peso específico (gravedad específica) es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en varias mezclas que contienen agregados incluyendo concreto de cemento Pórtland, concreto bituminoso, y otras mezclas que son proporcionadas y analizadas en base al volumen.

❖ NTP 400.022: Peso Específico y absorción del agregado Fino.

- CALCULOS:

➤ **PESO ESPECÍFICO:**

- PESO ESPECÍFICO DE MASA (P_{em})

$$P_{em} = \frac{W_0}{V - V_a} * 100$$

Donde:

P_{em} = Peso específico de la masa (gr.)

W_0 = Peso en el aire de la muestra secada en el horno (gr.)

V = Volumen del frasco en m³.

V_a = Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco

- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (P_{esss})

$$P_{esss} = \frac{500}{V - V_a} * 100$$

- PESO ESPECÍFICO APARENTE (P_{ea})

$$P_{esss} = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} * 100$$

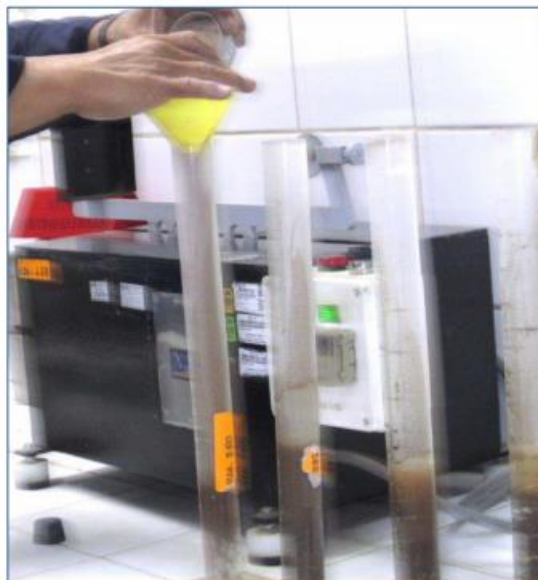
➤ **ABSORCIÓN (A_b)**

$$A_b(\%) = \frac{500 - W_0}{W_0} * 100$$

f. Equivalente de Arena

Según a MTC: Manual de ensayo de materiales (2016, p. 91) menciona que este método de ensayo se propone servir como una prueba de correlación rápida de campo. El propósito de este método es indicar, bajo condiciones estándar, las proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos que pasan el tamiz N°4 (4,75mm).

Figura I-2: Transferencia de muestras de recipiente de medición al cilindro.



Recuperado de
https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/inormas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

El propósito de este método es indicar, bajo condiciones estándar, las proporciones

g. Caras fracturadas

Según a MTC: Manual de ensayo de materiales (2016, p. 337) menciona que este método de ensayo abarca la determinación del porcentaje, en masa o cantidad, de una muestra de agregado grueso que contiene partículas fracturadas que reúnen requerimientos especificados.

Este método de ensayo proporciona un procedimiento estándar para la determinación de la aceptabilidad del agregado grueso con respecto a tales requerimientos.

- ❖ ASTM D 5821: Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate.

Calcular el porcentaje de masa o porcentaje de conteo de partículas con el número especificado de caras fracturadas con aproximación al 1% de acuerdo con lo siguiente:

$$P = \frac{F}{F + N} * 100$$

Donde:

P= porcentaje de partículas con el número específico de caras fracturadas.

F= masa o cantidad de partículas fracturadas con al menos el número especificado de caras fracturadas.

N= masa o cantidad de partículas en la categoría de no fracturadas o que no entran en el criterio de partículas fracturada.

Recuperado de https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

❖ TIPOS DE PARTICULAS FRACTURADAS

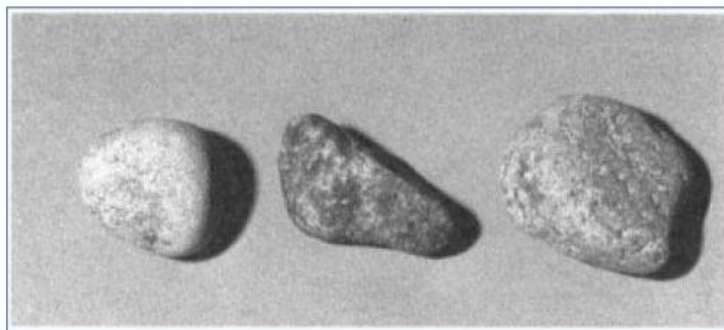
Figura I-3: Partículas Fracturadas (Bordes agudos, Superficies Alisadas)



Este método de ensayo abarca la determinación del porcentaje, en masa o cantidad, de una muestra de agregado grueso que contiene partículas fracturadas que reúnen requerimientos especificados.

Recuperado de https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/Manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Figura I-4: Partículas no Fracturadas (Partículas Redondeados, Superficies Alisadas)

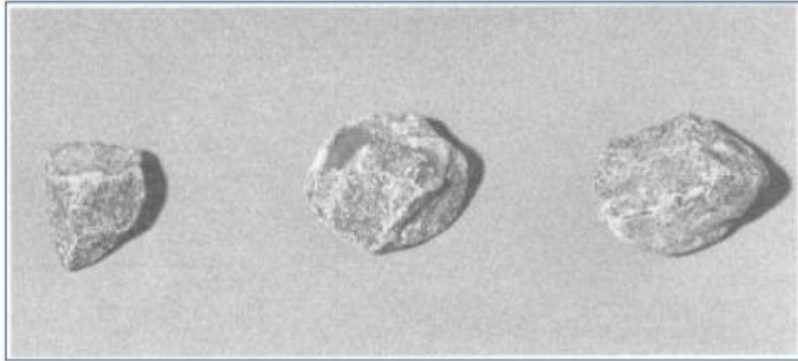


Este método de ensayo abarca la determinación del porcentaje, en masa o cantidad, de una muestra de agregado grueso que contiene partículas fracturadas que reúnen requerimientos especificados.

Recuperado de

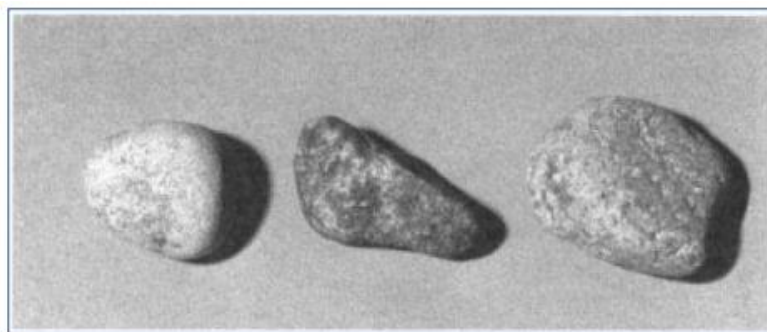
https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Figura I-5: Partículas Fracturadas (Bordes redondeados, Superficie Rugosa)



Este método de ensayo abarca la determinación del porcentaje, en masa o cantidad, de una muestra de agregado grueso que contiene partículas fracturadas que reúnen requerimientos especificados.

Figura I-6: Partículas Fracturadas (centro) Flanqueados por dos partículas no fracturadas (Solo Astillada)



Este ensayo consiste en determinar el porcentaje de masa o la cantidad de muestra del agregado grueso que contiene partículas fracturadas que reúnen requisitos especificados.

Recuperado de

https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

h. Durabilidad

Según a MTC: Manual de ensayo de materiales (2016, p. 329) hace referencia que es un método de ensayo para determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Este Modo Operativo es una medida a la desintegración de los agregados grueso y fino por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, durante no menos de 16 h ni más de 18 h, de una manera tal que la soluciones cubra toda la muestra.

- ❖ NTP 400.016: AGREGADOS, Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

1.3.5.4. Propiedades mecánicas del concreto

a. Resistencia a la compresión

Según a MTC: Manual de ensayo de materiales (2016, p. 789) hace referencia que determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tanto cilindros moldeados como núcleos extraídos, y se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m^3 (50 lb/pie^3).

NTP 339.034 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

ASTM C 39- 39M-2005e2.

AASHTO T 22-2005

Figura I-7: Prensa de concreto marca sherman



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

b. Módulo de rotura (tracción por flexión)

El módulo de rotura consiste en aplicar cargas a la muestra del concreto y los resultados se obtienen mediante el ensayo de flexión o también llamado ensayo de rotura. El cálculo de la rotura de una muestra de concreto se realiza con la siguiente **formula**:

$$MR = \frac{3W \left(\frac{L}{2} - x \right)}{bd^2}$$

Donde:

- MR : Módulo de rotura.
- W : Fuerza máxima aplicada por la máquina de prueba.
- L : Distancia entre los soportes (medida centro a centro).
- b : Ancho neto (distancia de cara a cara) de la muestra en el plano de falla.
- d : profundidad (distancia desde la cara superior hasta el plano de

- apoyo) de la muestra en el plano de falla.
- x : distancia promedio del plano de falla al centro de la pieza, medida en dirección de la línea central a la superficie sometida a tensión.

1.3.5.5. Diseño de mezcla de concreto

a. Asentamiento del concreto (SLUMP)

Según a MTC: Manual de ensayo de materiales (2016, p. 801) en este sentido el manual hace referencia en que este ensayo no es aplicable cuando el concreto presenta cantidades notorios de agregado grueso de tamaño mayor a 37,5 mm (1½") o también cuando el concreto no presenta plasticidad ni es cohesivo. Si el agregado grueso sobrepasa a 37,5 mm (1½"), el concreto deberá ser tamizado con este tamaño según la norma MTC 701 "Muestras de Concreto Fresco".

NTP 339.035 HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland.

ASHTO: T 119M Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.

ASTM: C 143 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.

Resultado de anteriores investigaciones

Osuna (2008, p. 124) menciona que el whitetopping retribuye a los ciudadanos en ofrecerles calles seguras y con periodos de mantenimientos prolongados esto reduce problemas de tráfico y gastos económicos, esta técnica se viene utilizando en Estados Unidos de Norteamérica y Europa exitosamente, esta técnica reemplaza el asfalto de forma permanente.

Figura I-8: Control de Slump en la planta de concreto



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

1.3.6 Pavimento Hidráulico

Según Inciarte (2012, p. 9) menciona que los pavimentos hidráulicos están constituidos por losas de concreto de cemento portland esto tomando como apoyo a la sub rasante y la sub base; hace mención a los tipos de pavimentos más comunes los cuales son: Pavimentos de concreto sin refuerzo (concreto simple con juntas), Pavimentos de concreto reforzado con juntas (concreto armado con juntas) y Pavimentos de concreto con refuerzo continuo (con acero de refuerzo).

1.3.7 Estructura de pavimento

Como menciona Apolinario (2012, p. 2) que la estructura del pavimento está formado por unas capas que son importantes (sub rasante, sub base, base y carpa de rodadura), por otro lado los suelos que reciben a la estructura del pavimento debe de estar adecuadamente estabilizada con un sinfín de productos, para no presentar problemas a futuro en consecuencia preservar las características.

1.4. Formulación del problema

Una interrogante de algún término que se ignora, y cuya solución es la respuesta o al realizar la investigación y encontrar un nuevo conocimiento, es denominado problema (Arias, 2012, p. 39).

1.4.1. Problema general

- ¿Cómo la aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping influye en la rehabilitación de los pavimentos asfálticos en la Calle Moquegua, distrito de Omate?

1.4.2. Problemas específicos

- PE1: ¿Cuál es la deformación vertical optima que debe presentar el pavimento asfáltico existente para aplicar capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate?
- PE2: ¿De qué manera la aplicación de concreto hidráulico tipo Whitetopping mejora el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico en la Calle Moquegua, distrito de Omate?
- PE3: ¿Cuál es el costo al rehabilitar pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en comparación con el asfalto convencional en la Calle Moquegua, distrito de Omate?

1.5. Justificación de la investigación

La presente investigación se reforzara con los estudios realizados por otros investigadores del tema, para poder realizar una adecuada rehabilitación de pavimentos asfálticos usando el método del Whitetopping. A continuación se justificara la investigación con los siguientes puntos:

(i) Conveniencia: El tema en estudio está basado en permitirnos el restablecimiento del diseño geométrico del pavimento, disminuyendo la molestia de los beneficiarios, durante la realización de las obras (disminuyendo el tiempo para rehabilitar), y durante el periodo de servicio (minimizando el deterioro) en consecuencia prolongando la vida útil del pavimento; por otro lado se reduciría los gastos en mantenimientos periódicos, el gasto económico en la instalación de las

capas es menos costoso, ya que se necesitaría menos maquinarias para su instalación a la vez reduce la contaminación.

(II) Relevancia social: Los beneficiados a futuro serían para las empresas que administra los aeropuertos y las carreteras, ya que reducen notablemente los retrasos ocasionadas por el mantenimiento del área pavimentada de asfalto. Otro de los beneficiarios serían los vehículos ya que debido a las cargas pesadas que causan un mayor daño como los ahuellamientos en el pavimento de asfalto y cuando se llenan con agua ocasionan deslizamiento en consecuencia pérdida de control en los vehículos, lo cual es peligroso para los usuarios que están transitando en la vía en cambio whitetopping no se ahuellan y presentan una buena resistencia al resbalamiento lo cual evitaría considerablemente los accidentes en las noches lluviosas.

(III) Justificación económica: Cuando rehabilitan las carreteras de pavimento asfáltico genera más gasto, por las demoras ocasionadas debido al mantenimiento, ya que para la rehabilitación tienen que cerrar las vías y los niveles altos de congestión vehicular ocasionan molestia ya que son insoportables para los usuarios, a diferencia del whitetopping que obtenemos una rápida apertura al tráfico reduciendo los costos de construcción y mantenimiento; de igual manera obteniendo una mayor durabilidad en la carretera. Además, utilizando el whitetopping su vida útil se prolonga hasta 20 años a comparación del pavimento de asfalto ya que debe estar en mantenimiento periódicamente.

(IV) Aporte teórico: la implementación de capas de concreto para rehabilitar pavimentos asfálticos no es un tema novedoso en países desarrollados, pero en el Perú es una novedad ya que aún no se aplica; esta investigación servirá como punto de partida para futuros estudios y en consecuencia utilizar este tipo de rehabilitación, ya que con esto se prolongaría la vida útil del pavimento.

(V) Aporte práctico: La investigación en el Perú no es aplicado en la mayoría de las universidades, pero esta práctica debe llevarse a cabo con mayor frecuencia y no solo concentrarse en métodos tradicionales sino en aplicar investigaciones que son un éxito en países desarrollados, es en esto donde encaja la rehabilitación de pavimentos flexibles con la aplicación de capas de concreto whitetopping ya que

este método novedoso le proporciona al pavimento asfáltico un mayor comportamiento mecánico, mejorando inclusive su geometría.

(VI) Aporte metodológico: Para garantizar el cumplimiento de los objetivos de estudio, se elaborarán instrumentos de medición tanto para la variable independiente (aplicación de capas de concreto “whitetopping”) y la variable dependiente (rehabilitación de pavimentos asfálticos). Estos instrumentos para agregado fino son: Formato de laboratorio CSVA / tamices / equipo de equivalente de arena / horno-cocina / fiolas / sulfato de magnesio; para agregado grueso son: Formato de laboratorio CSVA / tamices / horno-cocina / Calibrador Proporcional de Partículas Chatas y Alargas / balanza y canastilla /visual-empírico / sulfato de magnesio. Cono de Abrams, Ensayo de rotura, Ensayo de viga, Ensayo LCB (resistencia a la adherencia).

1.6. Hipótesis de la investigación

1.6.1. Hipótesis general

- H_i : La aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping influye en la rehabilitación de los pavimentos asfálticos en la Calle Moquegua, distrito de Omate - 2017.

1.6.2. Hipótesis específicas

- H_{i1} : La deformación vertical óptima garantiza la colocación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate - 2017.

El análisis de deformación vertical es importante para la evaluación del pavimento existente, ya que se determinara el estado que se encuentra el pavimento, en este caso la vía existente se encuentra en buen estado y por lo tanto se garantiza la colocación de capas de concreto

- H_{i2} : La aplicación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping mejora el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico en la Calle Moquegua, distrito de Omate - 2017.

El pavimento rígido reúne las ventajas y desventajas de ambos tipos de pavimentos (rígido y flexible), si bien, aun cuando la carpeta asfáltica puede estar a salvo del fenómeno de la fatiga, su vida útil es corta en comparación con la losa de concreto,

por otro lado el asfalto se malogra en principio como consecuencia de la formación de baches y de la oxidación de la superficie. Ninguno de estos factores afecta al pavimento de hormigón (pavimento hidráulico).

- Hi3: la aplicación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping inicialmente resulta costoso pero a la larga se reduce el precio en comparación con el asfalto convencional en la Calle Moquegua, distrito de Omate – 2017.

Una de las ventajas del pavimento de concreto hidráulico tipo whitetopping, es que: “Proporcionan una superficie segura que dará muchos años de servicio reduciendo los costos de mantenimiento, quizá al inicio tenga un valor más alto en comparación con el asfalto pero que a la larga conviene debido a que se estaría ahorrando al no realizar mantenimientos en cortos periodos de tiempo.

1.7. Objetivos de la investigación

1.7.1. Objetivo general

- Determinar cómo influye la aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping en la rehabilitación de los pavimentos asfálticos en la Calle Moquegua, distrito de Omate.

1.7.2. Objetivos específicos

- OE1: Determinar la deformación vertical optima que debe presentar el pavimento asfáltico existente para aplicar capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate – 2017.
- OE2: Determinar la Mejora del comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate – 2017.
- OE3: Determinar el costo al rehabilitar pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en comparación con el asfalto convencional en la Calle Moquegua, distrito de Omate – 2017

II: MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es Aplicada, porque va a ayudar a resolver problemas. Según Arias (2012, p. 22), menciona que La investigación aplicada crea un conocimiento nuevo, este puede estar enfocado a ampliar las supuestas conjeturas de un establecido ciencia este puede ser una investigación pura o básica; por otro lado puede dar una solución rápida a los problemas.

El enfoque de la presente investigación será de tipo cuantitativo porque predominan los valores numéricos, busca las causas, la explicación de los datos recogidos y utiliza mediciones en sitio.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, pp.4-5) señala que un enfoque cuantitativo se rige bajo un orden de secuencia y a la vez debe ser demostrado, los pasos no deben de ser eludidos; por consiguiente se van construyendo las preguntas, objetivos, hipótesis y variables de investigación, se procede a revisar las teorías existentes y se procede a redactar el marco teórico, se elabora un diseño, se utiliza un sistema estadístico para extraer las conclusiones con relación a las hipótesis planteadas.

2.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es Explicativa, debido a que explica la causa y efecto del comportamiento de una variable dependiente en función de otra variable independiente.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.95) acotan que nivel explicativo no solo se centra en la descripción de los hechos sino que se dedica a responder las causas, el porqué, de los fenómenos (sociales o físicos).

2.3. Diseño de Investigación

La presente investigación se ubica en el diseño cuasi experimental ya que se va a manipular la variable independiente para establecer el posible efecto de la causa que se manipula, además su grado de control es mínimo y se va comparar con otro grupo que ya está establecido.

Respecto al diseño cuasi experimental Arias (2012, p. 35) afirma que el diseño cuasi experimental como su nombre lo indica es un casi experimento, se diferencia de un experimento puro, por la carencia de confianza de la semejanza ya que los grupos a estudiar no son designados aleatoriamente; estos hacen alusión al grupo a vigilar el cual sirve de comparación ya que no percibe tratamiento, otro que percibe el tratamiento y uno experimental.

2.4. Variables, operacionalización

2.4.1. Variables

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 105) menciona que una variable es una cualidad que puede ser medida, estos pueden ser cualquier ente de la naturaleza (seres vivos, objetos o fenómenos); estas variables al momento de relacionarlas con otras variables son importantes para la investigación científica ya que en tal sentido se les denomina una construcción hipotética.

La presente investigación cuenta con las siguientes variables:

- **Variable dependiente:** Rehabilitación de pavimentos asfálticos
- **Variable Independiente:** Capas de concreto “whitetopping”

2.4.2. Operacionalización de las variables

Arias afirma (2012, pp. 62-63) que esta definición es utilizado para explicar el procedimiento por el cual se modifica una variable de definición abstracta a algo concreto, ya que se pueden observar y medir, en conclusión generar su dimensión e indicador; por lo común se simboliza en una tabla.

Tabla II-1: Matriz de Operacionalización de la Variable 1.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES								
VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS			
CAPAS DE CONCRETO "WHITE TOPPING"	El Whitetopping es una técnica que consiste en aplicar capas de concreto (cemento portland) el cual toma como base la estructura del pavimento existente por tal motivo no se realiza otros trabajos a nivel de la estructura, más si se presentara fallas a nivel de la carpeta de rodadura se realizaría reparaciones de acuerdo a la gravedad del caso; esta tecnología provee al pavimento una larga vida útil. (Tecnología y construcción, 2011, p. 63).	Para comprender la variable 1, se segrega de los siguientes componentes como Dimensiones de la capa de concreto a aplicar.	Características del diseño de concreto (agregado fino)	Granulometría	- Formato de laboratorio CSVA / tamices / equipo de equivalente de arena / horno-cocina / fiolas / sulfato de magnesio.			
				Equivalente de arena				
				Contenido de humedad				
				Gravedad específica				
							durabilidad	
			Características del diseño de concreto (agregado grueso)	Granulometría	- Formato de laboratorio CSVA / tamices / horno-cocina / Calibrador Proporcional de Partículas Chatas y Alargas / balanza y canastilla /visual-empírico / sulfato de magnesio.			
				Humedad natural				
				Chatas y alargadas				
				Gravedad específica y absorción				
				Caras fracturadas				
			Durabilidad					
Diseño de mezcla			Asentamiento (slump)	Cono de Abrams				

Fuente: Propia

Tabla II-2: Matriz de Operacionalización de la Variable 2.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	El Whitetopping retribuye beneficios a la ciudadanía ya que gracias a este tipo de método se realizan mantenimientos a la carretera en periodos de larga duración (15 a 20 años) a su vez este diseño está catalogado como una de las formas más efectivas de rehabilitación de un pavimento flexible (Tecnología y construcción, 2011, p. 63).	Para la comprensión de la variable 2, se puede calcular a través de sus dimensiones como comportamiento mecánico y la adherencia entre concreto y asfalto.	Deformación vertical de la carpeta asfáltica	Deflexión de la carpeta asfáltica	Viga Benkelman
			Comportamiento mecánico	Resistencia a la compresión	Ensayo de rotura
				Módulo de rotura	Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos
			Costo	Análisis de precios unitarios del asfalto y concreto	Hoja de cálculo (Excel), S10

Fuente: Propia

2.5. Población

Según Arias (2012, p. 81) un conjunto reducido o ilimitado con características similares para los cuales las conclusiones de la investigación serán extensas es la población. Ésta queda limitada por los objetivos y el problema de investigación.

Para esta investigación, el universo poblacional está compuesto por las diferentes fallas en pavimentos a nivel de la carpeta asfáltica a lo largo de la vía Calle Moquegua, distrito de Omate.

2.6. Muestra

Arias (2012, p. 82) menciona que un subconjunto específico y limitado que se separa de la población es definido como una muestra.

Esta investigación presenta como muestra la vía con diferentes fallas a nivel de la carpeta asfáltica del tramo comprendido por 100 mts. de longitud de la Calle Moquegua, distrito de Omate.

2.7. Muestreo

El tipo de muestreo para la presente investigación es muestreo no probabilístico intencional.

Según Arias (2012, p. 82) hace referencia acerca del muestreo no probabilístico intencional en que: “en este caso los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador”

2.8. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.8.1. Técnicas

Arias (2012, p. 67) menciona que la técnica es un medio el cual sirve para obtener información del proyecto a investigar; le sirve al método científico como su complemento, el cual se aplica de forma general.

Este proyecto de investigación, para recopilar información, contará con las siguientes técnicas:

- **Revisión de Documentos:** esta técnica servirá para revisar normas, manuales, libros, tesis, revistas y especificaciones técnicas con respecto a carreteras, para constituir los pasos a seguir por ende fijar el diseño y la dimensión que se utilizarán en la técnica Whitetopping para obtener resultados aceptables.
- **Observación:** Esta técnica permitirá seleccionar datos que se obtendrán en el laboratorio, de los ensayos que se deben realizar para la evaluación del comportamiento mecánico – dinámico de los pavimentos asfálticos, al rehabilitar con Whitetopping.

2.8.2. Instrumentos de recolección de datos

Arias (2012, p. 68). Menciona que un recurso que favorece para recolectar datos ya sea un formato en papel o digital y que sirve para almacenar información se denomina instrumento.

Esta investigación cuenta con los siguientes instrumentos:

a. Viga Benkelman:

Según la norma ASTM D-4695 Detalla el procedimiento para determinar simultáneamente con una viga Benkelman la deflexión recuperable y el radio curvatura de un pavimento flexible, producidos por una carga estática. A tal fin se utiliza un camión donde la carga, tamaño de llantas, espaciamiento entre ruedas duales y presión de inflado están normalizados.

Calculos

- La deflexión bajo el eje de la carga (D_0), se calcula mediante la expresión:

$$D_0 = 4 \times L_0$$

(expresada en 0.01 mm)

L_0 = Lectura registrada en el dial del primer brazo de ensayo.

- La deflexión a 25 cm del eje de la carga (D25), se calcula con la expresión:

$$D_{25} = 4 \times L_{25}$$

(expresada en 0.01 mm)

L25= Lectura registrada en el dial del segundo brazo de ensayo.

Radio de curvatura en el punto de ensayo se calcula en la siguiente expresión:

Expresando en mm.

$$R_c = \frac{3125}{(D_0 - D_{25})}$$

Figura I-1. Posición inicial de la viga Benkelman.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

b. Ensayo de rotura

Según a MTC: Manual de ensayo de materiales (2016, p. 789) hace referencia que determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, tanto cilindros moldeados como núcleos extraídos, y se limita a concretos con un peso unitario superior a 800 kg/m^3 (50 lb/pie^3).

NTP 339.034 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Figura II-2 : Prensa de concreto marca Sherman.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

c. Hoja de cálculo (Excel)

Para la elaboración del cálculo del análisis de precios unitarios del concreto y el asfalto, se tomara en cuenta la hoja de cálculo (Excel)

De acuerdo con Montalvo, Vega y Santisteban citado por (Salcedo, 2015, p. 30-31):

Microsoft Excel es una aplicación para manejar hojas de cálculo. Este programa es desarrollado y distribuido por Microsoft, y es utilizado para tareas financieras y

contables. Microsoft inicialmente comercializó un programa de hoja de cálculo llamado Multiplan en 1982, que fue muy popular, pero que en los sistemas MSDOS perdió aceptación frente a Lotus 1-2-3. Microsoft publicó la primera versión de Excel para Mac en 1985, y la primera versión de Windows en 31 noviembre de 1987. Lotus se demoró en llevar 1-2-3 hacia Windows, lo cual fue aprovechado por Microsoft para alcanzar la posición de principal desarrollador de software para hoja de cálculo de PC.

Figura II-3: hoja de cálculo (Excel)

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Parcial \$
Análisis de precios unitarios						
Presupuesto 202155 REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS CON LA APLICACIÓN DE CAPAS DE CONCRETO WHITE TOPPING.						
Subpresupuesto 001 PAVIMENTOS Fecha presupuesto 5622018						
Partida 503.C CONCRETO CLASE C (F'c=280 Kg/cm2)						
Rendimiento: 1m2/DIA 18.0000 EQ 18.0000 Costo unitario directo por m3 438.83						
Mano de Obra						
010101002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	24.36	5.41
010101003	CFERAFIC	hh	3.0000	1.3333	18.74	24.93
010101004	CFICIAL	hh	3.0000	1.3333	15.56	20.75
010101005	PECIN	hh	6.0000	2.6667	14.00	37.33
						88.48
Materiales						
020105009	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%eq		5.0000	6.91	0.35
021301001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol		11.5000	19.00	218.50
0222180001015	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	gal		0.1900	13.74	2.61
0222280001	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kg		0.2200	8.01	1.76
						223.22
Equipos						
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	88.48	4.42
0301280001005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 150"	hm		1.0000	0.4444	5.52
0301290003006	MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP 1112 P	hm		1.0000	0.4444	10.04

Fuente: propia

d. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Este instrumento se usara para el cálculo del módulo de rotura, según expuesto en el presente manual, de este modo se tomara como referencia los tipos de concreto y su respectivo módulo de rotura el cual se correlaciona con el módulo de compresión ($F'c$) del concreto mediante la siguiente formula:

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

Donde:

a: varía entre 1.99 y 3.18

$f'c$: resistencia mínima equivalente a la compresión del concreto

2.8.3. Validez

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 200) definen a la validez como el valor real en que un instrumento evalúa la variable que intenta medir.

El presente proyecto de investigación será evaluado minuciosamente como mínimo por tres ingenieros civiles especializados, en consecuencia darán la validez pertinente.

Tabla II-3: Rangos y magnitud de validez

Rangos	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Herrera (1998) citado por (Confiabilidad y Valides de instrumento de investigación, 2013, p.13)

Tabla II-4: Coeficiente de validez por juicio de expertos

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable Independiente	1	1	1	1
Variable Dependiente	1	1	1	1
Índice de validez				1

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la revisión de validez por parte de tres ingenieros civiles indicaron que tiene un nivel ubicado en el rango 1, es decir una validez perfecta.

2.8.4. Confiabilidad

Como Hernández, Fernández y Baptista señalan que “La confiabilidad grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes” (2014, p. 200).

Por lo tanto en el presente proyecto de investigación los datos serán interpretados con la siguiente tabla de rango y magnitud de confiabilidad como se muestra a continuación:

Tabla II-5: rango y magnitud de confiabilidad

Rangos	Magnitud
0,53 a menos	Confiabilidad nula
0,54 a 0,59	Confiabilidad baja
0,60 a 0,65	Confiable
0,66 a 0,71	Muy Confiable
0,72 a 0,99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

Fuente: Herrera (1998) citado por (Confiabilidad y Validez de instrumentos de investigación, 2013 pág. 5)

2.9. Métodos de análisis de datos

Como la investigación es cuantitativa se realizara un análisis de datos el cual servirá para realizar las evaluaciones pertinentes de los resultados obtenidos en el laboratorio.

Arias (2012, p. 111) menciona que en este sentido se explican los distintos procedimientos a los que estarán sujetos los datos que se obtengan como son registro, clasificación y tabulación; por otro lado las técnicas estadísticas y lógicas deberán ser definidas ya que serán usadas para entender lo que muestran los datos recolectados.

2.10. Aspectos éticos

Este proyecto de investigación se redactará respetando la originalidad de los autores de las tesis que se van a tener en cuenta para su elaboración, para ello esta investigación se ha desarrollado regido bajo la norma ISO 690 – 690 – 2 para redactar correctamente las citas y referencias bibliográficas.

III. RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación

La zona donde se pretende aplicar las capas de concreto para rehabilitar el pavimento asfáltico es en la calle Moquegua, que se encuentra ubicada en el distrito de Omate, en la Provincia de General Sánchez Cerro, en el Departamento De Moquegua.

Figura III-1 : Ubicación de la calle Moquegua



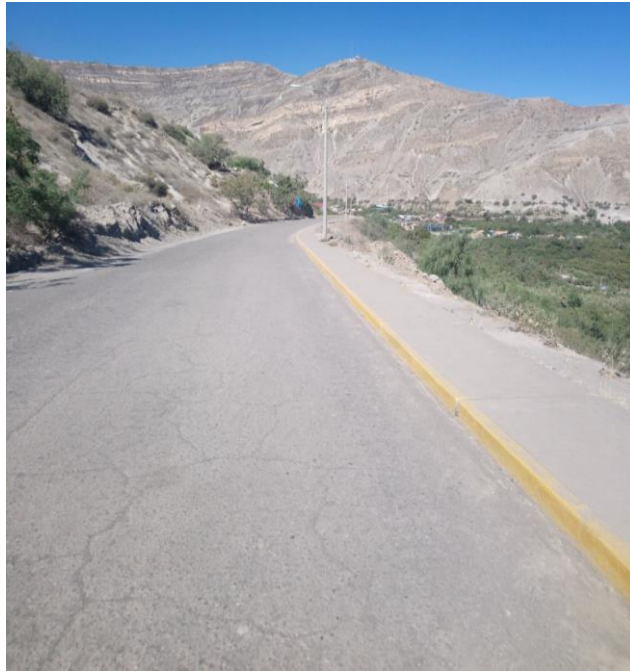
Fuente: **Google maps**

3.1.2. Descripción de zona de estudio

El distrito de Omate es uno de los más importantes de la provincia de Sánchez Cerro ya que su principal actividad es la agricultura exportadora, por tal motivo es imprescindible contar con un pavimento en óptimas condiciones para brindar mejor servicio al tráfico vial producido por los camiones de carga. Es en este lugar que se pretende realizar la rehabilitación del pavimento ya que

presenta en su vía principal, fallas superficiales como son piel de cocodrilo, fisuras longitudinales y transversales, entre otros.

Figura III-2: Zonificación del lugar en estudio.



Fuente: Propia

3.2. Trabajos previos

3.2.1. Trabajos de Campo

Objetivo General: Determinar cómo influye la aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping en la rehabilitación de los pavimentos asfálticos en la Calle Moquegua, distrito de Omate.

- Obtención de los resultados de las propiedades mecánicas del concreto y la evaluación del estado del pavimento usando la viga Benkelman así como también el análisis de precios de la rehabilitación de pavimentos con asfalto y concreto.

Objetivo Específico 1: Determinar la deformación vertical optima que debe presentar el pavimento asfáltico existente para aplicar capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate.

Tabla III-1. Ensayo con la viga Benkelman a nivel de carpeta asfáltica Carril Derecho.

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO														
REGISTRO DE CAMPO														
Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de carpeta asfáltica														
PROYECTO :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa										Carga Eje:	4160	Kg	
SECTOR :	Tramo II: Km 00+000 - 00+100										Presión:	80	PSI	
PLATAFORMA :											Factor Conversión:	4		
VIA :	Moquegua	-	Arequipa								Factor Estacional:	1		
Carril :	Derecho													
Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
00+000	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	0.0	8.0	60	32	112	26	0.05
00+010	24-abr.-18	0.0	2.0	4.0	8.0	10.0	13.0	0.0	7.0	52	28	130	26	0.05
00+020	24-abr.-18	0.0	3.0	7.0	9.0	11.0	14.0	0.0	8.0	56	32	130	26	0.05
00+030	24-abr.-18	0.0	2.0	6.0	8.0	10.0	12.0	0.0	7.0	48	28	156	26	0.05
00+040	24-abr.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	0.0	5.0	40	20	156	26	0.05
00+050	24-abr.-18	0.0	5.0	8.0	11.0	14.0	17.0	0.0	10.0	68	40	112	26	0.05
00+060	24-abr.-18	0.0	4.0	7.0	10.0	13.0	16.0	0.0	8.0	64	32	98	26	0.05
00+070	24-abr.-18	0.0	2.0	4.0	8.0	12.0	15.0	0.0	9.0	60	36	130	26	0.05
00+080	24-abr.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	12.0	0.0	7.0	48	28	156	26	0.05
00+090	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	0.0	9.0	60	36	130	26	0.05
00+100	24-abr.-18	0.0	2.0	4.0	7.0	10.0	13.0	0.0	7.0	52	28	130	26	0.05

Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Las deflexiones producidas en la superficie de un pavimento flexible, por acción de cargas vehiculares, pueden ser determinadas haciendo el uso de deflectómetros tales como la viga benkelman.

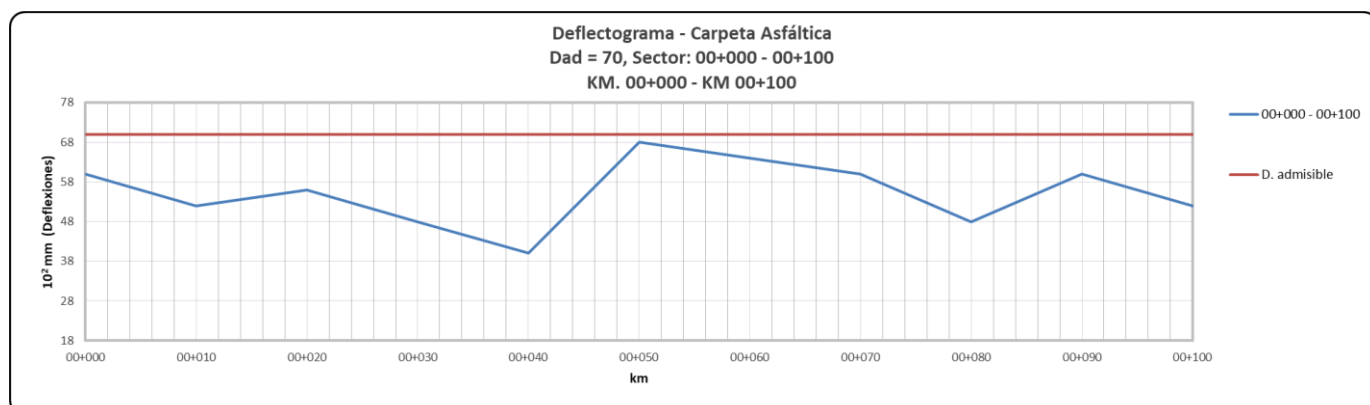
De esta manera con la deflexión máxima y la deflexión a 25 cm del eje se determina el Radio de Curvatura.

Tabla III-2. Análisis estadístico resultado.

N	11	11	11
Σ	608	340	1441
PROMEDIO:	55.3	30.9	131.0
MINIMO	40	20	98
MAXIMO	68	40	156
DESVIACION ESTÁNDAR	8.2	5.4	19.4
VARIANZA	66.6	29.1	378.0
COEFICIENTE DE VAR.	14.8	17.4	14.8
VALOR CARACTERISTICO	68.7	39.8	
VALOR ADMISIBLE	70.0		

Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Los estudios de deflexiones recuperables han demostrado que las deflexiones medidas en una sección de pavimento, presentan una distribución de frecuencias que se asemejan a una distribución normal, asumiéndose que se hallan distribuidas de acuerdo a la ley de Gauss, determinándose la deflexión media o promedio (D_p), la desviación Estándar y el coeficiente de variación, los que serán empleados para definir la caracterización representativa de la magnitud de la deformación de los pavimentos conocida como deflexión característica.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Deflectograma, en el que se incluyen todos los datos de interés, obtenidos: deflexiones corregidas y radios de curvatura, como del relevamiento de condición son presentados en correspondencia con las progresivas de medición, permitiendo una visión global del conjunto de datos obtenidos en el campo; en este caso se

puede apreciar que la curva que forma las deflexiones obtenidas en campo están dentro de los parámetros permitidos, es decir que está por debajo de la máxima deflexión.

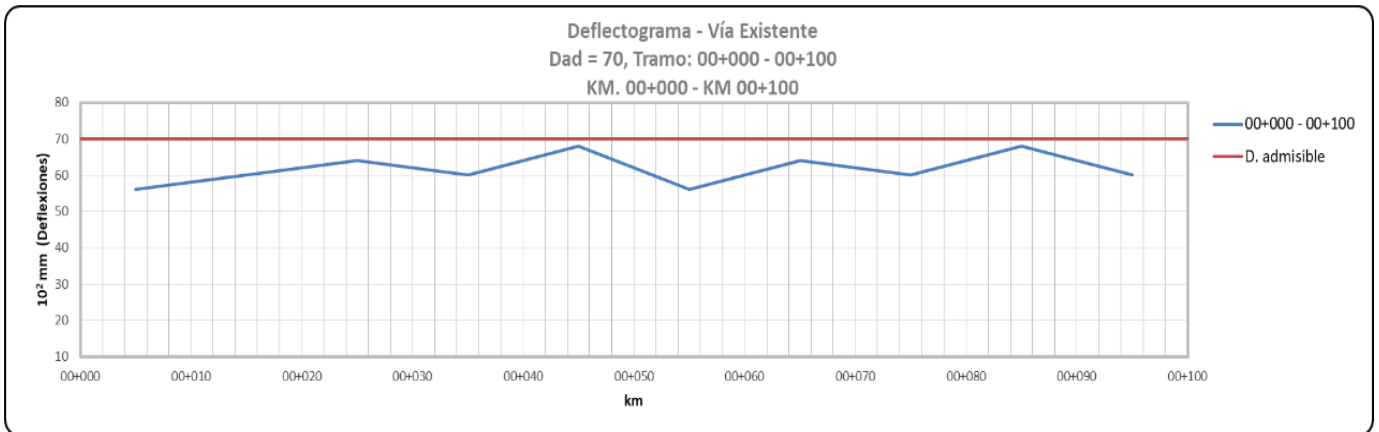
El deflectograma es empleado para juzgar la capacidad portante del pavimento, por lo tanto se infiere que el carril derecho del pavimento se encuentra en buen estado, según los resultados de la viga Benkelman.

Tabla III-3. Ensayo de Viga Benkelman a nivel de carpeta asfáltica en el Carril Izquierdo.

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO																	
REGISTRO DE CAMPO																	
Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de carpeta asfáltica																	
PROYECTO :	Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa											Carga Eje:	4160	Kg			
SECTOR :	Tramo II: Km 00+000 - 00+100											Presión:	80	PSI			
PLATAFORMA :												Factor Conversión:	4				
VIA :	Moquegua	-	Arequipa												Factor Estacional:	1	
Carril :	Izquierdo																
Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)			
		PRIMER DIAL						SEGUNDO DIAL		Do	D25	Rc	Amb				
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(m)	°C				
00+005	24-abr.-18	0.0	3.0	7.0	8.0	11.0	14.0	0.0	7.0	56	28	112	26	0.05			
00+015	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	0.0	8.0	60	32	112	26	0.05			
00+025	24-abr.-18	0.0	4.0	7.0	10.0	13.0	16.0	0.0	6.0	64	24	78	26	0.05			
00+035	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	0.0	9.0	60	36	130	26	0.05			
00+045	24-abr.-18	0.0	4.0	8.0	11.0	14.0	17.0	0.0	10.0	68	40	112	26	0.05			
00+055	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	11.0	14.0	0.0	8.0	56	32	130	26	0.05			
00+065	24-abr.-18	0.0	4.0	7.0	10.0	13.0	16.0	0.0	7.0	64	28	87	26	0.05			
00+075	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	8.0	12.0	15.0	0.0	8.0	60	32	112	26	0.05			
00+085	24-abr.-18	0.0	4.0	8.0	11.0	14.0	17.0	0.0	6.0	68	24	71	26	0.05			
00+095	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	0.0	7.0	60	28	98	26	0.05			
										N	10	10	10				
										Σ	616	304	1040				
										PROMEDIO:	61.6	30.4	104.0				
										MINIMO	56	24	71				
										MAXIMO	68	40	130				
										DESVIACION ESTÁNDAR	4.3	5.1	20.3				
										VARIANZA	18.5	25.6	410.9				
										COEFICIENTE DE VAR.	7.0	16.6	19.5				
										VALOR CARACTERISTICO	68.7	38.7					
										VALOR ADMISIBLE	70.0						

Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Figura III-3: Deflectograma de la carpeta asfáltica del Carril Izquierdo.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

Figura III-4: Viga Benkelman y el camión viga.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

Figura III-5: Camión Vega.

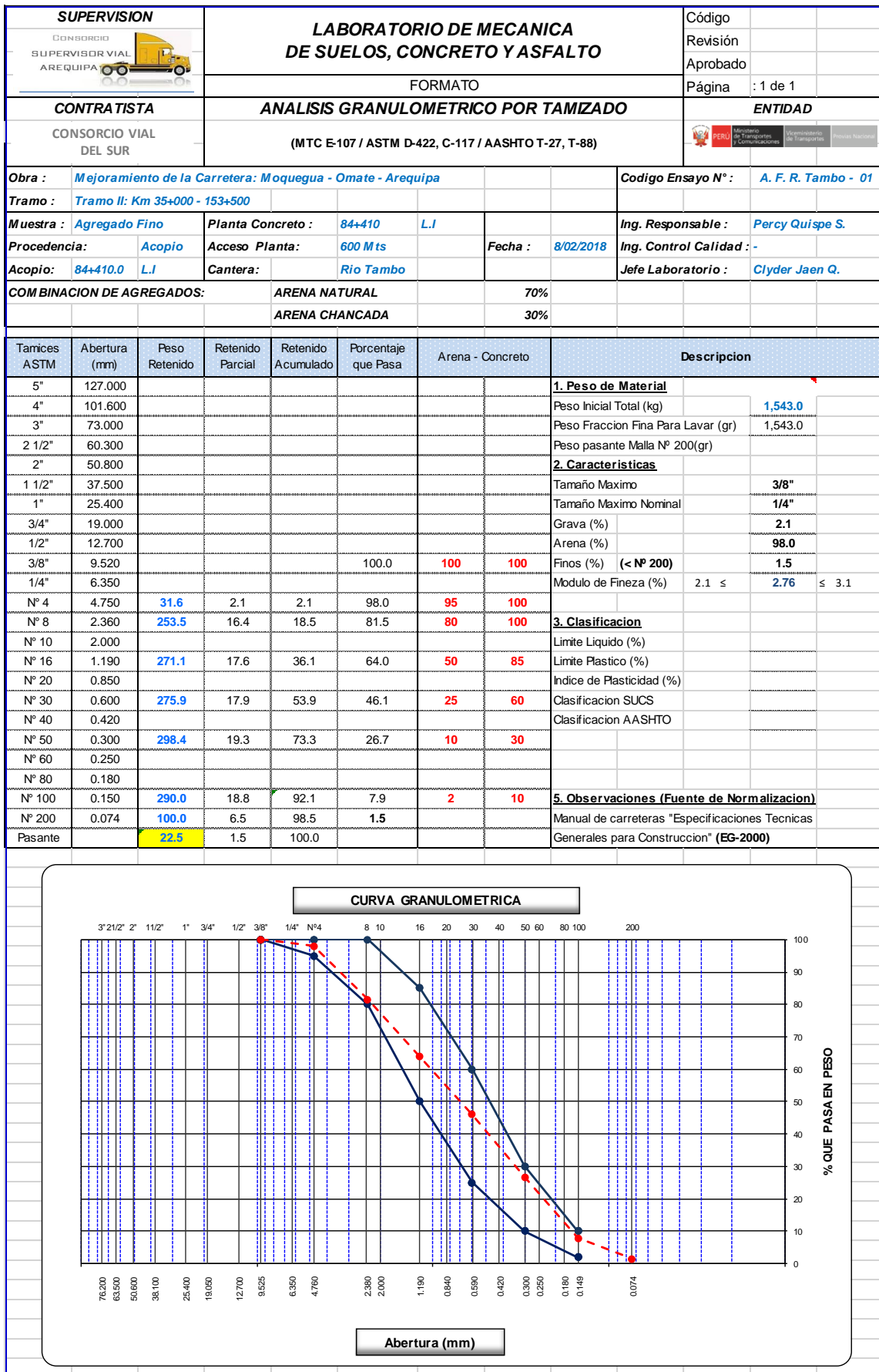


Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

Objetivo Específico 2: Determinar la Mejora del comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate.

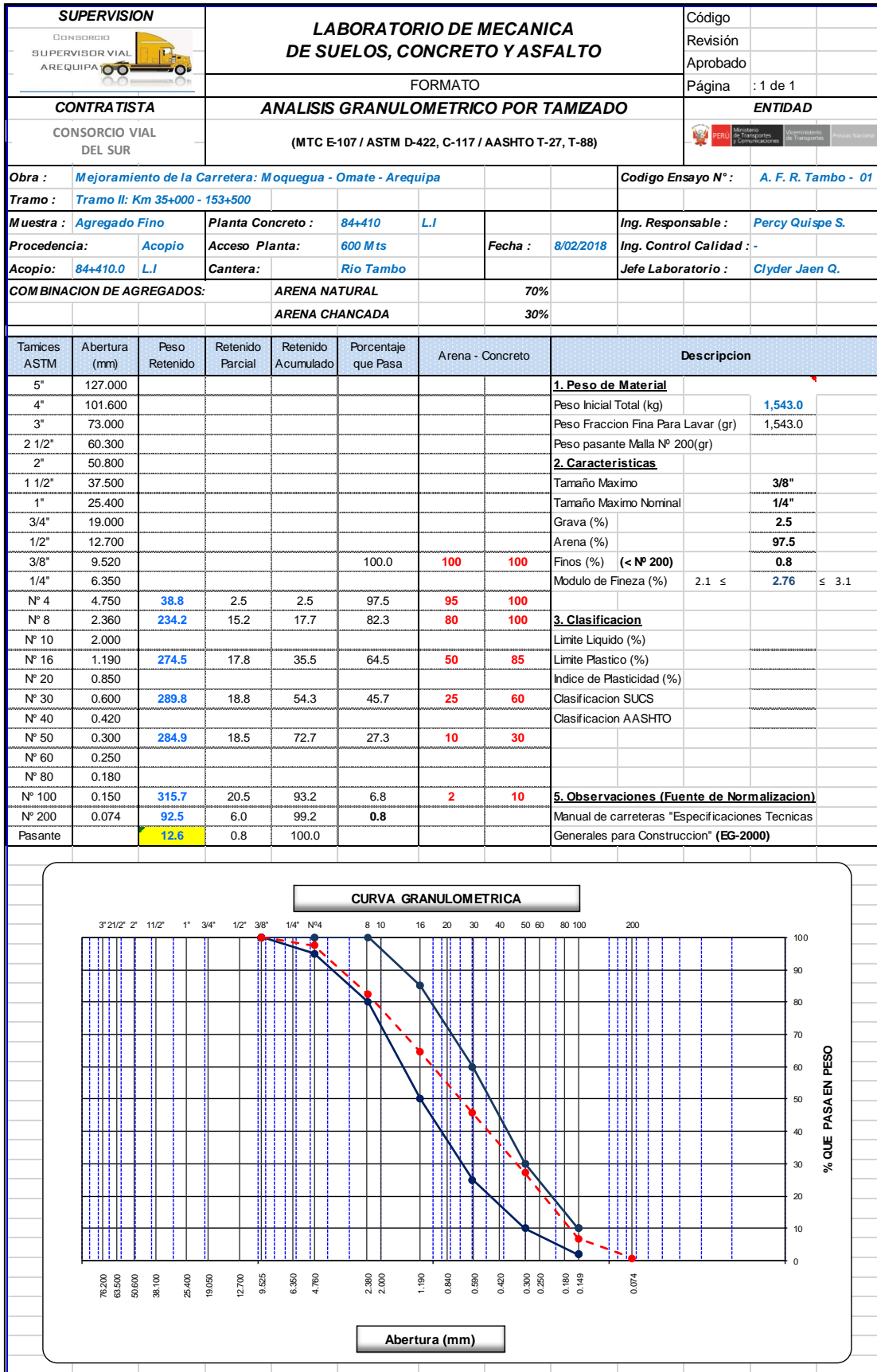
- b. Ensayos del Agregado Fino.
- c. Ensayo de asentamiento (Slump)

Figura III-6: Primer análisis granulométrico para el agregado fino.



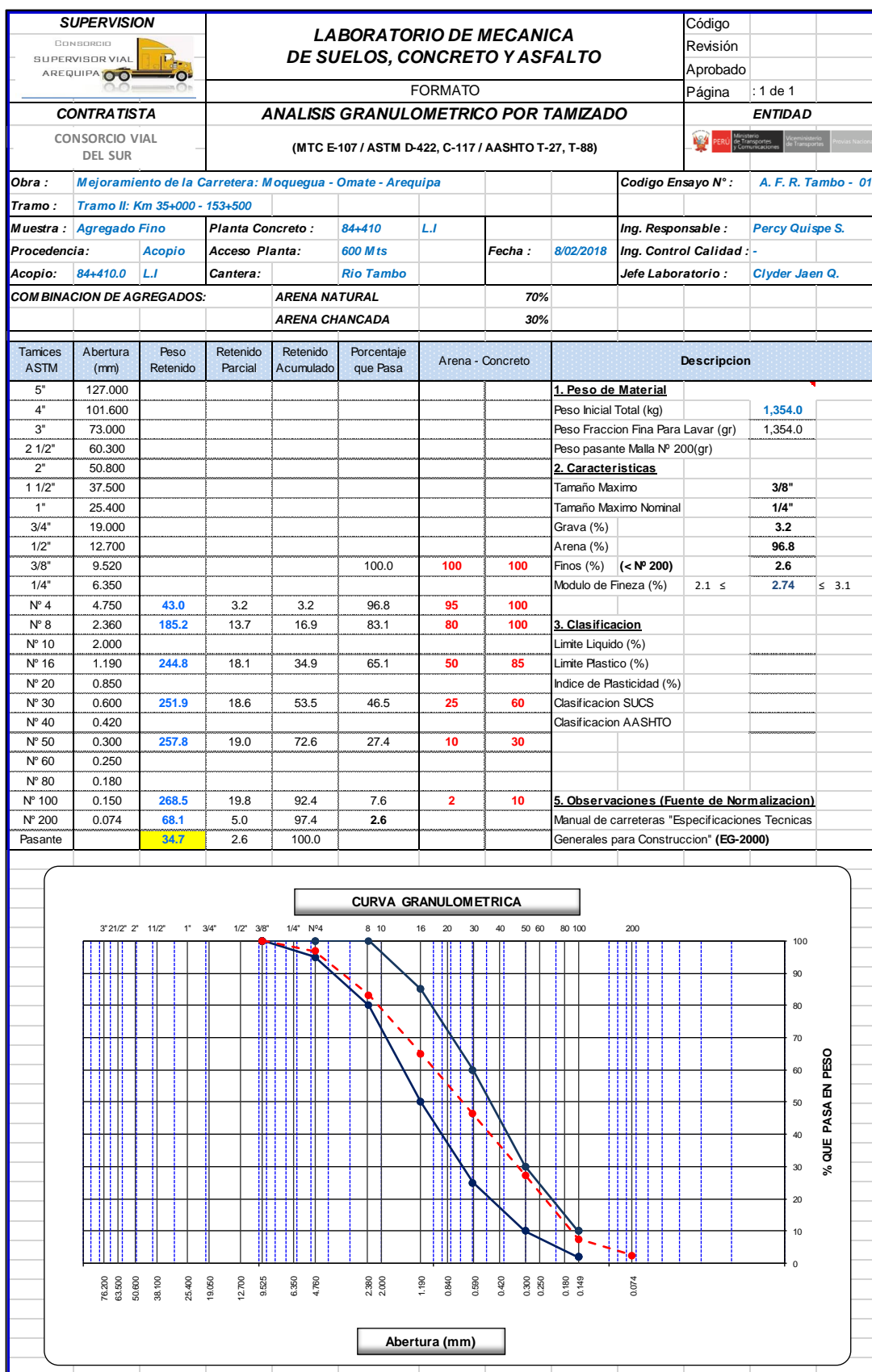
Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

Figura III-7: Segundo Análisis granulométrico para el agregado fino.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Figura III-8: Tercer análisis granulométrico para el agregado fino.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Según la NTP 400.037:2014, el Modulo de Fineza no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1, por ende, según el ensayo de granulometría que se realizó a una pequeña muestra se obtuvo un módulo de fineza es de 2.74. Además, debe cumplir el porcentaje que pasa según la tabla 8, que está especifica por la norma ya mencionada.

$$mf = \frac{\sum \% Ret. acum (3/8" + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

Tabla III-4. Gradaciones para el agregado fino.

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 μm (No. 30)	25 a 60
300 μm (No. 50)	05 a 30
150 μm (No. 100)	0 a 10

Es de suma importancia realizar la granulometría a los agregados para el diseño de concreto, ya que si el porcentaje que pasa por la malla N°200 está muy “sucia” se estaría presentando mayor concentración de finos, por lo tanto se tendría que utilizar mayor cantidad de agua pero se tendría una baja resistencia. Esto conlleva a inferir que mientras más limpios se encuentren los agregados, tendrá mayor resistencia el concreto a diseñar.

Figura III-9: Tamices del ensayo granulométrico.




Fuente: Laboratorio del CSVA

Figura III-10: Agregado fino.



Fuente: Laboratorio del CSVA

Figura III-11: Ensayo Equivalente de arena para el agregado fino.

SUPERVISION		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			Código		
		FORMATO			Revisión		
					Aprobado		
CONTRATISTA		EQUIVALENTE DE ARENA			ENTIDAD		
CONSORCIO VIAL DEL SUR		(MTC E-114 / ASTM D-2419 / AASTHO T-176)					
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Código Ensayo N° :	A. F. R. Tambo - 01	
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500						
Muestra :	Agregado Fino	Planta Concreto :	84+410		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.	
Procedencia:	Acopio	Acceso Planta:	600 Mts	Fecha :	8/2/2018	Ing. Control Calidad : -	
Acopio:	84+410.0 L.I	Cantera:	Rio Tambo		Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.	
COMBINACION DE AGREGADOS:		ARENA NATURAL	70%				
		ARENA CHANCADA	30%				
Descripcion		U/m	IDENTIFICACION				Promedio
			1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)		mm	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación			13:50	13:52	13:54		
Hora de salida de saturación (mas 10")			14:00	14:02	14:04		
Hora de entrada a decantación			14:02	14:04	14:06		
Hora de salida de decantación (mas 20")			14:22	14:24	14:26		
Altura máxima de material fino		Pulg.	5.90	6.00	5.80		
Altura máxima de la arena		Pulg.	3.60	3.58	3.62		
Equivalente de Arena		%	61.0	59.7	62.4		61.0

Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Según la NTP 400.037:2014 y el MTC E – 114 el porcentaje mínimo para el ensayo equivalente de arena es de 60 %, además el equivalente de arena solo puede variar +-4% para cada muestra, se puede observar que el promedio del equivalente de arena de 61 % para la presente tesis.

$$\text{Equivalente de arena} = \frac{\text{Altura mínima de la arena}}{\text{Altura mínima del material fino}}$$

Figura III-12: Equipo de Equivalente de arena.





Figura III-13: Cuarteo de la muestra, para que después sea colocado en la probeta.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Figura III-14: Ensayo contenido de humedad para el agregado fino.

Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.



SUPERVISION		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			Código		
		FORMATO			Revisión		
					Aprobado		
CONTRATISTA		CONTENIDO DE HUMEDAD			ENTIDAD		
CONSORCIO VIAL DEL SUR		(MTC E-108 / ASTM D-2216)					
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	A. F. R. Tambo - 01	
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500						
Muestra :	Agregado Fino	Planta Concreto :	84+410		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.	
Procedencia:	Acopio	Acceso Planta:	600 Mts	Fecha :	08/02/2018	Ing. Control Calidad :	-
Acopio:	84+410.0 L.I	Cantera:	Rio Tambo			Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.
COMBINACION DE AGREGADOS:							
		ARENA NATURAL		70%			
		ARENA CHANCADA		30%			
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :							
		Descripcion		1	2		
		Peso de tara (gr)		225	238.0		
		Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		1416.2	1452.8		
		Peso de la tara + muestra seca (gr)		1399.9	1435.8		
		Peso del agua contenida (gr)		16.3	17.0		
		Peso de la muestra seca (gr)		1174.9	1197.8		
		Contenido de Humedad (%)		1.4	1.4		
		Contenido de Humedad Promedio (%)		1.4			

Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

El contenido de humedad para el agregado fino siempre va a variar de 0.5 al 1.5 %, según el MTC E – 108.

$$\%h = \left(\frac{Ph - Ps}{Ps} \right) \times 100$$

Figura III-15: Ensayo de gravedad específica y absorción para el agregado fino.

SUPERVISION		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Código			
				Revisión			
		FORMATO		Aprobado			
CONTRATISTA		GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN		Página	: 1 de 1		
CONSORCIO VIAL DEL SUR		(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)		ENTIDAD			
							
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° :	A. F. R. Tambo - 01		
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500						
Muestra :	Agregado Fino	Planta Concreto :	84+410	Ing. Responsable :	Percy Quispe S.		
Procedencia:	Acopio	Acceso Planta:	600.00 Mts	Fecha :	8/02/2018		
Acopio:	84+410.0 L.I	Cantera:	Rio Tambo	Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.		
COMBINACION DE AGREGADOS:		ARENA NATURAL	70%				
		ARENA CHANCADA	30%				
DATOS				1	2	3	4
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	gr.		300.0	300.0	300.0	
2	Peso Frasco + agua	gr.		738.9	733.3	732.7	
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.		1038.9	1033.3	1032.7	
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.		926.7	921.1	920.4	
5	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	gr.		112.2	112.2	112.3	
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.		297.4	297.5	297.4	
7	Vol de masa = E - (A - F) (gr)			109.6	109.7	109.7	
RESULTADOS				PROMEDIO			
8	Pe bulk (Base seca) = F/E			2.651	2.652	2.648	2.650
9	Pe bulk (Base saturada) = A/E			2.674	2.674	2.671	2.673
10	Pe aparente (Base Seca) = F/G			2.714	2.712	2.711	2.712
11	% de absorción = ((A - F)/F)*100			0.874	0.840	0.874	0.863

Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Figura III-16. Equipo del cono de absorción.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

Figura III-17: Fiola, antes de llevar en la estufa.





Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

Figura III-18: Fiolas en la estufa.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

Figura III-19: Ensayo de Durabilidad del agregado fino.

SUPERVISION		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				Código			
		FORMATO				Revisión			
						Aprobado			
CONTRATISTA		DURABILIDAD DE AGREGADOS				ENTIDAD			
CONSORCIO VIAL DEL SUR		(MTC E-209 / ASTM C-88 / AASTHO T-104)							
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Código Ensayo N° :	A. F. R. Tambo - 01			
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500								
Muestra :	Agregado Fino	Planta Concreto :	84+410			Ing. Responsable :	Percy Quispe S.		
Procedencia:	Acopio	Acceso Planta:	600 Mts	Fecha :	8/02/2018	Ing. Control Calidad :	-		
Acopio:	84+410.0 L.I	Cantera:	Rio Tambo			Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.		
COMBINACION DE AGREGADOS:		ARENA NATURAL		70%					
		ARENA CHANCADA		30%					
AGREGADO FINO									
Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Perdida		Escalonad o Original	Perdida Corregida
						Peso	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	108.9	107.20	1.70	1.56	17.1	0.29
N° 08	N° 16	100	2	106.2	104.30	1.90	1.79	17.8	0.34
N° 16	N° 30	100	3	101.3	99.10	2.20	2.17	18.8	0.41
N° 30	N° 50	100	4	103.6	101.80	1.80	1.74	18.5	0.33
N° 50	N° 100	100	5	107.3	105.20	2.10	1.96	11.6	0.24
N° 100									
TOTALES								83.8	1.62%
OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio									

Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

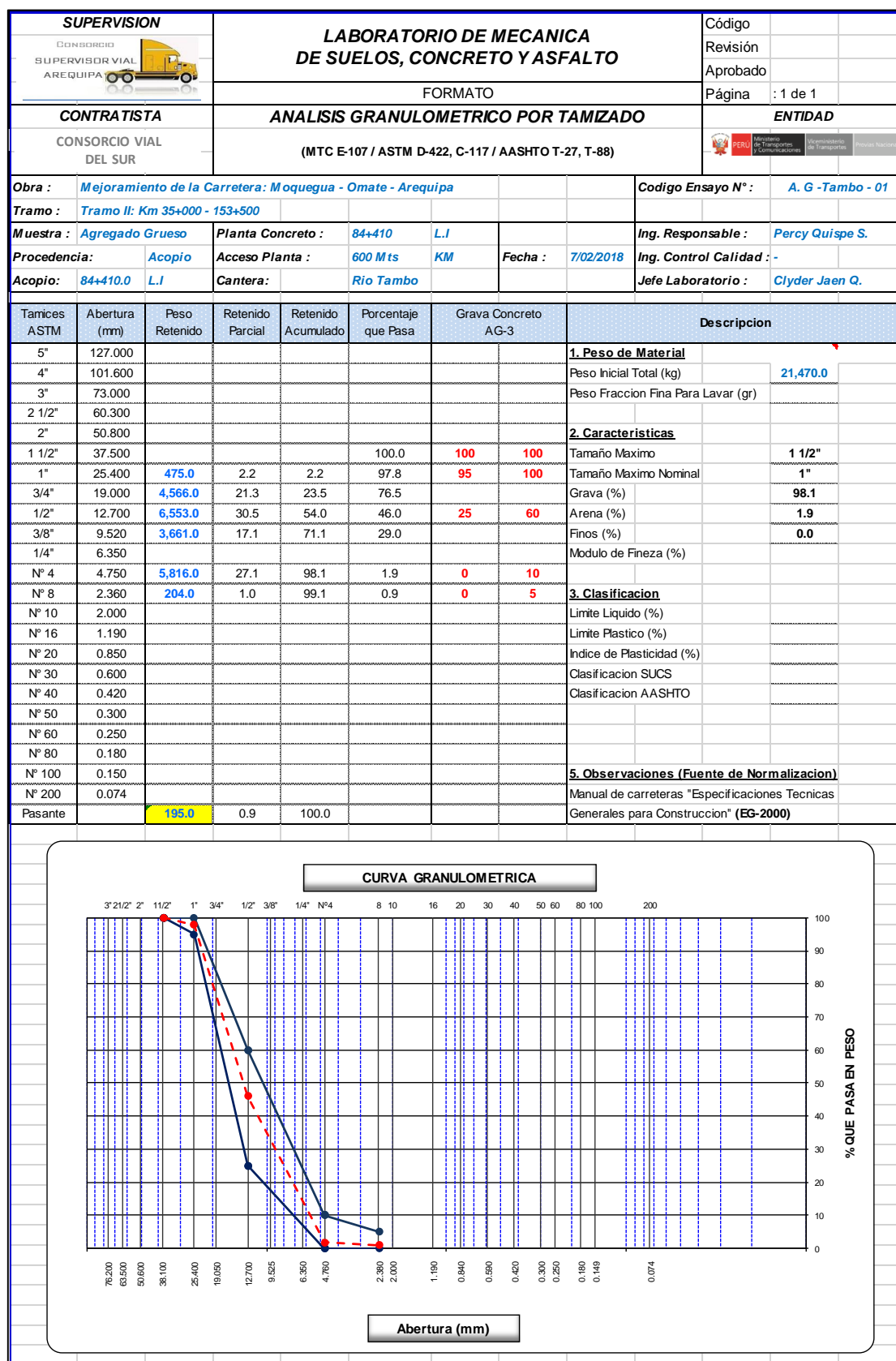
MTC E 209. Este ensayo se realizó para determinar cuánto es la durabilidad que presenta el agregado ante el sulfato de magnesio, a su vez el peso de la solución debe ser 2.5 gr. a 3.0 gr. Para comenzar se tamiza desde la malla n°8 hasta malla n° 200 (mallas para los agregados finos) después se determina el peso retenido de cada malla (PESO INICIAL). Luego se mezcla el sulfato de magnesio con el agregado fino (tiene que pasar 24 hr para el posterior secado en el horno a 121 C°), al finalizar se pesa el agregado fino (PESO FINAL).

El agregado fino no podrá presentar pérdidas superiores a diez por ciento (10%) o quince por ciento (15%), al ser sometido a la prueba de solidez en sulfatos de sodio o magnesio, respectivamente, según la norma MTC E 209.

Según los resultados obtenidos, se puede observar que los ensayos realizados al agregado fino, que al final va a ser utilizado en las capas de concreto de whitetopping cumplen las tolerancias emitidas por la NTP 400.037:2014 (granulometría), NTP 400.037:2014 y el MTC E – 114 (equivalente de arena), MTC E – 108 (contenido de humedad).

d. Ensayos del Agregado Grueso.

Figura III-20: Primer análisis granulométrico del agregado grueso.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Figura III-21: Segundo análisis granulométrico del agregado grueso.

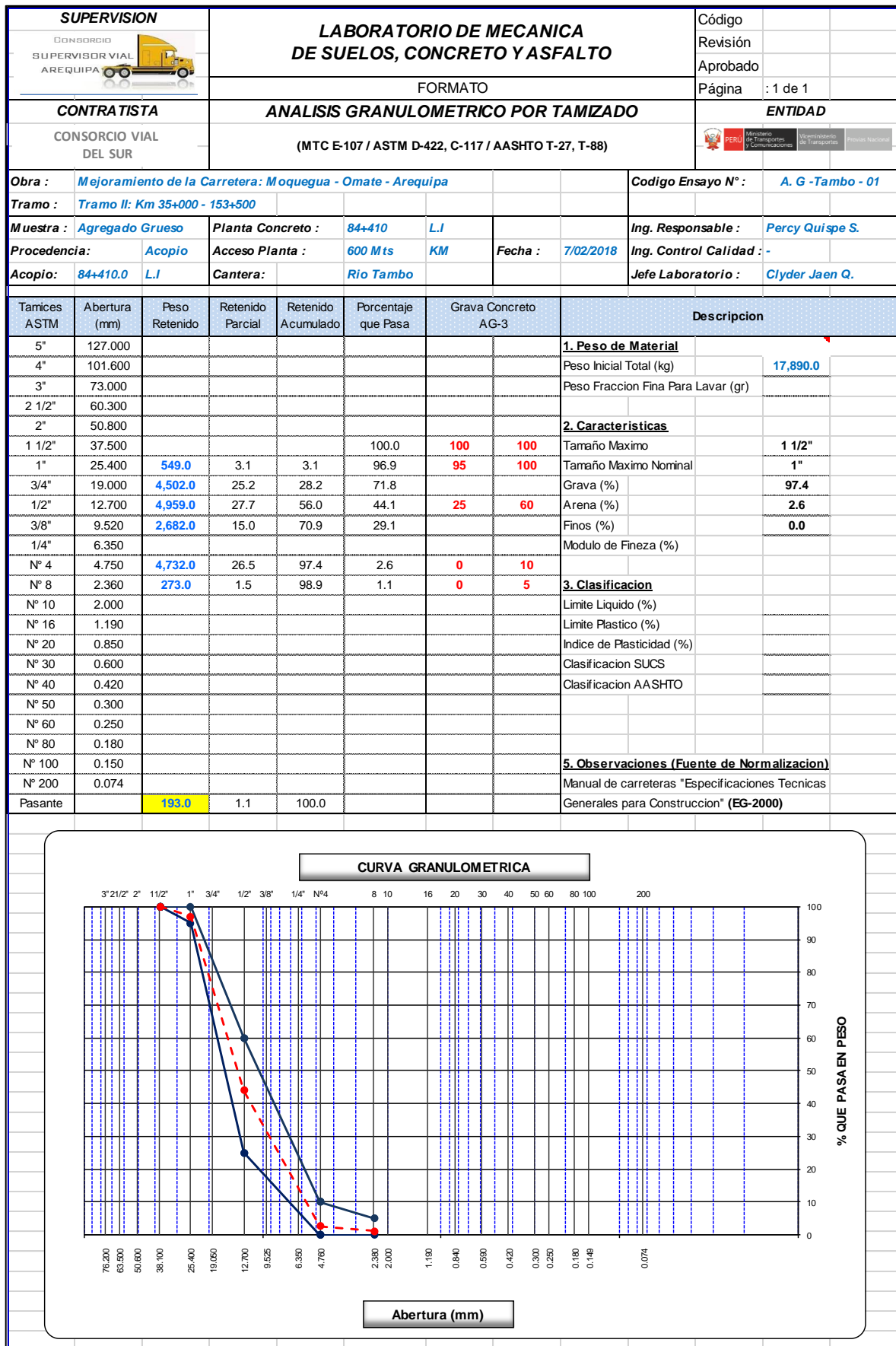
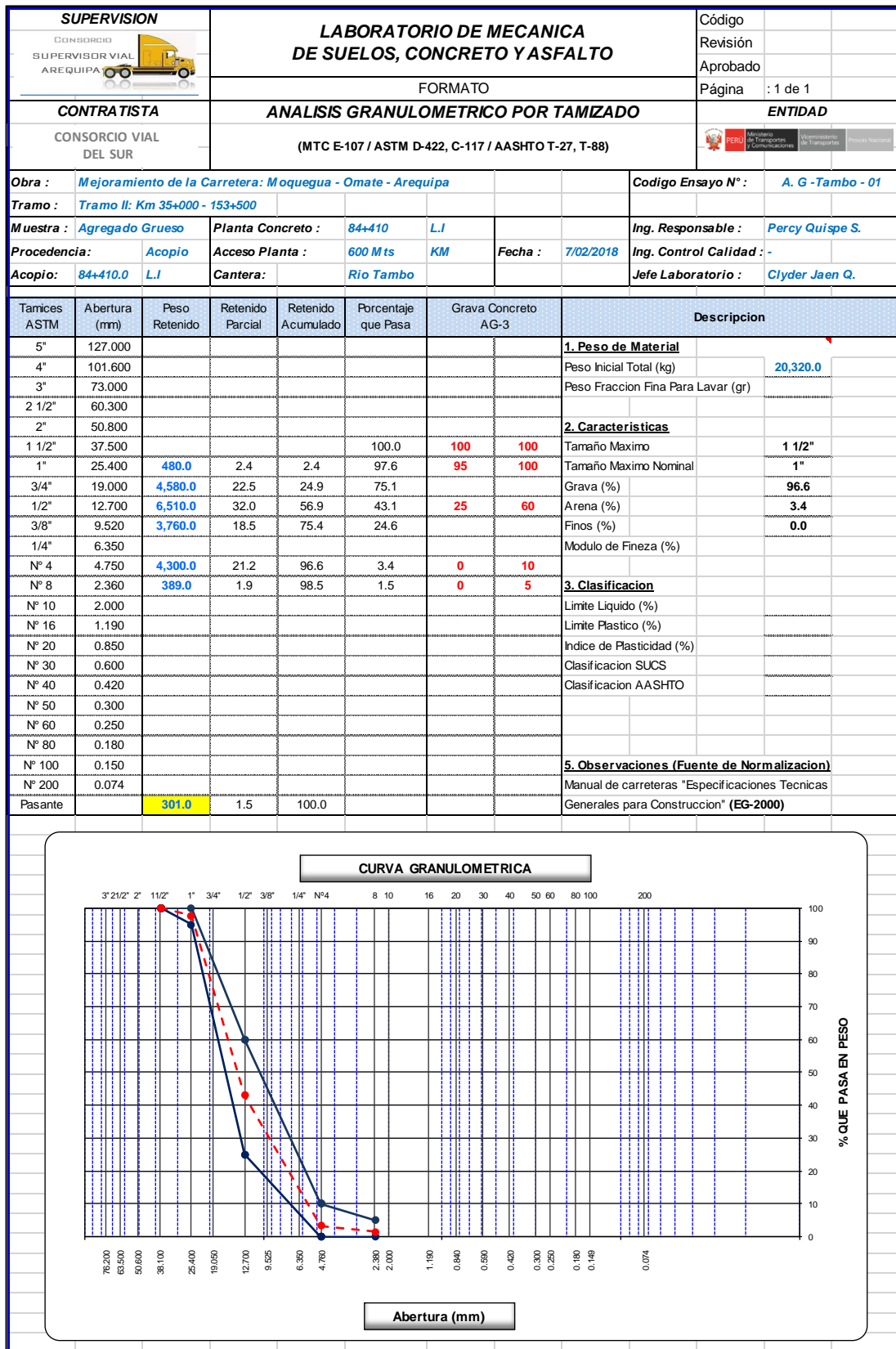


Figura III-22: Tercer análisis granulométrico del agregado grueso.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio, a juicio del Supervisor.

Figura III-23: Cuadro de gradaciones.

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa						
	AG-1	AG-2	AG-3	AG-4	AG-5	AG-6	AG-7
63 mm (2,5")	-	-	-	-	100	-	100
50 mm (2")	-	-	-	100	95 - 100	100	95 - 100
37,5mm (1½")	-	-	100	95 - 100	-	90 - 100	35 - 70
25,0mm (1")	-	100	95 - 100	-	35 - 70	20 - 55	0 - 15
19,0mm (¾")	100	95 - 100	-	35 - 70	-	0 - 15	-
12,5 mm (½")	95 - 100	-	25 - 60	-	10 - 30	-	0 - 5
9,5 mm (3/8")	40 - 70	20 - 55	-	10 - 30	-	0 - 5	-
4,75 mm (N° 4)	0 - 15	0 - 10	0 - 10	0 - 5	0 - 5	-	-
2,36 mm (N° 8)	0 - 5	0 - 5	0 - 5	-	-	-	-

Fuente: Manual de Suelos y pavimentos



La gradación del agregado grueso deberá satisfacer la siguiente franja, según se especifique en los documentos del proyecto o apruebe el Supervisor.

Figura III-24: Agregado grueso.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSV A

Figura III-25: Ensayo de Abrasión LOS ANGELES del agregado grueso.

SUPERVISION		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				Código																																																																																																																	
		FORMATO				Revisión																																																																																																																	
						Aprobado																																																																																																																	
CONTRATISTA		ABRACION LOS ANGELES				ENTIDAD																																																																																																																	
CONSORCIO VIAL DEL SUR		(MTC E-207 / ASTM C-131, C-535 / AASTHO T-96)																																																																																																																					
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Código Ensayo N° :	A. G -Tambo - 01																																																																																																																	
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500																																																																																																																						
Muestra :	Agregado Grueso	Planta Concreto :	84+410		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.																																																																																																																	
Procedencia:	Acopio	Acceso Planta :	600 Mts	Fecha :	7/02/2018	Ing. Control Calidad : -																																																																																																																	
Acopio:	84+410.0 L.I	Cantera:	Rio Tambo		Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Muestra</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Pasa Tamiz</th> <th colspan="2">Retenido en Tamiz</th> <th colspan="3">PESOS Y GRANULOMETRIAS (grs) GRADACION</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>pulg.</th> <th>mm</th> <th>pulg.</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>37.500</td> <td>1 1/2"</td> <td>25.000</td> <td>1"</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>25.000</td> <td>1"</td> <td>19.000</td> <td>3/4"</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>19.000</td> <td>3/4"</td> <td>12.500</td> <td>1/2"</td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12.500</td> <td>1/2"</td> <td>9.500</td> <td>3/8"</td> <td>2500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9.500</td> <td>3/8"</td> <td>6.300</td> <td>1/4"</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.300</td> <td>1/4"</td> <td>4.750</td> <td>N° 04</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.750</td> <td>N° 4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Peso Total</td> <td>5000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Perdida despues del ensayo</td> <td>889</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Peso Obtenido</td> <td>4111</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">N° de Esferas</td> <td>12</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Peso de las Esferas</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Porcentaje Obtenido</td> <td>17.8</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								Muestra				1	2	3	Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		PESOS Y GRANULOMETRIAS (grs) GRADACION			mm	pulg.	mm	pulg.	A	B	C	37.500	1 1/2"	25.000	1"				25.000	1"	19.000	3/4"				19.000	3/4"	12.500	1/2"	2500			12.500	1/2"	9.500	3/8"	2500			9.500	3/8"	6.300	1/4"				6.300	1/4"	4.750	N° 04				4.750	N° 4						Peso Total				5000			Perdida despues del ensayo				889			Peso Obtenido				4111			N° de Esferas				12			Peso de las Esferas							Porcentaje Obtenido				17.8		
Muestra				1	2	3																																																																																																																	
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		PESOS Y GRANULOMETRIAS (grs) GRADACION																																																																																																																			
mm	pulg.	mm	pulg.	A	B	C																																																																																																																	
37.500	1 1/2"	25.000	1"																																																																																																																				
25.000	1"	19.000	3/4"																																																																																																																				
19.000	3/4"	12.500	1/2"	2500																																																																																																																			
12.500	1/2"	9.500	3/8"	2500																																																																																																																			
9.500	3/8"	6.300	1/4"																																																																																																																				
6.300	1/4"	4.750	N° 04																																																																																																																				
4.750	N° 4																																																																																																																						
Peso Total				5000																																																																																																																			
Perdida despues del ensayo				889																																																																																																																			
Peso Obtenido				4111																																																																																																																			
N° de Esferas				12																																																																																																																			
Peso de las Esferas																																																																																																																							
Porcentaje Obtenido				17.8																																																																																																																			
OBSERVACIONES :																																																																																																																							

Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

El desgaste del agregado grueso en la máquina de Los Ángeles (norma de ensayo MTC E 207) no podrá ser mayor de cuarenta por ciento (40%).

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Retenido Tamiz N}^\circ 12}{\text{Peso Inicial}} * 100$$

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{5000 \text{ gr.} - 4111 \text{ gr.}}{5000 \text{ gr.}} * 100$$

$$\% \text{ Desgaste} = 17.8 \%$$

En nuestro caso el elemento tiene un porcentaje de abrasión del 17.8 % por tanto dicho material no se desgasta tan profundamente.

Figura III-26: Las 12 esferas que se coloca dentro de la máquina.





Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA

Figura III-27: Máquina de Abrasión de Los Angeles.



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA



Figura III-29: Ensayo para hallar el % de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

SUPERVISION		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO					Código					
		FORMATO					Revisión					
CONTRATISTA		PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS					Aprobado					
CONSORCIO VIAL DEL SUR		(MTC E-221 / ASTM D-4791)					Página : 1 de 1					
		ENTIDAD										
Obra :		Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :		A. G -Tambo - 01				
Tramo :		Tramo II: Km 35+000 - 153+500										
Muestra :		Agregado Grueso		Planta Concreto :		84+410		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.			
Procedencia :		Acopio		Acceso Planta :		600 Mts		Ing. Control Calidad :	-			
Acopio :		84+410.0 L.J		Cantera :		Rio Tambo		Fecha :	7/02/2018			
								Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.			
Material		Agregado Grueso		Chatas			Alargadas			Ni Chatas, Ni Alargadas		
Tamiz	Abertura	Peso de Fraccion D	% Retenido B	Peso E	(%) F= $((E/D)*100)$	% Corregido G=F*B	Peso E	(%) F= $((E/D)*100)$	% Corregido G=F*B	Peso E	(%) F= $((E/D)*100)$	% Corregido G=F*B
(pulg)	(mm)											
2"	50.800											
1 1/2"	37.500											
1"	25.400											
3/4"	19.000	8115	35.6	171	2.1	0.7	23	0.3	0.1	7921	97.6	34.7
1/2"	12.700	11834	51.9	398	3.4	1.8	192	1.6	0.8	11244	95	49.3
3/8"	9.520	2844	12.5	94	3.3	0.4	170	6	0.8	2580	90.7	11.3
Total		22793	100.0			2.9			1.7			95.3
Resultados:												
Peso Total de la Muestra						(gr)	22793.0					
Particulas Chatas y Alargadas						(%)	4.6					
OBSERVACIONES : Relacion Espesor/Longitud 1:5												

Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.



El porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso procesado, determinados según la norma MTC E 221, no deberán ser mayores de quince por ciento (15%). Para concretos de $f_c > 210 \text{ Kg/cm}^2$, los agregados deben ser 100% triturados.

Figura III-30: Ensayo para la gravedad específica y absorción del agregado grueso.

SUPERVISION		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				Código		
		FORMATO				Revisión		
						Aprobado		
CONTRATISTA		GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN				ENTIDAD		
CONSORCIO VIAL DEL SUR		(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)						
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Código Ensayo N° :	A. G -Tambo - 01		
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500							
Muestra :	Agregado Grueso	Planta Concreto :	84+410		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.		
Procedencia:	Acopio	Acceso Planta :	600 Mts	Fecha :	7/02/2018	Ing. Control Calidad : -		
Acopio:	84+410.0 L.I	Cantera:	Rio Tambo		Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.		
DATOS					1	2	3	4
1	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B)		gr.	1090	1141.9	1001.4		
2	Peso de la canastilla dentro del agua		gr.					
3	Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua		gr.	686.3	718.8	630.7		
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)		gr.	686.3	718.8	630.7		
5	Peso de la tara		gr.					
6	Peso de la tara + muestra seca		gr.	1078.7	1129.6	991.3		
7	Peso de la muestra seca (A)		gr.	1078.7	1129.6	991.3		
RESULTADOS								PROMEDIO
8	Peso Especifico de masa seco A/(B-C)			2.672	2.670	2.674		2.685
9	Peso Especifico de masa saturada superf. seco (bulk) B/(B-C)			2.700	2.699	2.701		2.700
10	Peso especifico aparente A/(A-C)			2.749	2.750	2.749		2.749
11	Porcentaje de absorción (B-A)*100/A		%	1.05	1.09	1.02		1.05
OBSERVACIONES :								



Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Figura III-31: Ensayo para determinar % de las caras fracturadas del agregado grueso.

SUPERVISION		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			Código			
		FORMATO			Revisión			
					Aprobado			
CONTRATISTA		CARAS FRACTURADAS			ENTIDAD			
CONSORCIO VIAL DEL SUR		(MTC E-210 - ASTM D-5821)						
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Codigo Ensayo N° :	A. G - Tambo - 01		
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500							
Muestra :	Agregado Grueso	Planta Concreto :	84+410		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.		
Procedencia:	Acopio	Acceso Planta :	600 Mts		Fecha :	7/02/2018		
Ing. Control Calidad :	-							
Acopio:	84+410.0 L.I	Cantera:	Rio Tambo		Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.		
A.- CON UNA CARA FRACTURADA								
Tamaño Maximo del Agregado		Agregado Grueso			D	E	F	G
		Peso Retenido	% Retenido	% que Pasa				
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	(A)	(B)	⊙	(gr)	(gr)	((E/D)*100)	F * B
1 1/2"	1"	475	3.1	96.9	2200	1883.0	85.6	266.5
1"	3/4"	4566	29.9	70.1	8115	7274.0	89.6	2682.9
3/4"	1/2"	6553	43.0	57.0	11834	9618.0	81.3	3491.3
1/2"	3/8"	3661	24.0	76.0	2844	2165.0	76.1	1826.9
TOTAL		15255	100.0					8267.6
Porcentaje con una Cara Fracturada		Total G	82.7					
		Total B						
B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS								
Tamaño Maximo del Agregado		Agregado Grueso			D	E	F	G
		Peso Retenido	% Retenido	% que Pasa				
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	(A)	(B)	⊙	(gr)	(gr)	((E/D)*100)	F*B
1 1/2"	1"	475	3.1	96.9	2200	1587.0	72.1	224.6
1"	3/4"	4566	29.9	70.1	8115	6412.0	79.0	2365.0
3/4"	1/2"	6553	43.0	57.0	11834	9378.0	79.2	3404.1
1/2"	3/8"	3661	24.0	76.0	2844	2124.0	74.7	1792.3
TOTAL		15255	100.0					7786.0
Porcentaje con una Cara Fracturada		Total G	77.9					
		Total B						
OBSERVACIONES :								
D - Peso de la muestra requerida								
E - Peso del material con caras fracturadas								
F - Porcentajes de caras fracturadas								

Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Figura III-32: Ensayo de durabilidad del agregado grueso.

SUPERVISION		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				Código			
		FORMATO				Revisión			
						Aprobado			
CONTRATISTA		DURABILIDAD DE AGREGADOS				ENTIDAD			
CONSORCIO VIAL DEL SUR		(MTC E-209 / ASTM C-88 / AASTHO T-104)							
Obra :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa				Código Ensayo N° :	A. G -Tambo - 01			
Tramo :	Tramo II: Km 35+000 - 153+500								
Muestra :	Agregado Grueso	Planta Concreto :	84+410		Ing. Responsable :	Percy Quispe S.			
Procedencia:	Acopio	Acceso Planta :	600 Mts		Fecha :	7/02/2018			
Acopio:	84+410.0 L.I	Cantera:	Rio Tambo		Jefe Laboratorio :	Clyder Jaen Q.			
AGREGADO GRUESO									
Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Perdida		Escalonado Original	Perdida Corregida
						Peso	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	5000 +/- 300	1						
1"	3/4"	5000 +/- 300	2	613.0	579.6	33.4	5.45	21.27	1.159
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	805.0	779.0	26.0	3.23	30.52	0.986
1/2"	3/8"	670 +/- 10	4	410.0	396.0	14.0	3.41	17.05	0.582
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	388	370.0	18.0	4.6	27.1	4.9
TOTALES								95.9	7.60%
OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio									

Fuente: Laboratorio de suelos y pavimentos CSVA.

Las pérdidas de ensayo de solidez (norma de ensayo MTC E 209), no podrán superar el doce por ciento (12%) o dieciocho por ciento (18%), según se utilice sulfato de sodio o de magnesio, respectivamente. Como se puede apreciar en los resultados del ensayo el porcentaje de durabilidad está dentro del rango permitido por la norma, que vendría a ser 7.60 %.

Figura III-33. Agregado grueso sumergido en sulfato de magnesio.



Fuente: Laboratorio del CSVA


e. Obtención de resistencia a la compresión

Tabla III-5. Características para el diseño de concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

9.0 bolsas de cemento IP Yura+ Aditivo Sikament 306 (1.5%) + Plastiment TM-12 (0.1%)				
Slump 6"-7"				
Cantera Rio Tambo				
				52% piedra
Arena Natural	70%		Mezcla	
Arena chancada	30%			48% Arena
Piedra chancada	-			
Cemento	27533	gr		
Agregado Grueso	65853	gr.	a/c =	0.523
Agregado fino	61318	gr.	Agua=	200 Lt
Agua	13892	gr.		
Sikament 306	413.0	gr.		
Plastiment TM-12	27.5	gr.		
T° Ambiente	24.9	°C		
T° agua	25.5	°C		
T° Agregado grueso	22.8	°C		
T° Agregado fino	25.4	°C		
T° cemento	52.2	°C		
T° concreto	26.7	°C		
Slump	7 1/2"			
Hora inicio	12:10			
Hora final	12:50			

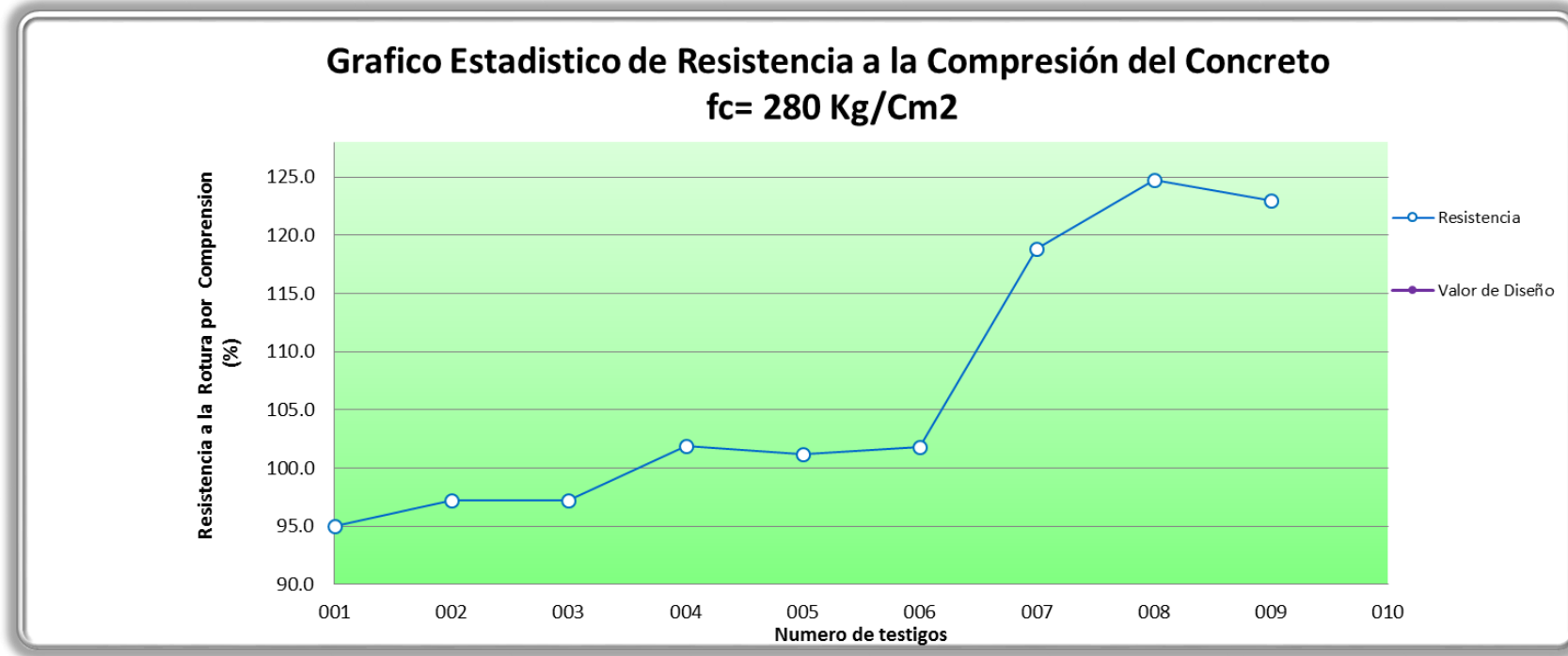
Fuente: propia

Tabla III-6. Reporte de ensayo de compresión con concreto F'C=280 Kg/cm2.

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa Tramo II: Km 35+000 - 153+500				CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA 																			
REPORTE ENSAYOS DE COMPRESIÓN CONCRETO F'C - 280 KG/CM2 ASTM C-617																							
N°	N°	Fecha		Elemento	Tipo de Concreto	N° Bolsas de cemento x m3	Tipo de cemento	Aditivos			Edad (días)	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm2)	Resisten. Kg./cm2	% Resisten.	Promedio en %	Resis. 28 días (%)	TEMP ° C	OBS			
		Diseño	Testigo					Moldeo	Rotura	%											%	%	
001	001	9-Feb-18	16-Feb-18	Capas de concreto Whitetopping	280	9.0	Yura IP				7	7 1/2"	48127	181.0	265.9	95.0							
	002	9-Feb-18	16-Feb-18		280	9.0					7	"	49258	181.0	272.1	97.2	96.5						
	003	9-Feb-18	16-Feb-18		280	9.0					7	"	49270	181.0	272.2	97.2							
	004	9-Feb-18	23-Feb-18		280	9.0		SIKAMENT	PLASTIMENT		14	"	51650	181.0	285.4	101.9							Arena Natural= 70 % Arena chancada= 30 % Piedra Chancada *
	005	9-Feb-18	23-Feb-18		280	9.0		306	TM-12	-	14	"	51272	181.0	283.3	101.2	101.6		28				Mezcla Piedra = 52% Arena= 48 % * Cantera
	006	9-Feb-18	23-Feb-18		280	9.0		1.50%	0.10%		14	"	51580	181.0	285.0	101.8							
	007	9-Feb-18	9-Mar-18		280	9.0					28	"	60243	181.0	332.8	118.9							Rio Tambo Km.
	008	9-Feb-18	9-Mar-18		280	9.0					28	"	63239	181.0	349.4	124.8	122.2	122.2					84+410
	009	9-Feb-18	9-Mar-18		280	9.0					28	"	62345	181.0	344.4	123.0							

Fuente: Laboratorio de CSVA

Figura III-34: Gráfico del porcentaje de resistencias a la compresión del concreto F'c=280 Kg/cm2.

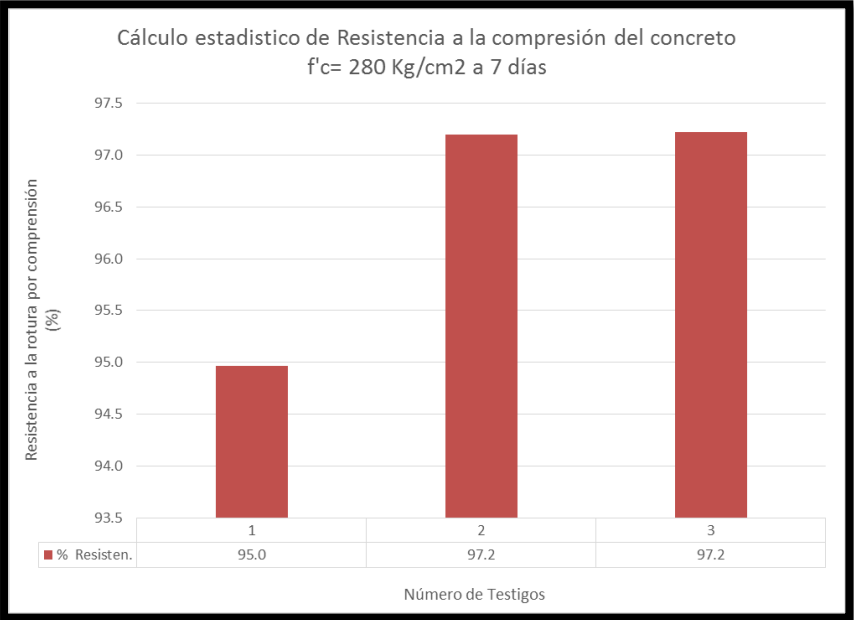


Fuente: Laboratorio de CSVA

Según la Grafica N° 35; se puede observar las resistencias del concreto F'C= 280 kg/cm2 para las capas de concreto whitetopping que cumplen con el porcentaje de resistencia minimas que requiere la norma, ya que a los 28 dias que se realizo las roturas se

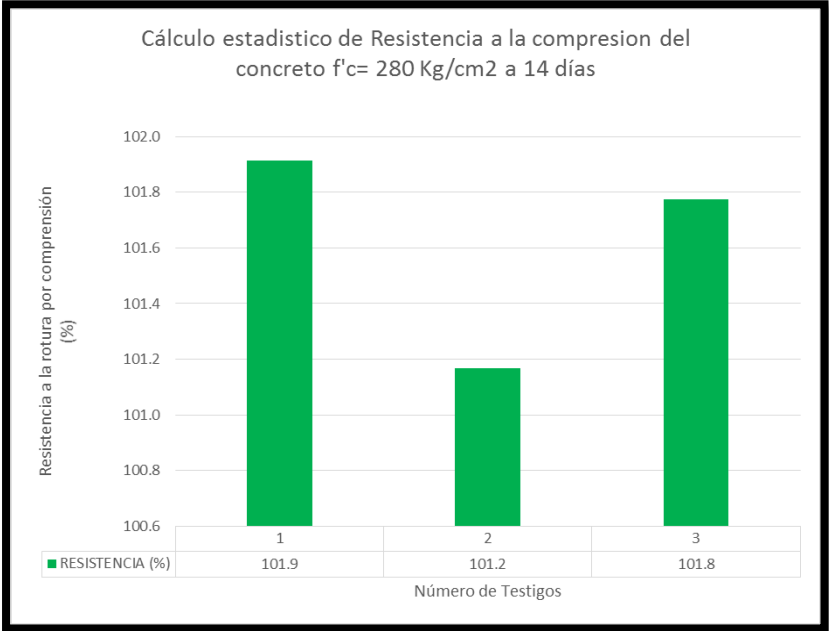
obtuvo un porcentaje igual a 122.2% de resistencia, cifra que supera el 100% ; asimismo, en la tabla N° 32, 33 y 34 se puede ver las resistencias que se obtuvieron a los 7, 14 y 28 días.

Figura III-36: Porcentaje de resistencia a la compresión F'C= 280 kg/cm2 a los 7 días.



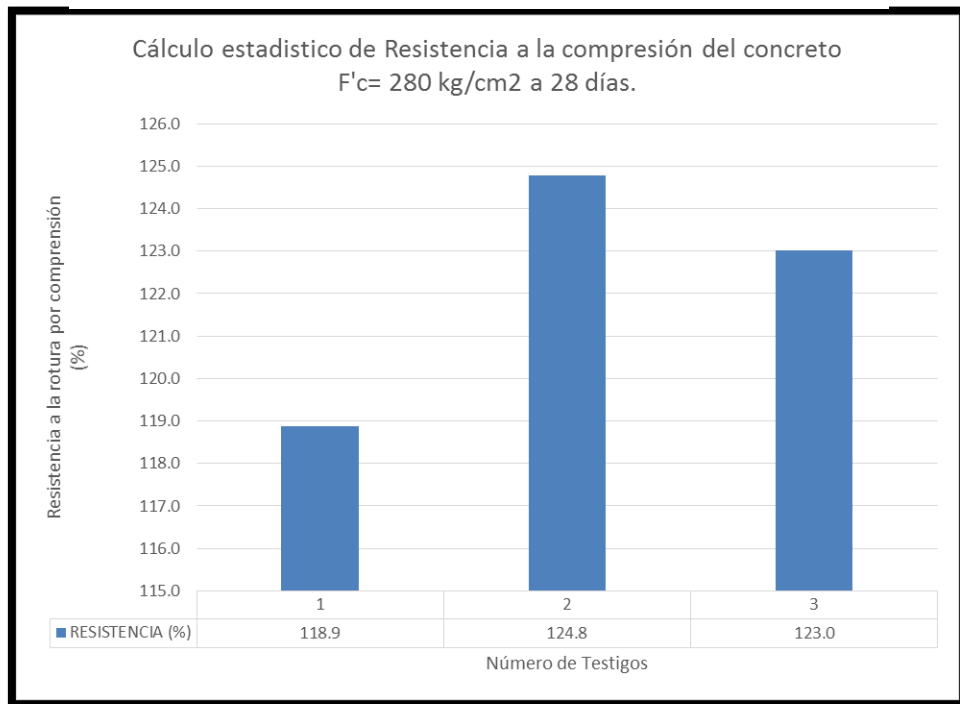
Fuente: propia

Figura III-35: Porcentaje de resistencia a la compresión F'C= 280 kg/cm2 a los 14 días.



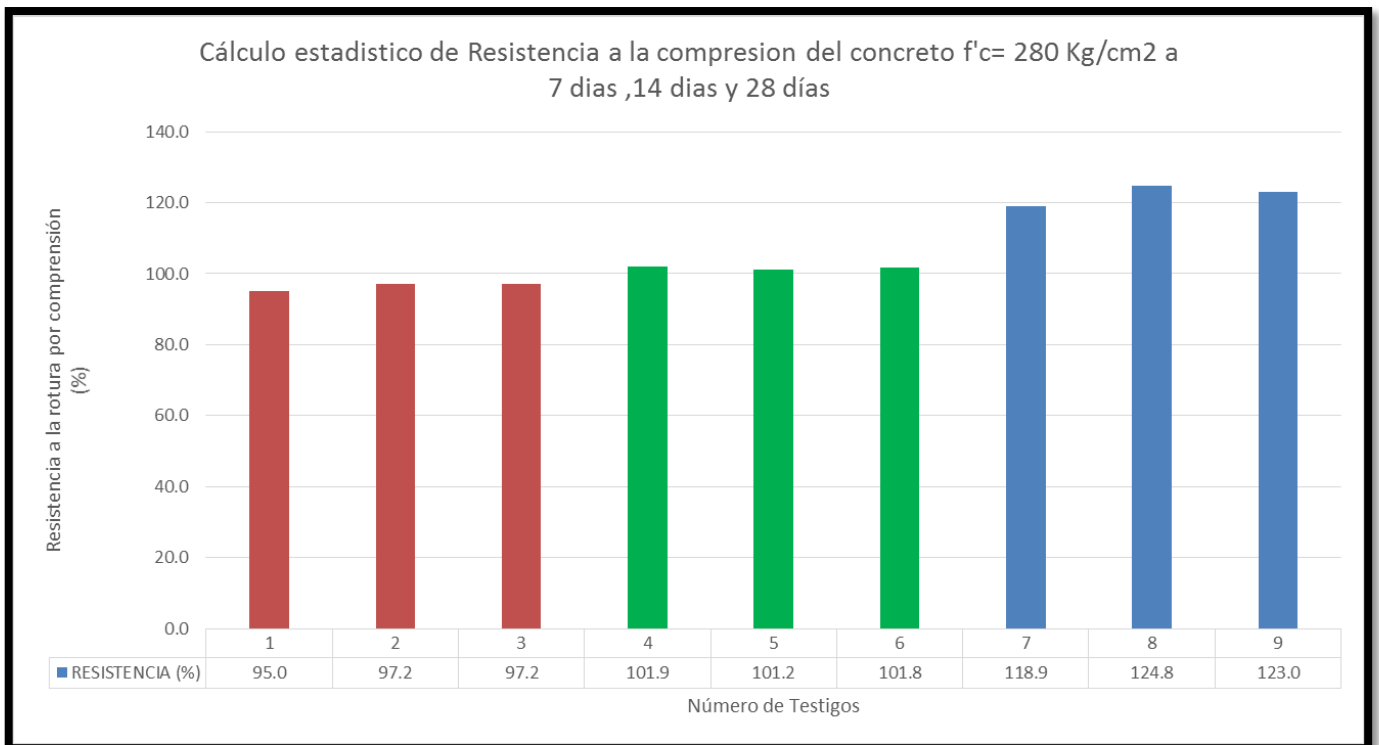
Fuente: propia

Figura III-37: Porcentaje de resistencia a la compresión $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.



Fuente: propia

Figura III-38: Resistencia a la compresión del concreto $F'C= 280 \text{ kg/cm}^2$ (7 días, 14 días y 28 días)



Fuente: propia

En la figura III-39 se muestra el resumen de las roturas el cual a 7 días debe ser mayor al 70 %, su % resistencia. Si no cumple el % requerido por la norma el de 7 días entonces la rotura de 28 deberá cumplir de forma estricta, caso contrario se volverá a diseñar, en este caso según los resultados han cumplido los porcentajes de resistencia a los 7, 14 y 28 días.

Figura III-39: Los agregados dentro al trompo mezclador.



Fuente: Laboratorio de CSVA

Figura III-40: Vaciado de la mezcla al bugui.



Fuente: Laboratorio de CSVA

Figura III-41: Temperatura del concreto.



Figura III-42: Ensayo de asentamiento (SLUMP).



Fuente: Laboratorio de CSVA

Figura III-43: Se coloca 3 capas de concreto.



Fuente: Laboratorio de CSVA

Figura III-44: Por cada se chusea 25 golpes.



Fuente: Laboratorio de CSVA

Figura III-45: se golpea de 10 a 15 por cada capa.



Fuente: Laboratorio de CSVA

Figura III-46: Se nivela los moldes.



Fuente: Laboratorio de CSVA

Figura III-47: Poza de curado.



Fuente: Laboratorio de CSVA

f. Obtención del módulo de rotura del concreto $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla III-7. M_r máximo según el tipo de concreto.

Mr minimo $Mr = 1.99 * \sqrt{f'c}$		
Tipo de concreto (Kg/cm2)	Modulo de rotura (kg/cm2)	Modulo de rotura (psi)
100	19.0	270.24
140	22.5	319.76
175	25.1	357.50
210	27.5	391.62
280	31.8	452.20
350	35.5	505.58
420	38.9	553.83

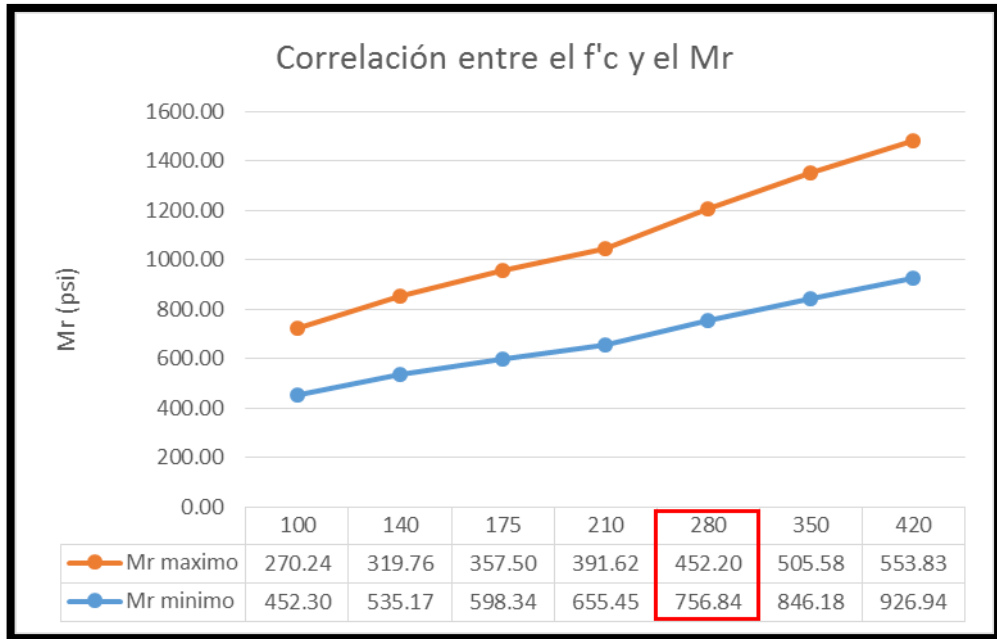
Fuente: propia

Tabla III-8. M_r mínimo según el tipo de concreto.

Mr maximo $Mr = 3.18 * \sqrt{f'c}$		
Tipo de concreto (Kg/cm2)	Modulo de rotura (kg/cm2)	Modulo de rotura (psi)
100	31.8	452.30
140	37.6	535.17
175	42.1	598.34
210	46.1	655.45
280	53.2	756.84
350	59.5	846.18
420	65.2	926.94

Fuente: propia

Figura III-48: Correlación entre el F'c y el Mr.



Fuente: propia

Como se puede observar según el Manual de Carreteras: Suelo, Geología, geotecnia y pavimentos. 2013. Hace referencia para el cálculo del módulo de rotura (Mr) del concreto, pero lo ideal sería realizar ensayos de viga, por falta de tiempo y presupuesto no se llegó a determinar mediante ensayos, pero se utilizó el manual para calcular el Mr, los resultados máximos y mínimos según norma son los siguientes: para concreto de 280 son 756.85 PSI y 452.20 PSI respectivamente.

Objetivo Específico 3: Determinar el costo al rehabilitar pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en comparación con el asfalto convencional en la Calle Moquegua, distrito de Omate.

g. Obtención del análisis del precio unitario de concreto F'C= 280 Kg/cm²

Tabla III-9. Análisis de precios unitarios de colocación de concreto F'C=280 kg/cm².

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	202155	REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS CON LA APLICACIÓN DE CAPAS DE CONCRETO WHITETTOPING.						
Subpresupuesto	001	PAVIMENTOS	Fecha presupuesto					5/6/2018
Partida	503.C	CONCRETO CLASE C (F'C=280 Kg/cm ²)						
Rendimiento	und/DIA	18.0000	EQ.	18.0000	Costo unitario directo por m3	438.83		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.2222	24.36	5.41		
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	18.74	24.99		
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	15.56	20.75		
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.6667	14.00	37.33		
						88.48		
Materiales								
0201050009	LUBRICANTES, GRASAS Y FILTROS	%eq		5.0000	6.91	0.35		
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 Kg)	bol		11.5000	19.00	218.50		
02221800010015	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	gal		0.1900	13.74	2.61		
0222280001	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	kg		0.2200	8.01	1.76		
						223.22		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	88.48	4.42		
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 150"	hm	1.0000	0.4444	5.52	2.45		
03012900030006	MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP 11.12 P	hm	1.0000	0.4444	10.04	4.46		
						11.33		
Subcontratos								
010102020103	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1800	45.42	8.18		
010420020111	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m3		1.0000	51.72	51.72		
010451010513	ARENA CHANCADA PARA CONCRETO	m3		0.5000	59.79	29.90		
010716010401	PIEDRA CHANCADA PARA CONCRETO	m3		0.7500	34.66	26.00		
						115.80		

Fuente: propia

Tabla III-10. Imprimación Asfáltica.

Presupuesto	202155	REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS CON LA APLICACIÓN DE CAPAS DE CONCRETO WHITETTOPING.					
Subpresupuesto	001	PAVIMENTOS				Fecha presupuesto	5/6/2018
Partida	416.A	IMPRIMACION ASFALTICA					
Rendimiento	m2/DIA	4,500.0000	EQ. 4,500.0000	Costo unitario directo por m2	0.82		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.2222	24.36	0.04	
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.6667	14.00	0.15	
						0.19	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.19	0.01	
010420060207	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0018	104.33	0.19	
010420060235	MINI CARGADOR 70 HP 0.5 yd3	hm	1.0000	0.0018	60.31	0.11	
010420060251	CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2.000 Glns	hm	1.0000	0.0018	97.27	0.18	
						0.49	
Subpartidas							
010451010508	ARENA ZARANDEADA	m3		0.0050	27.24	0.14	
						0.14	

Fuente: propia

Tabla III-11. Pavimento de Concreto Asfáltico.

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	202155	REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS CON LA APLICACIÓN DE CAPAS DE CONCRETO WHITETTOPING.					
Subpresupuesto	001	PAVIMENTOS				Fecha presupuesto	5/6/2018
Partida	423.A	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE (MAC)					
Rendimiento	m3/DIA	289.0000	EQ. 289.0000	Costo unitario directo por m3	168.85		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0277	24.36	0.67	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0277	18.74	0.52	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0277	15.56	0.43	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0830	14.00	1.16	
						2.78	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.78	0.14	
010420060216	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 105 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0277	188.63	3.57	
010420060237	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9.6 ton	hm	1.0000	0.0277	129.50	3.59	
010420060238	RODILLO TANDEM VIB. AUTOPROPULSADA 130 HP 11ton	hm	1.0000	0.0277	188.63	5.23	
						12.53	
Subcontratos							
010304021102	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m3		1.3000	118.11	153.54	
						153.54	

Fuente: propia

Tabla III-12 Corte a nivel de sub rasante (APU).

Presupuesto	202155	REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS CON LA APLICACIÓN DE CAPAS DE CONCRETO WHITETTOPING.						
Subpresupuesto	001	PAVIMENTOS FLEXIBLE					Fecha presupuesto	5/6/2018
Partida	416.A	CORTE HASTA EL NIVEL DE SUBRASANTE						
Rendimiento	m3/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por m2	6.40		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	18.17	0.07		
0147010002	PEON	hh	1.0000	0.0400	14.14	0.57		
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.8000	11.35	0.91		
1.55								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.55	0.05		
0349040032	TRACTOR DE ORUGAS DE 105-135 HP	hm	1.0000	0.0400	120.00	4.80		
4.85								

Tabla III-13 Base Granular (APU)

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	202155	REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS CON LA APLICACIÓN DE CAPAS DE CONCRETO WHITETTOPING.						
Subpresupuesto	001	PAVIMENTOS					Fecha presupuesto	5/6/2018
Partida	423.A	BASE GRNULAR e=20 m.						
Rendimiento	m3/DIA	400.0000	EQ.	400.0000	Costo unitario directo por m3	13.85		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0200	18.17	0.04		
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	14.14	0.28		
0147010003	OFICIAL	hh	6.0000	0.1200	12.40	1.49		
1.81								
Materiales								
0205000042	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3		0.2100	17.00	3.57		
2390500000	AGUA	m3		0.2790	1.85	0.52		
4.09								
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.81	0.05		
0348040001	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	1.0000	0.0200	91.10	1.82		
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 10'-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0200	70.20	1.40		
0349030018	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 127 HP 8-23 ton	hm	1.0000	0.0200	118.95	2.38		
0349090000	MOTONIVEADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0200	115.20	2.30		
7.95								

Tabla III-14 Preparación de la sub rasante c/motoniveladora (APU).

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	202155	REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS CON LA APLICACIÓN DE CAPAS DE CONCRETO WHITETTOPING.						
Subpresupuesto	001	PAVIMENTOS					Fecha presupuesto	5/6/2018
Partida	416.A	PREPARACIÓN DE LA SUB RASANTE C/MOTONIVELADORA						
Rendimiento	m2/DIA	1,000.0000	EQ.	1,000.0000	Costo unitario directo por m2	2.70		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0080	18.17	0.01		
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0080	14.14	0.11		
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0320	11.35	0.36		
						0.48		
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.48	0.01		
0348120001	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122 HP 1,500 gl	hm	1.0000	0.0600	91.10	0.73		
0349030007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0600	70.20	0.56		
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0600	115.20	0.92		
						2.22		

Tabla III-15: Presupuesto del concreto hidráulico.

PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO				
Ítem	Unid.	Metrado	Precio	Precio Parcial
concreto F'c= 280 kg/cm2	m3	144	438.83	63191.52

Fuente: Propio

Tabla III-16: Presupuesto del pavimento asfaltico.

PAVIMENTO FLEXIBLE (ASFALTO)				
Ítem	Unid.	Metrado	Precio	Precio Parcial
Preparación de la sub rasante c/motoniveladora	m2	720	2.70	1944
Corte hasta el nivel de sub rasante c/Equipo	m3	144	8.34	1200.96
Corte hasta el nivel de sub rasante	m2	720	6.40	4608
Sub base granular e=0.20 m	m3	144	13.86	1995.84
Base granular e=0.20 m	m3	144	13.86	1995.84
Barrido para Imprimación asfáltica	m2	720	0.56	403.2
Imprimación asfáltica	m2	720	0.82	590.4

Riego de Liga	m2	720	2.98	2145.6
Concreto asfáltico en caliente (MAC)	m3	54	168.85	9117.9
				24001.74

Fuente: Propio

Longitud del tramo de prueba= 100 m
 Espesor de capas de concreto= 0.20 m
 Espesor de la carpeta asfáltica= 0.75 m
 Ancho de la vía= 7.20 m

Como se puede apreciar en los resultados de la tabla III-15 y III-16 según el análisis de precios unitarios, el precio al aplicar capas de concreto saldría costoso al inicio. Pero como se dijo líneas anteriores, por pavimento rígido sabemos que tiene mayor duración de vida útil.

IV. DISCUSSION

Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi1: La deformación vertical óptima garantiza la colocación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate”. En este sentido, Balarezo Z. en su tesis “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento” en el año 2017 de tipo aplicada y diseño Descriptiva, tuvo como resultado después de realizar el análisis de la estructura del pavimento que la viga Benkelman es una herramienta que sigue vigente y su uso es importante para evaluar pavimentos (Deflectometría del pavimento) con un bajo costo. Asimismo CONREVIAl, sostiene que se debe tener en cuenta el factor de temperatura para evaluar la carpeta asfáltica y recomienda que se deban hacer las lecturas a 20° C a temperatura ambiente y lo más ideal sería en épocas de friaje ya que el asfalto estaría más rígido. Con respecto a la evaluación realizada para el desarrollo de esta tesis, se logró determinar que el pavimento flexible se encuentra en óptimas condiciones para rehabilitar con capas de concreto, esto gracias al uso de la viga Benkelman en el carril derecho y carril izquierdo, según la figura III-3 Y III-4; por otro lado con los valores de la deflexión a 25 cm del eje de la llanta trasera del camión viga se determina el radio de curvatura, el cual que tiene una relación directa con la deflexión. Para determinada deflexión, la deformación por tracción en las capas asfálticas depende de su espesor y de dicho Radio de Curvatura. Con ayuda del deflectograma, se puede parecer que las deflexiones son discontinuas en ese tramo del pavimento, esto puede ser a efecto de la edad del pavimento. Para este caso se logró determinar que su deflexión está en los parámetros permitidos, ya que las lecturas máximas de los diales en el carril derecho y el carril izquierdo fueron deflexiones de 68 mm, por lo tanto no llegó a su deflexión admisible que es 70 mm. En consecuencia Se acepta la hipótesis específica Hi1. Ya que los resultados fueron favorables para aplicar capas de concreto tomando como base la estructura del pavimento existente.

Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi2: La aplicación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping mejora el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico en la Calle Moquegua, distrito de Omate.”

Ramírez Rojas, Walter en su tesis “Estudio Comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible para las calles del sector VI C- El milagro Trujillo – La Libertad” en el año 2017 de tipo aplicada y diseño experimental, tuvo como resultado en su diseño del pavimento que se realizó con el

Método de AASHTO-93, la cual se apoyaron del “Manual de carreteras: Suelos y Pavimentos” que su módulo de rotura en un pavimento rígido es de 757 psi. Y que las roturas obtenidas cumplen con el porcentaje que pide la norma.

Según el Manual de Carreteras: Suelo, Geología, geotecnia y pavimentos. 2013. Sostiene que se pueden calcular el módulo de rotura utilizando lo estipulado en dicho manual pero que, lo más recomendable sería realizar ensayos de viga in situ.

Para determinar la resistencia a la compresión del concreto $F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ la norma ASTM C-617 indica que la resistencia del concreto a 7 días deberá ser como mínimo 70%, a 14 días deberá ser 90% como min, y a 28 días deberá superar el 100% la resistencia a la compresión.

En este sentido Se logró determinar que:

Resistencia a la compresión: según lo expuesto en las Figuras N° III-35, III-36, III-37, III-38 y III-39 donde se puede apreciar que los moldes de concreto $F'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ supera el 100% (% resistencia mínima según norma a 28 días) a los 14 días de rotura. Sin embargo, se puede decir lo mismo para los moldes de concreto $F'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ de 28 días, según la gráfica de la tabla N° 31 y 35 se puede observar que va aumentando su resistencia, pero está dentro de lo estipulado en la norma, en el cual, menciona que para los 28 días de rotura debe tener una resistencia de 100% a la compresión.

Módulo de rotura: según lo expuesto en las figuras , III-36, III-37y III-38 donde se puede apreciar el módulo de rotura, esto es calculado debido a que los pavimentos de concreto trabajan a flexión, por lo tanto se utiliza este parámetro del módulo de rotura. Para un máximo y mínimo a la ecuación AASHTO 93. En la figura III-49 se puede apreciar que los módulos de rotura van en aumento de acuerdo a las resistencias. Para este caso para un concreto de 280 Kg/cm^2 su M_r mínimo es 452.20 psi y su M_r máximo 756.84.

En consecuencia Se acepta la hipótesis específica Hi2 debido que si se tiene los resultados positivos en cuanto a las características mecánicas del concreto, entonces se garantizará el buen funcionamiento de la estructura del pavimento.

Según los resultados obtenidos en la hipótesis específica “Hi3: la aplicación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping inicialmente resulta costoso pero a la larga se reduce el precio en comparación con el asfalto convencional en la Calle Moquegua, distrito de Omate”.

Morales Olivares, Javier Paul en la tesis titulada “Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo”, en el año 2014. De tipo aplicada y diseño experimental, llegó a la conclusión que al realizar los mantenimientos en cortos periodos de tiempo a los pavimentos flexibles genera mayor gasto a comparación con el pavimento rígido, esto porque los mantenimientos son de periodos más prolongados que los pavimentos de hormigón.

Se logró determinar que la aplicación de capas de concreto tiene un costo inicial elevado con Respecto al pavimento asfáltico, debido al uso del concreto, pero que a la larga trae consecuencia positivas ya que a diferencia del asfalto convencional su mantenimiento es de tiempo prolongado en contraste con el asfalto que el mantenimiento es periódico, es decir en cortos periodos de tiempo.

En consecuencia Se acepta la hipótesis específica Hi3, debido a que el costo inicial sería costoso, pero que a la larga trae consecuencias positivas. Causando beneficios a nivel económico y social.

V.CONCLUSIONES

La conclusión que se obtuvo en la presente tesis está de acuerdo a los objetivos planteados, al marco teórico y a la y al uso que se dio a los instrumentos. Estas conclusiones serán descritas a continuación:

- **Conclusión 1:** En relación al objetivo específico 1 “OE1: Determinar la deformación vertical óptima que debe presentar el pavimento asfáltico existente para aplicar capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate – 2017”. Se logró determinar que el pavimento existente en la vía mencionada se encuentra en condiciones para la aplicación de capas de concreto, esto debido a la evaluación que se le realizó con la viga Benkelman que los brazos están en proporción de 1 en 4 dando como resultado lecturas por debajo de límite máximo permitido como se muestra en la figura 29 y 30. En los cuales se puede apreciar que la lectura máxima en ambos carriles fue de 68mm de deflexión.

Figura III-3: Deflectograma de la carpeta asfáltica del carril Derecho.

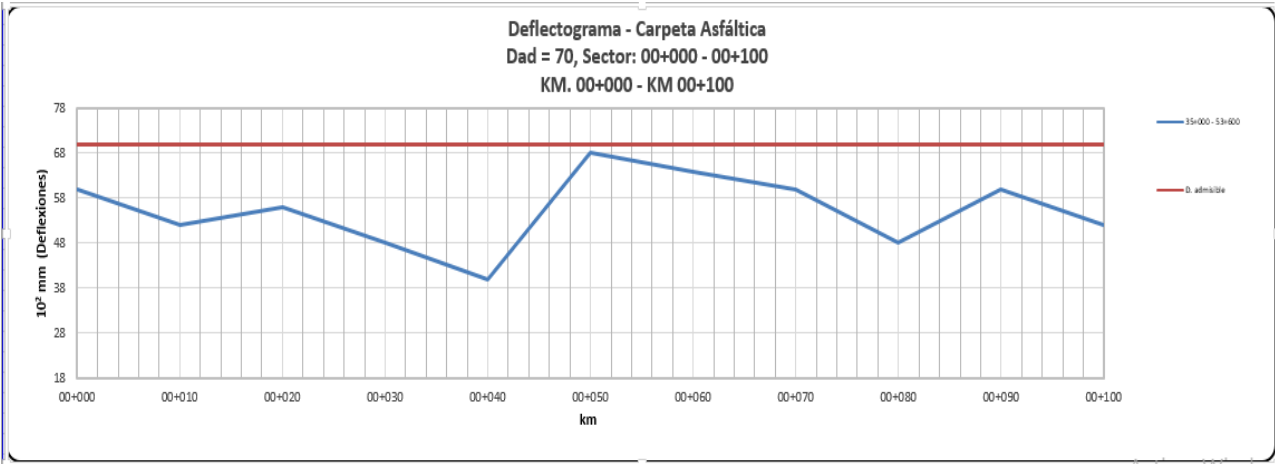
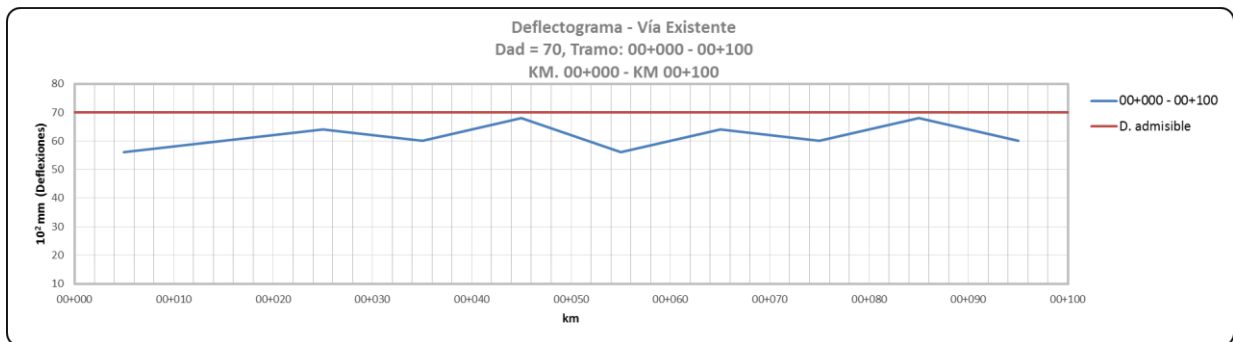
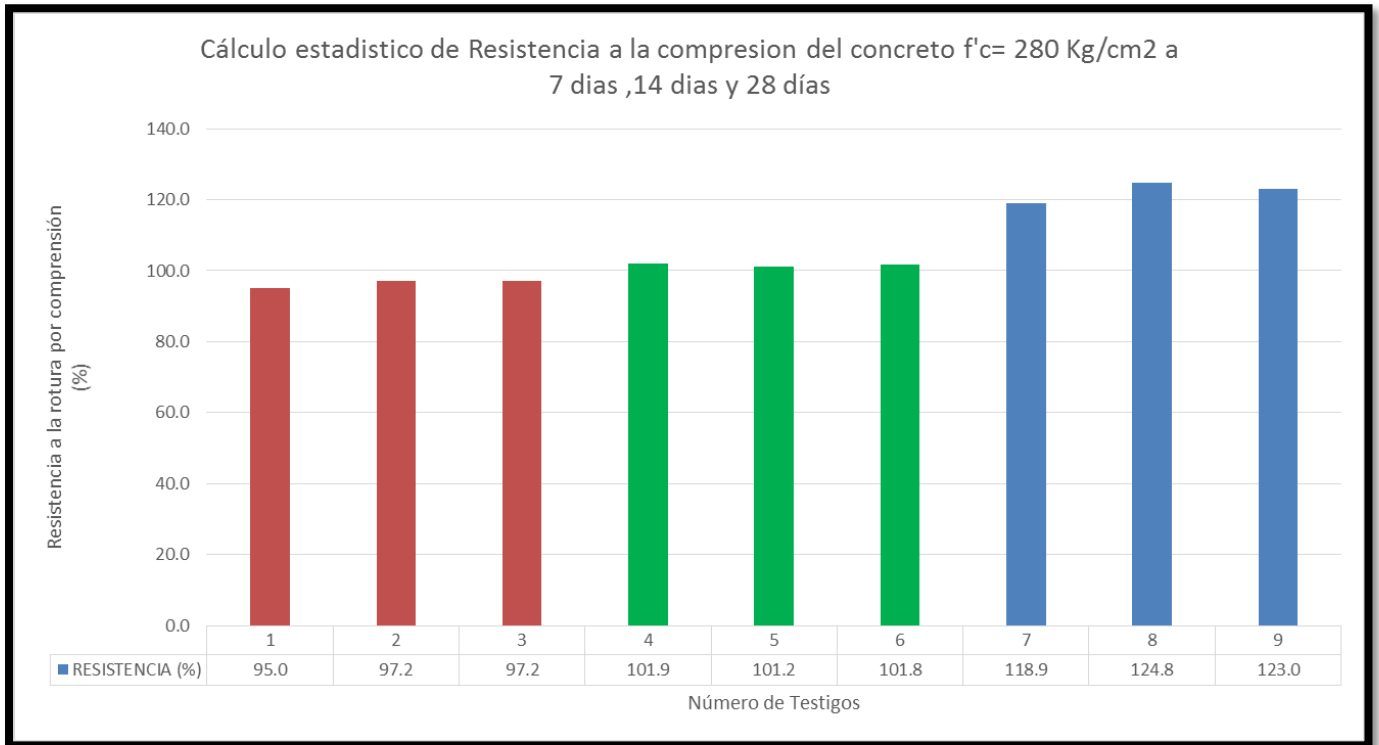


Figura III-4: Deflectograma de la carpeta asfáltica del Carril Izquierdo.



- **Conclusión 2:** En relación al objetivo específico 2 “OE2: Determinar la Mejora del comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate – 2017”, se logró determinar que:
 - **Resistencia a la compresión:** según lo expuesto en las, Figuras N° III-35, III-36, III-37, III-38 y III-39 donde se puede apreciar que los moldes de concreto F'C= 280 Kg/cm² supera el 100% (% resistencia mínima según norma a 28 días) a los 14 días de rotura. Sin embargo, se puede decir lo mismo para los moldes de concreto F'C= 280 Kg/cm² de 28 días, según la gráfica de la tabla N° III-35 se puede observar que va aumentando su resistencia, pero está dentro de lo estipulado en la norma, en el cual, menciona que para los 28 días de rotura debe tener una resistencia de 100% a la compresión.

Figura III-39: Resistencia a la compresión del concreto F'C= 280 kg/cm² (7 días, 14 días y 28 días)

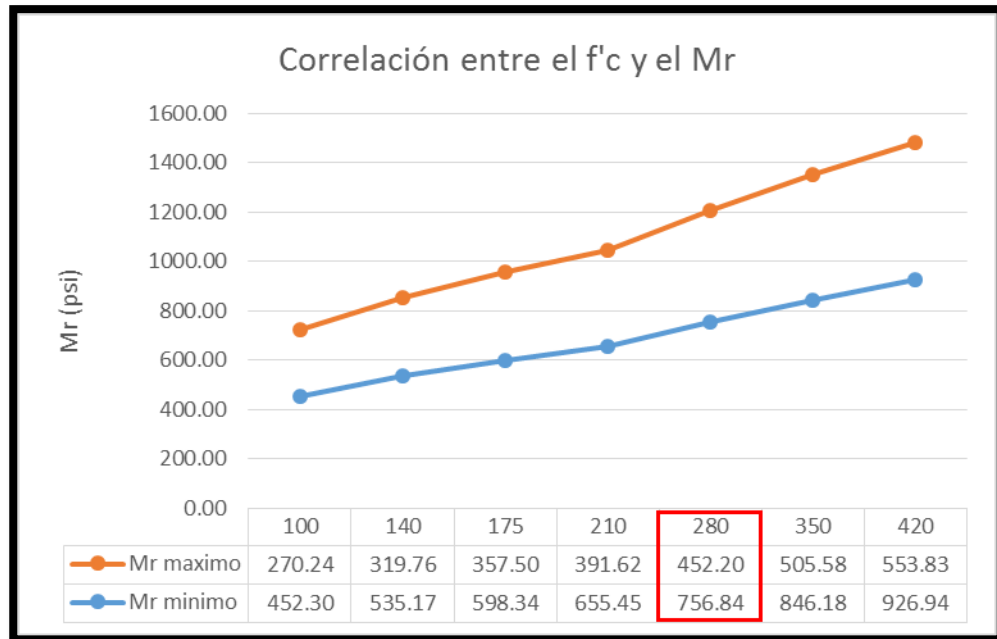


Fuente: propia

Como se puede observar en la figura III-39 los resultados de las roturas fueron favorables en 7, 14, y 28 días.

- **Módulo de rotura:** según lo expuesto en las figuras, III-36, III-37y III-38, donde se puede apreciar que el módulo de rotura, debido a que los pavimentos de concreto trabajan a flexión es que se utiliza este parámetro del módulo de rotura para un máximo y mínimo a la ecuación AASHTO 93. Por otro lado, los moldes de concreto F'C= 280 Kg/cm² van aumentando su módulo de rotura junto con las resistencias del concreto. Para este caso para un concreto de 280 Kg/cm² su Mr mínimo es 452.20 psi y su Mr máximo 756.84.

Figura III-49: Correlación entre el F'c y el Mr.



Fuente: propia

- **Conclusión 3:** En relación al objetivo específico 3 “OE3: Determinar el costo al rehabilitar pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en comparación con el asfalto convencional en la Calle Moquegua, distrito de Omate – 2017”, Se logró determinar que la aplicación de capas de concreto tiene un costo inicial elevado debido al uso del concreto, pero que a la larga trae consecuencia positivas ya que a diferencia del asfalto convencional su mantenimiento es de tiempo prolongado en contraste con el asfalto que el mantenimiento es periódico, es decir en cortos periodos de tiempo.

VI. RECOMENDACIONES

Para cumplir con los objetivos trazados es de suma importancia seguir los procedimientos indicados en la presente tesis.

- **Recomendación 1:** Es de suma importancia para lograr un análisis de costos completo para la ejecución de capas de concreto sobre pavimentos asfálticos.
- tener en cuenta que para su aplicación el asfalto no debe tener daños estructurales, es decir solo daños superficiales.
- Al principio resulta más caro la aplicación de capas de concreto para rehabilitar pavimentos asfálticos, debido a que se estaría realizando como un nuevo diseño de pavimento rígido, pero que a la larga traerá consecuencias positivas a nivel económico, se recomienda ahondar más el tema.
- Tener mucho cuidado al realizar la evaluación del pavimento existente ya que esto servirá como apoyo a las capas de concreto.
- **Recomendación 2:** se recomienda la profundización en el tema ya que no es de uso común en el Perú, pero que en el extranjero como los países avanzados se están realizando rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto, esto a causa que le otorga mayor vida útil al pavimento.
- **Recomendación 3:** Para cumplir con los objetivos de la implementación de mejora en el pavimento se debe aplicar el concreto hidráulico usando la técnica White ttoping, ya que una mala aplicación no sería lo adecuado para obtener los resultados esperados.
- **Recomendación 4:** antes de realizar la aplicación del pavimento hidráulico tipo White ttoping se deberá realizar un adecuado estudio de suelos y el medio ambiente donde será aplicado esta técnica, para descartar la presencia de los ácidos, sales y álcalis que son dañinos para el concreto.

- **Recomendación 5:** se deberá hacer un seguimiento al aplicar esta nueva técnica en territorio peruano, debido a que esta técnica se realizó en otros países y que en el Perú sería una novedad en la rehabilitación de capas de rodadura, por lo tanto al aplicar esta técnica se deberá constatar in situ la evolución del concreto hidráulico tipo whitetopping.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APOLINARIO, Edwin. Innovación del método vizir en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito. Tesis (Magister en ciencias). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. Disponible en http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1315/1/apolinario_me.pdf

ARIAS, Fidias. El Proyecto de Investigación. 6.ª ed. Caracas: Episteme, 2012. 143 pp.

ISBN: 9800785299

ARIAS, Tony y SARMIENTO, Juan. Análisis y diseño vial de la avenida Martir Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de lima. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015. Disponible en <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/528141/1/Tesis+Arias++Sarmiento.pdf>

BALVIN, Felix. Evaluacion del estado actual del pavimento flexible ubicado en el distrito de ayacucho provincia de huamanga departamento de ayacucho, Tesis (Bachiller en Ingeniería civil). Lima: Universidad Catolica los Angeles de Chimbote (ULADECH), 2013. Disponible en http://www.academia.edu/8548394/TRABAJO_PAVIMENTO_FLEXIBLE

CAMPOS, Jaime. Seguimiento y comparación del comportamiento de tramos con mezcla drenante, según zona geográfica y condiciones locales. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil). Chile: Universidad de Chile, 2008. Disponible en http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2008/campos_jc/sources/campos_jc.pdf

CRESPIN, Rafael, SANTA CRUZ, Ismael, TORRES, Pablo. Aplicación del Método Marshall y granulometría superpave en el diseño de mezclas asfálticas en caliente con asfalto clasificación grado de desempeño. Tesis (Ingeniero Civil), El Salvador: Universidad de el Salvador, 2012. Disponible en http://ri.ues.edu.sv/1796/1/TESIS_FULL_CORR.pdf

DE LA CRUZ, Janill. Caracterización de la adherencia en refuerzos de Ultra-Thin Whitetopping (UTW). Tesis (Magister en Ingeniería estructural y de la construcción), España: UPC BARCELONATECH, 2016. Disponible en [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/83867/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20adherencia%20en%20refuerzos%20de%20Ultra-Thin%20Whitetopping%20\(UTW\).pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/83867/Caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20adherencia%20en%20refuerzos%20de%20Ultra-Thin%20Whitetopping%20(UTW).pdf)

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6.ª ed. Ciudad de México: Mc Graw-Hill, 2014. 599 pp.

ISBN: 9781456223960

INICIARTE, Carmen. Análisis comparativo de métodos de diseño y construcción de pavimentos de concreto hidráulico según normas aplicadas en México, Reino Unido y España”. Tesis (Magister en Ingeniería civil – Construcción), México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2012. Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5180/Tesis.pdf?sequence=1>

LEIVA, Fabricio. Diseño de una estructura de pavimento perpetuo (caso de estudio de una ruta nacional en costa rica). Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2006. Disponible en http://www.lanamme.ucr.ac.cr/banco-de-informacion-digital-online/INFORMES/SIN%20FECHA/ESTRUCTURA_PAVIMENTO_PERPETUO.pdf

MALTEZ, Juan. Análisis comparativo de costos en la rehabilitación de pavimentos para carreteras. Tesis (Magister en administración financiera), Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. Disponible en http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_1731.pdf

MARTINEZ, Víctor. Una alternativa de interés. *Revista construcción y tecnología*. (273): 62-65, febrero 2011.

ISSN: 01877895

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Suelo, Geología, geotecnia y pavimentos. 2013. Disponible en http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. 2010. Disponible en <file:///C:/Users/SCARLETH/Downloads/CE.010PUrbanos.pdf>

MORALES, Víctor. Estudio de concretos de alta durabilidad. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7476/Tesis.pdf?sequence=1>

NUÑEZ, María. Las variables: estructura y función en la hipótesis. Revista Investigación educativa, 11 (20): 163 – 179, julio y diciembre 2007.

ISSN: 1728 – 5852

OSUNA, Rafael. Propuesta para la implementación de un sistema de administración de pavimentos para la red vial de la ciudad de Mazatlán. Tesis (Maestría en Ingeniería civil – Construcción), México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2008. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/2547/1/osunaruz.pdf>

OTTAZZI, Gianfranco. Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado. Tesis (Magíster en Ingeniería Civil). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2004. Disponible en http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1055/OTTAZZI_PASINO_GIANFRANCO_MATERIAL_ENSEÑANZA_CONCRETO_ARMADO.pdf;jsessionid=EAD96944F2049838417D5B76FA614225?sequence=1

RUZ, Javier. Aplicación en Chile de pavimentos delgados de hormigón. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), Chile: Universidad De Chile, 2006. Recuperado de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/ruz_j/sources/ruz_j.pdf

SALCEDO, Raída. Uso de las Herramientas Ofimáticas por los docentes de un centro de educación básica alternativa de Lima metropolitana. Tesis (Magistra en Integración e Innovación Educativa de las Tecnologías de la Información y la Comunicación que presenta), Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 2008. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6743/SALCEDO_MEDINA_RAIDA_USO.pdf?sequence=1

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, cualitativa y Mixta. 5.ª reimpresión. Lima: San Marcos, 2013.
ISBN: 978-612-302-878-7

ZAGACETA, Iván y RAMIRO, Ordoñez. (2008). El pavimento de concreto hidráulico premezclado en la modernización y rehabilitación de la avenida arboledas. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), México: Instituto Politécnico Nacional. 2008. Recuperado de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/2598/CONCRETO%20HIDRAULICO.pdf?sequence=1>

RAMÍREZ, Walter y ZAVALA, Roger. (2017). Estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible para las calles del sector VI C- El Milagro Trujillo- la Libertad. Tesis (Bachiller en Ingeniería civil), Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado de: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3592>

BALAREZO, Zapata y JAVIER, Ivan. (2017). Evaluación estructural usando la viga Benkelman aplicada a un pavimento. Tesis (Bachiller en ingeniería civil), Piura: Universidad de Piura. Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3135/ICI_241.pdf?sequence=1

VIII. ANEXO

8.1 MATRIZ DE CONSISTENCIA DE VARIABLE INDEPENDIENTE

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TITULO: Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto "whitetopping" – Calle Moquegua, Omate - Moquegua, 2017					
1.- Problema General	1.- Objetivo General	1.- Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores
¿Cómo la aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping influye en la rehabilitación de los pavimentos asfálticos en la Calle Moquegua, distrito de Omate?	Determinar cómo influye la aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping en la rehabilitación de los pavimentos asfálticos en la Calle Moquegua, distrito de Omate.	La aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping influye en la rehabilitación de los pavimentos asfálticos en la Calle Moquegua, distrito de Omate.	CAPAS DE CONCRETO "WHITE TOPPING"	Características del diseño de concreto (agregado fino)	Granulometría
					Equivalente de arena
					Contenido de humedad
				Características del	Gravedad específica
					durabilidad
					Granulometría
				diseño de concreto (agregado grueso)	Humedad natural
					Chatas y alargadas
					Gravedad específica y absorción
					Caras fracturadas
Diseño de mezcla	Durabilidad				
	Asentamiento (Slump)				

Fuente: propia

8.2. MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA VARIABLE DEPENDIENTE

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TITULO: Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto “whitetopping” – Calle Moquegua, Omate - Moquegua, 2017					
2.- Problemas Específicos	2.- Objetivos Específicos	2.- Hipótesis Específicos	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores
¿Cuál es la deformación vertical optima que debe presentar el pavimento asfáltico existente para aplicar capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate?	Determinar la deformación vertical optima que debe presentar el pavimento asfáltico existente para aplicar capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate.	La deformación vertical óptima garantiza la colocación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate.	REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFALTICOS	Deformación vertical de la carpeta asfáltica	Deflexión de la carpeta asfáltica
¿De qué manera la aplicación de concreto hidráulico tipo Whitetopping mejora el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico en la Calle Moquegua, distrito de Omate?	Determinar la Mejora del comportamiento mecánico del pavimento asfáltico con la aplicación de capas de concreto hidráulico Whitetopping en la Calle Moquegua, distrito de Omate	La aplicación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping mejora el comportamiento mecánico del pavimento asfáltico en la Calle Moquegua, distrito de Omate.		Comportamiento mecánico	Resistencia a la comprensión
¿Cuál es el costo al rehabilitar pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en comparación con el asfalto convencional en la Calle Moquegua, distrito de Omate?	Determinar el costo al rehabilitar pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping en comparación con el asfalto convencional en la Calle Moquegua, distrito de Omate	la aplicación de capas de concreto hidráulico tipo Whitetopping inicialmente resulta costoso pero a la larga se reduce el precio en comparación con el asfalto convencional en la Calle Moquegua, distrito de Omate		costo	Módulo de rotura

8.3. EXPERTO A



DIAGNÓSTICO DE CAPAS DE CONCRETO WHITETOPPING INSTRUMENTO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

EXPERTO A

TÍTULO: "Rehabilitación de pavimentos asfálticos para mejorar su periodo de mantenimiento con la aplicación de capas de concreto "whitertopping", en la Av. Fernando Wesse, Distrito San Juan de Lurigancho, 2017"

Autor: Esteban Javier, Abel

Información General:

Ubicación: _____ Altitud: _____
 Distrito: _____ Latitud: _____
 Provincia: _____ Longitud: _____
 Departamento: _____

Comportamiento Mecánico y adherencia del "whitertopping"

Resistencia del concreto asfáltico MPa (kg/cm ²)		ρ - Densidad ((kg/m ³))	
		n(%) - porcentaje de vacíos (%)	
Esfuerzo de rotura Mpa		W - Carga máxima (N)	
		L - Distancia entre los soportes (mm)	
		b - Ancho neto (mm)	
		d - Profundidad (mm)	
		x - Distancia promedio (mm)	
Resistencia del concreto de cemento (tracción) (kg/cm ²)		W - Carga máxima (N)	
		Deformación (mm)	
Resistencia a la adherencia (Arrancamiento)		T - tensión tangencial sobre la junta (N/m ²)	
		P - Carga aplicada (N)	
		S - Superficie de la sección transversal de la probeta (m ²)	

Dimensiones de la capa de concreto:

Espesor de la capa de concreto: _____
 Espaciamiento entre juntas: _____
 Diseño de juntas: _____

Observaciones y Comentarios:

APELLIDOS Y NOMBRES: PONCE FILIOS JOSE LUIS
 DNI/REGISTRO CIP: 09500891 / 107402
 DIRECCIÓN: CHORRILLOS - LIMA
 EMAIL/TELÉFONO: jponcef@ucv.edu.pe / 999201665

FIRMA:

LEYENDA:	0 =	NO VÁLIDO
	1 =	VÁLIDO

Fuente: Elaboración propia.

8.4. EXPERTO B



DIAGNÓSTICO DE CAPAS DE CONCRETO WHITETOPPING INSTRUMENTO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

EXPERTO B

TÍTULO: "Rehabilitación de pavimentos asfálticos para mejorar su período de mantenimiento con la aplicación de capas de concreto "whitetopping", en la Av. Fernando Wiesse, Distrito San Juan de Lurigancho, 2017"

Autor: Esteban Javier, Abel

Información General:

Ubicación: _____ Altitud: _____
 Distrito: _____ Latitud: _____
 Provincia: _____ Longitud: _____
 Departamento: _____

Comportamiento Mecánico y adherencia del "whitetopping"

Resistencia del concreto asfáltico MPa (kg/cm ²)	ρ - Densidad ((kg/m ³))	
	n(%) - porcentaje de vacíos (%)	
Esfuerzo de rotura Mpa	W - Carga máxima (N)	
	L - Distancia entre los soportes (mm)	
	b - Ancho neto (mm)	
	d - Profundidad (mm)	
	x - Distancia promedio (mm)	
Resistencia del concreto de cemento (tracción) (kg/cm ²)	W - Carga máxima (N)	
	Deformación (mm)	
Resistencia a la adherencia (Arrancamiento)	T - tensión tangencial sobre la junta (N/m ²)	
	P - Carga aplicada (N)	
	S - Superficie de la sección transversal de la probeta (m ²)	

Dimensiones de la capa de concreto:

Espesor de la capa de concreto: _____
 Espaciamiento entre juntas: _____
 Diseño de juntas: _____

Observaciones y Comentarios:

APELLIDOS Y NOMBRES: CORZO ALIAGA AGUSTIN
 DNI/REGISTRO CIP: 50070
 DIRECCIÓN: _____
 EMAIL/TELÉFONO: 971114978

FIRMA:

LEYENDA:	0 =	NO VÁLIDO
	1 =	VÁLIDO


 Agustín V. Corzo Aliaga
 INGENIERO CIVIL
 Reg C.I.P.50070

Fuente: Elaboración propia

8.5. EXPERTO C



DIAGNÓSTICO DE CAPAS DE CONCRETO WHITETOPPING INSTRUMENTO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

EXPERTO C

TÍTULO: "Rehabilitación de pavimentos asfálticos para mejorar su periodo de mantenimiento con la aplicación de capas de concreto "whitetopping", en la Av. Fernando Wiese, Distrito San Juan de Lurigancho, 2017"

Autor: Esteban Javier, Abel

Información General:

Ubicación: _____ Altitud: _____
 Distrito: _____ Latitud: _____
 Provincia: _____ Longitud: _____
 Departamento: _____

Comportamiento Mecánico y adherencia del "whitetopping"

Resistencia del concreto asfáltico MPa (kg/cm ²)	p - Densidad ((kg/m ³))	
	n(%) - porcentaje de vacíos (%)	
Esfuerzo de rotura Mpa	W - Carga máxima (N)	
	L - Distancia entre los soportes (mm)	
	b - Ancho neto (mm)	
	d - Profundidad (mm)	
Resistencia del concreto de cemento (tracción) (kg/cm ²)	x - Distancia promedio (mm)	
	W - Carga máxima (N)	
Resistencia a la adherencia (Arrancamiento)	Deformación (mm)	
	T - tensión tangencial sobre la junta (N/m ²)	
	P - Carga aplicada (N)	
	S - Superficie de la sección transversal de la probeta (m ²)	

Dimensiones de la capa de concreto:

Espesor de la capa de concreto: _____
 Espaciamiento entre juntas: _____
 Diseño de juntas: _____

Observaciones y Comentarios:

APELLIDOS Y NOMBRES: QUISPE SINCA MARCO POLO
 DNI/REGISTRO CIP: 40294797/97073
 DIRECCIÓN: _____
 EMAIL/TELÉFONO: 924274583

FIRMA:

LEYENDA:	0 =	NO VÁLIDO
	1 =	VÁLIDO

Marco Polo Quispe Sinca

**MARCO POLO
 QUISPE SINCA**

Fuente: Elaboración propia

8.6. RESULTADOS DEL TURNITIN

"REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS CON LA APLICACIÓN DE CAPAS DE CONCRETO "WHITETOPPING" – CALLE MOQUEGUA, OMATE–MOQUEGUA, 2017"


ORIGINALITY REPORT

23%	23%	0%	13%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.uns.edu.pe Internet Source	3%
2	repositorio.unc.edu.pe Internet Source	2%
3	repositorio.continental.edu.pe Internet Source	2%
4	Submitted to Universidad Continental Student Paper	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	1%
6	Submitted to Universidad Andina del Cusco Student Paper	1%
7	tesis.ucsm.edu.pe Internet Source	1%
8	hormigones.cl Internet Source	1%

8.7. Deflexión vertical de la carpeta asfáltica.

		MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL PROVIAS NACIONAL											CONSORCIO VIAL	
EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO REGISTRO DE CAMPO Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de carpeta asfáltica														
PROYECTO :	Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa											Carga Eje:	4160	Kg
SECTOR :	Tramo II: Km 00+000 - 00+100											Presión:	80	PSI
PLATAFORMA :												Factor Conversión:	4	
VIA :	Moquegua - Arequipa											Factor Estacional:	1	
Carril :	Derecho													
Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP.	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
00+000	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	0.0	8.0	60	32	112	26	0.05
00+010	24-abr.-18	0.0	2.0	4.0	8.0	10.0	13.0	0.0	7.0	52	28	130	26	0.05
00+020	24-abr.-18	0.0	3.0	7.0	9.0	11.0	14.0	0.0	8.0	56	32	130	26	0.05
00+030	24-abr.-18	0.0	2.0	6.0	8.0	10.0	12.0	0.0	7.0	48	28	156	26	0.05
00+040	24-abr.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	0.0	5.0	40	20	156	26	0.05
00+050	24-abr.-18	0.0	5.0	8.0	11.0	14.0	17.0	0.0	10.0	68	40	112	26	0.05
00+060	24-abr.-18	0.0	4.0	7.0	10.0	13.0	16.0	0.0	8.0	64	32	98	26	0.05
00+070	24-abr.-18	0.0	2.0	4.0	8.0	12.0	15.0	0.0	9.0	60	36	130	26	0.05
00+080	24-abr.-18	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	12.0	0.0	7.0	48	28	156	26	0.05
00+090	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	0.0	9.0	60	36	130	26	0.05
00+100	24-abr.-18	0.0	2.0	4.0	7.0	10.0	13.0	0.0	7.0	52	28	130	26	0.05

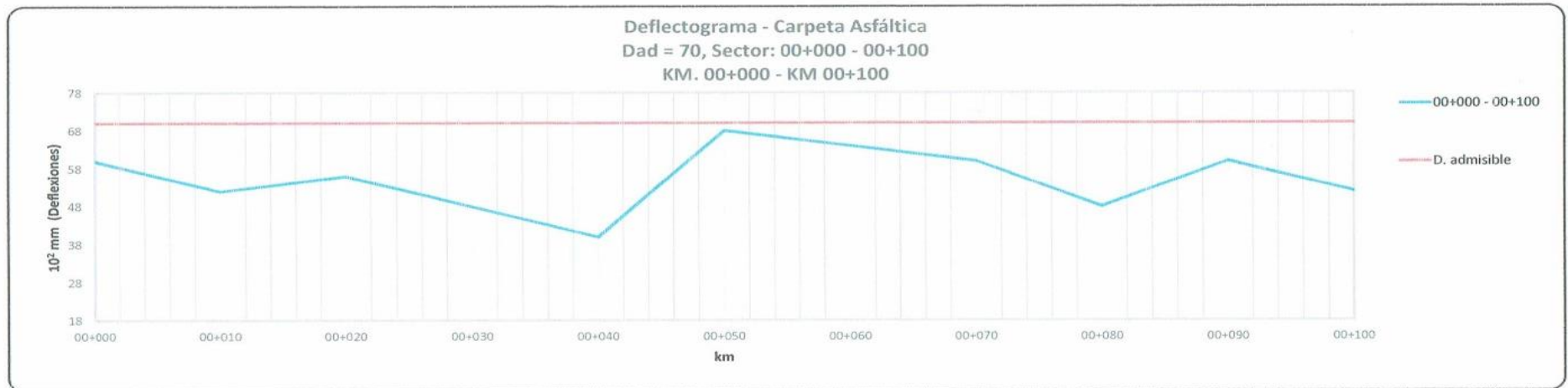
N	11	11	11
Σ	608	340	1441
PROMEDIO:	55.3	30.9	131.0
MINIMO	40	20	98
MAXIMO	68	40	156
DESVIACION ESTÁNDAR	8.2	5.4	19.4
VARIANZA	66.6	29.1	378.0
COEFICIENTE DE VAR.	14.8	17.4	14.8
VALOR CARACTERISTICO	68.7	39.8	
VALOR ADMISIBLE	70.0		





MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
PROVIAS NACIONAL

CONSORCIO VIAL
DEL SUR





MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
PROVIAS NACIONAL

CONSORCIO VIAL
DEL SUR

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO

Ensayos con Viga Benkelman - Nivel de carpeta asfáltica

PROYECTO : *Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa*
 SECTOR : *Tramo II: Km 00+000 - 00+100*
 PLATAFORMA :
 VIA : *Moquegua - Arequipa*
 Carril : *Izquierdo*

Carga Eje: 4160 Kg
 Presión: 80 PSI
 Factor Conversión: 4
 Factor Estacional: 1

Progresiva (Km)	fecha	LECTURAS DEL DIAL								PARÁMETROS DE EVALUACION			TEMP. Amb °C	Espesor SR (m)
		PRIMER DIAL				SEGUNDO DIAL				Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)		
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm	L ₁ 0.01 mm	L ₂ 0.01 mm					
00+005	24-abr.-18	0.0	3.0	7.0	8.0	11.0	14.0	0.0	7.0	56	28	112	26	0.05
00+015	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	0.0	8.0	60	32	112	26	0.05
00+025	24-abr.-18	0.0	4.0	7.0	10.0	13.0	16.0	0.0	6.0	64	24	78	26	0.05
00+035	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	0.0	9.0	60	36	130	26	0.05
00+045	24-abr.-18	0.0	4.0	8.0	11.0	14.0	17.0	0.0	10.0	68	40	112	26	0.05
00+055	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	11.0	14.0	0.0	8.0	56	32	130	26	0.05
00+065	24-abr.-18	0.0	4.0	7.0	10.0	13.0	16.0	0.0	7.0	64	28	87	26	0.05
00+075	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	8.0	12.0	15.0	0.0	8.0	60	32	112	26	0.05
00+085	24-abr.-18	0.0	4.0	8.0	11.0	14.0	17.0	0.0	6.0	68	24	71	26	0.05
00+095	24-abr.-18	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	0.0	7.0	60	28	98	26	0.05

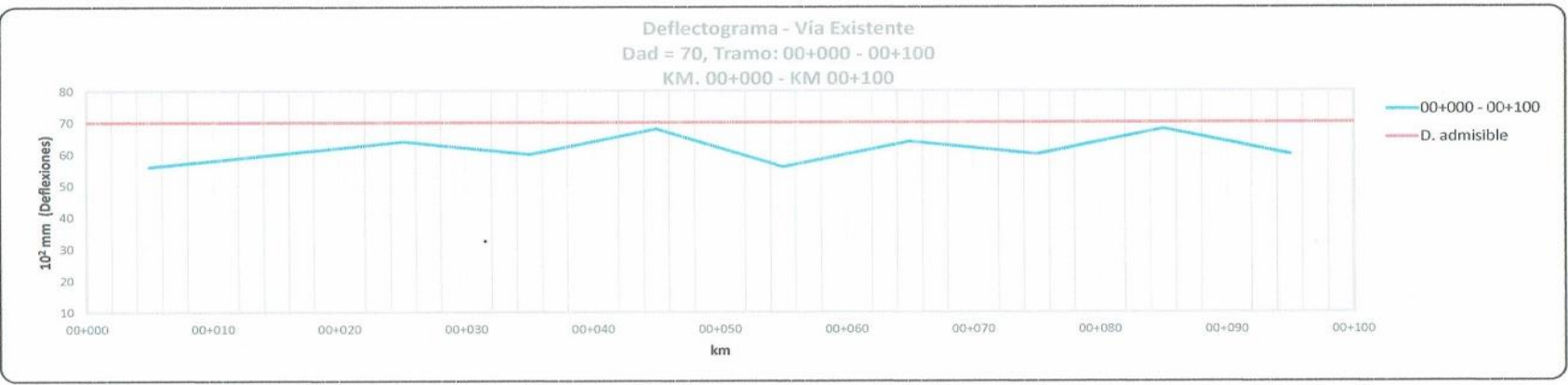
N	10	10	10
Σ	616	304	1040
PROMEDIO:	61.6	30.4	104.0
MINIMO	56	24	71
MAXIMO	68	40	130
DESVIACION ESTÁNDAR	4.3	5.1	20.3
VARIANZA	18.5	25.6	410.9
COEFICIENTE DE VAR.	7.0	16.6	19.5
VALOR CARACTERISTICO	68.7	38.7	
VALOR ADMISIBLE	70.0		







MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL
PROVIAS NACIONAL

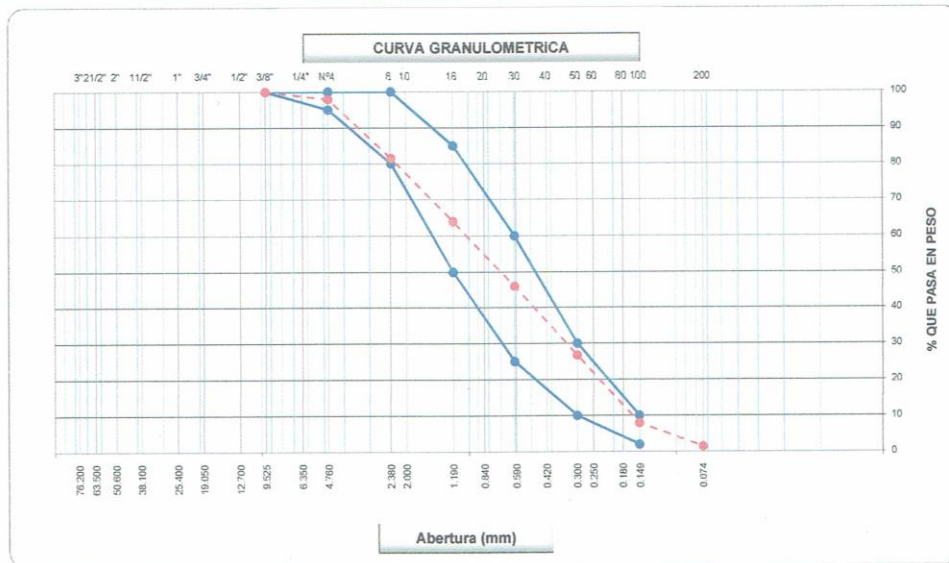
CONSORCIO VIAL
DEL SUR




8.8. Ensayos del agregado fino

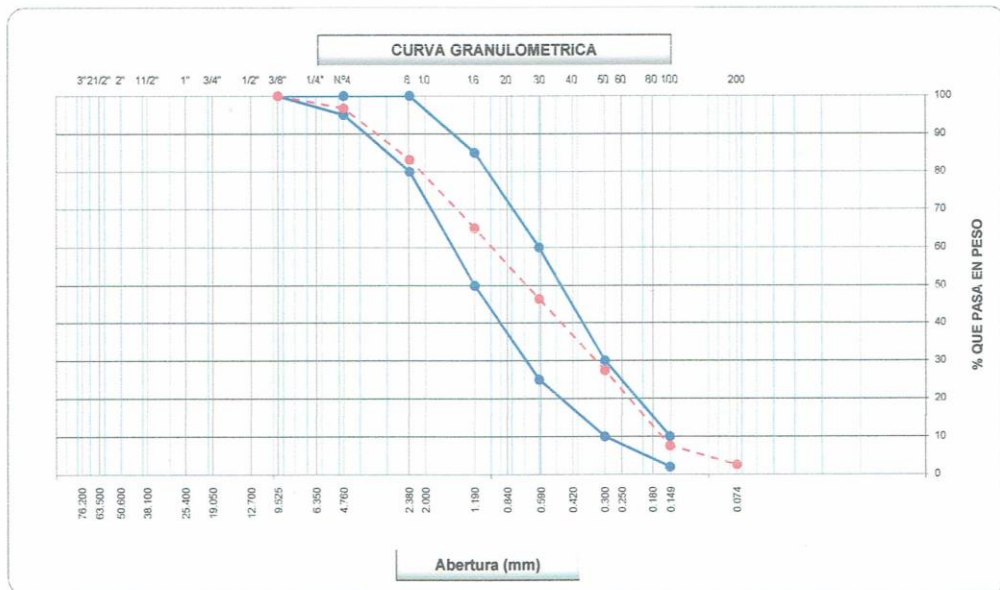
SUPERVISION  SUPERVISOR VIAL AREQUIPA		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO FORMATO		Código Revisión Aprobado Página : 1 de 1
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR		ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)		ENTIDAD 
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i> Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>			Código Ensayo N° : <i>A. F. R. Tambo - 01</i>	
Muestra : <i>Agregado Fino</i> Procedencia : <i>Acopio</i> Acopio : <i>84+410.0 L.I</i>		Planta Concreto : <i>84+410 L.I</i> Acceso Planta : <i>600 Mts</i> Cantera : <i>Rio Tambo</i>		Fecha : <i>8/02/2018</i> Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i> Ing. Control Calidad : <i>-</i> Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>
COMBINACION DE AGREGADOS: ARENA NATURAL 70% ARENA CHANCADA 30%				


Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Arena - Concreto	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 1,543.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 1,543.0
2 1/2"	60.300						Peso pasante Malla N° 200(gr)
2"	50.800						2. Características
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo 3/8"
1"	25.400						Tamaño Maximo Nominal 1/4"
3/4"	19.000						Grava (%) 2.1
1/2"	12.700						Arena (%) 98.0
3/8"	9.520				100.0	100	Finos (%) (< N° 200) 1.5
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%) $2.1 \leq 2.76 \leq 3.1$
N° 4	4.750	31.6	2.1	2.1	98.0	95 100	3. Clasificacion
N° 8	2.360	253.5	16.4	18.5	81.5	80 100	Limite Liquido (%)
N° 10	2.000						Limite Plastico (%)
N° 16	1.190	271.1	17.6	36.1	64.0	50 85	Indice de Plasticidad (%)
N° 20	0.850						Clasificacion SUCS
N° 30	0.600	275.9	17.9	53.9	46.1	25 60	Clasificacion AASHTO
N° 40	0.420						
N° 50	0.300	298.4	19.3	73.3	26.7	10 30	
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	290.0	18.8	92.1	7.9	2 10	5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074	100.0	6.5	98.5	1.5		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)
Pasante		22.5	1.5	100.0			



	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	Código Revisión Aprobado Página : 1 de 1
	FORMATO	
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)	ENTIDAD
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500		Código Ensayo N° : A. F. R. Tambo - 01
Muestra : Agregado Fino Procedencia: Acopio Acopio: 84+410.0 L.I	Planta Concreto : 84+410 L.I Acceso Planta: 600 Mts Cantera: Rio Tambo	Fecha : 8/02/2018 Ing. Responsable : Percy Quispe S. Ing. Control Calidad : - Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.
COMBINACION DE AGREGADOS: ARENA NATURAL 70% ARENA CHANCADA 30%		

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Arena - Concreto	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 1,354.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 1,354.0
2 1/2"	60.300						Peso pasante Malla N° 200(gr)
2"	50.800						2. Características
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo 3/8"
1"	25.400						Tamaño Maximo Nominal 1/4"
3/4"	19.000						Grava (%) 3.2
1/2"	12.700						Arena (%) 96.8
3/8"	9.520				100.0	100	Finos (%) (< N° 200) 2.6
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%) 2.1 ≤ 2.74 ≤ 3.1
N° 4	4.750	43.0	3.2	3.2	96.8	95 100	3. Clasificacion
N° 8	2.360	185.2	13.7	16.9	83.1	80 100	Limite Liquido (%) _____
N° 10	2.000						Limite Plastico (%) _____
N° 16	1.190	244.8	18.1	34.9	65.1	60 85	Indice de Plasticidad (%) _____
N° 20	0.850						Clasificacion SUCS _____
N° 30	0.600	251.9	18.6	53.5	46.5	25 60	Clasificacion AASHTO _____
N° 40	0.420						
N° 50	0.300	257.8	19.0	72.6	27.4	10 30	
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	268.6	19.8	92.4	7.6	2 10	5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074	68.1	5.0	97.4	2.6		Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)
Pasante		34.7	2.6	100.0			





	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	Código Revisión Aprobado Página : 1 de 1
	FORMATO	
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR	EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E-114 / ASTM D-2419 / AASTHO T-176)	ENTIDAD
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquesgua - Omate - Arequipa</i> Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>		Codigo Ensayo N° : <i>A. F. R. Tambo - 01</i>
Muestra : <i>Agregado Fino</i> Procedencia: <i>Acopio</i> Acopio: <i>84+410.0 L.J</i>	Planta Concreto : <i>84+410</i> Acceso Planta: <i>600 Mts</i> Cantera: <i>Rio Tambo</i>	Fecha : <i>8/02/2018</i> Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i> Ing. Control Calidad : <i>-</i> Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>
COMBINACION DE AGREGADOS:		
	ARENA NATURAL	70%
	ARENA CHANCADA	30%

Descripción	U/m	IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.76	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación		13:50	13:52	13:54		
Hora de salida de saturación (mas 10")		14:00	14:02	14:04		
Hora de entrada a decantación		14:02	14:04	14:06		
Hora de salida de decantación (mas 20")		14:22	14:24	14:26		
Altura máxima de material fino	Pulg.	5.90	6.00	5.80		
Altura máxima de la arena	Pulg.	3.60	3.58	3.62		
Equivalente de Arena	%	61.0	59.7	62.4		61.0

OBSERVACIONES :



	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Código
	FORMATO		Revisión
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR	CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216)		Aprobado
			Página : 1 de 1
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500			ENTIDAD  Codigo Ensayo N° : A. F. R. Tambo - 01
Muestra : Agregado Fino Procedencia: Acopio Acopio: 84+410.0 L.I	Planta Concreto : 84+410 Acceso Planta: 600 Mts Cantera: Rio Tambo	Fecha : 8/02/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S. Ing. Control Calidad : - Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.
COMBINACION DE AGREGADOS: ARENA NATURAL 70% ARENA CHANCADA 30%			


1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	225	238.0
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1416.2	1452.8
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1399.9	1435.8
Peso del agua contenida (gr)	16.3	17.0
Peso de la muestra seca (gr)	1174.9	1197.8
Contenido de Humedad (%)	1.4	1.4
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.4	

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		



	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Código Revisión Aprobado
	FORMATO		Página : 1 de 1
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN (MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)		ENTIDAD 
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa		Codigo Ensayo N° : A. F. R. Tambo - 01	
Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500			
Muestra : Agregado Fino	Planta Concreto : 84+410	Fecha : 8/02/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.
Procedencia: Acopio	Acceso Planta: 600.00 Mts		Ing. Control Calidad : -
Acopio: 84+410.0 L.I	Cantera: Rio Tambo		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.
COMBINACION DE AGREGADOS:			
	ARENA NATURAL	70%	
	ARENA CHANCADA	30%	

DATOS			1	2	3	4
1	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	gr.	300.0	300.0	300.0	
2	Peso Frasco + agua	gr.	738.9	733.3	732.7	
3	Peso Frasco + agua + A (gr)	gr.	1038.9	1033.3	1032.7	
4	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	gr.	926.7	921.1	920.4	
5	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	gr.	112.2	112.2	112.3	
6	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	297.4	297.5	297.4	
7	Vol de masa = E - (A - F) (gr)		109.6	109.7	109.7	

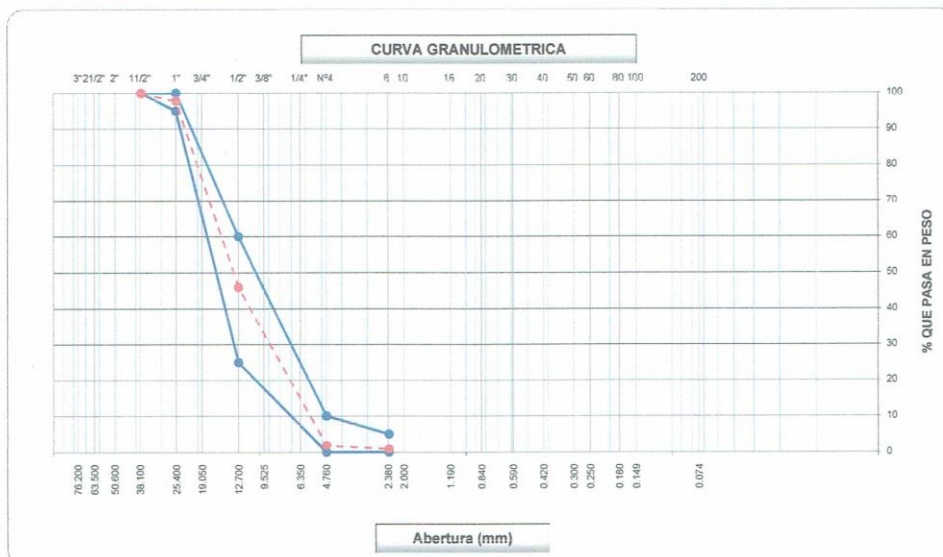
RESULTADOS							PROMEDIO
8	Pe bulk (Base seca) = F/E			2.651	2.652	2.648	2.650
9	Pe bulk (Base saturada) = A/E			2.674	2.674	2.671	2.673
10	Pe aparente (Base Seca) = F/G			2.714	2.712	2.711	2.712
11	% de absorción = ((A - F)/F)*100			0.874	0.840	0.874	0.863

OBSERVACIONES :



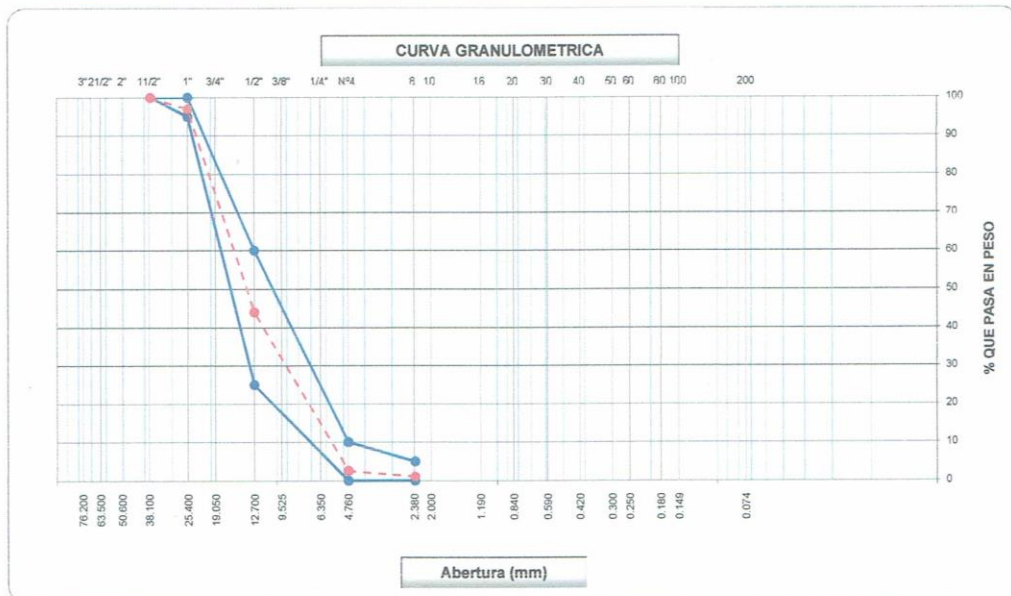
8.9. Ensayos del agregado grueso

SUPERVISION CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO				Código Revisión Aprobado Página : 1 de 1	
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR		FORMATO ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)				ENTIDAD	
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i>					Codigo Ensayo N° : <i>A. G - Tambo - 01</i>		
Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>							
Muestra : <i>Agregado Grueso</i>		Planta Concreto : <i>84+410 L.I</i>		Fecha : <i>7/02/2018</i>		Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i>	
Procedencia : <i>Acopio</i>		Acceso Planta : <i>600 Mts KM</i>				Ing. Control Calidad : <i>-</i>	
Acopio : <i>84+410.0 L.I</i>		Cantera : <i>Rio Tambo</i>				Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Grava Concreto AG-3	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 21,470.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) _____
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Maximo 1 1/2"
1 1/2"	37.500				100.0	100	Tamaño Maximo Nominal 1"
1"	25.400	475.0	2.2	2.2	97.8	95	Grava (%) 98.1
3/4"	19.000	4,566.0	21.3	23.5	76.5		Arena (%) 1.9
1/2"	12.700	6,553.0	30.5	54.0	46.0	25	Finos (%) 0.0
3/8"	9.520	3,661.0	17.1	71.1	29.0		Modulo de Fineza (%) _____
1/4"	6.350						3. Clasificación
N° 4	4.750	5,816.0	27.1	98.1	1.9	0	Limite Liquido (%) _____
N° 8	2.360	204.0	1.0	99.1	0.9	0	Limite Plastico (%) _____
N° 10	2.000						Indice de Plasticidad (%) _____
N° 16	1.190						Clasificación SUCS _____
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO _____
N° 30	0.600						5. Observaciones (Fuente de Normalización)
N° 40	0.420						Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas
N° 50	0.300						Generales para Construccion" (EG-2000)
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						
N° 200	0.074						
Pasante		195.0	0.9	100.0			



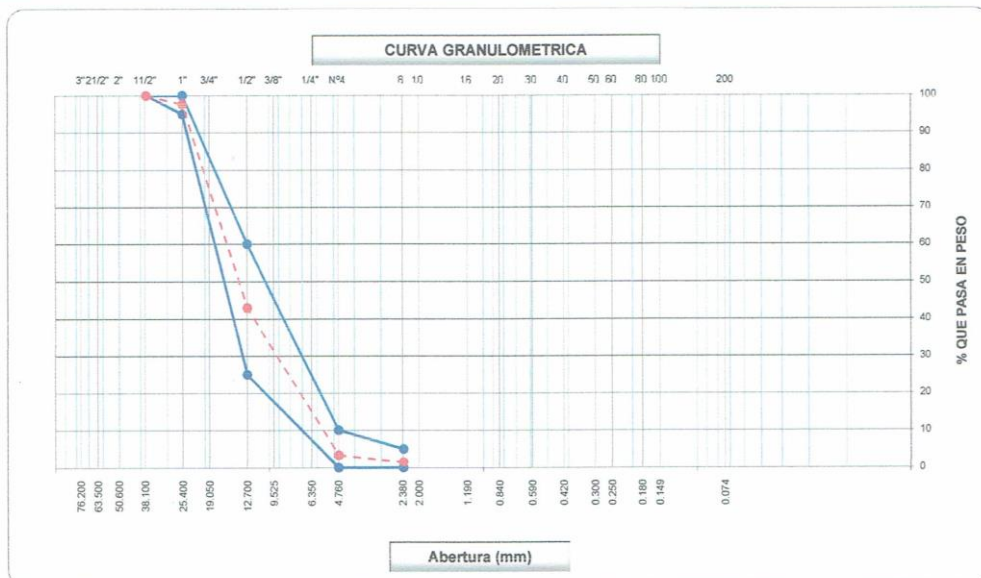
SUPERVISION <small>CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA</small> 	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Código Revisión Aprobado
	FORMATO		Página : 1 de 1
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO <small>(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)</small>		ENTIDAD 
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i> Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>			Código Ensayo N° : <i>A. G -Tambo - 01</i>
Muestra : <i>Agregado Grueso</i> Procedencia : <i>Acopio</i> Acopio : <i>84+410.0 L.I</i>	Planta Concreto : <i>84+410 L.I</i> Acceso Planta : <i>600 Mts KM</i> Cantera : <i>Rio Tambo</i>	Fecha : <i>7/02/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i> Ing. Control Calidad : <i>-</i> Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Grava Concreto AG-3	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 17,890.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Maximo 1 1/2"
1 1/2"	37.500				100.0	100	Tamaño Maximo Nominal 1"
1"	25.400	549.0	3.1	3.1	96.9	95	Grava (%) 97.4
3/4"	19.000	4,502.0	25.2	28.2	71.8		Arena (%) 2.6
1/2"	12.700	4,959.0	27.7	56.0	44.1	25	Finos (%) 0.0
3/8"	9.520	2,682.0	15.0	70.9	29.1		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificacion
N° 4	4.750	4,732.0	26.5	97.4	2.6	0	Limite Liquido (%)
N° 8	2.360	273.0	1.5	98.9	1.1	0	Limite Plastico (%)
N° 10	2.000						Indice de Plasticidad (%)
N° 16	1.190						Clasificacion SUCS
N° 20	0.850						Clasificacion AASHTO
N° 30	0.600						
N° 40	0.420						
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						
N° 200	0.074						
Pasante		193.0	1.1	100.0			5. Observaciones (Fuente de Normalizacion) Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)



SUPERVISION <small>EMPRESA</small> SUPERVISOR VIAL AREQUIPA	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Código Revisión Aprobado Página : 1 de 1
	FORMATO		ENTIDAD 
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)		
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500		Codigo Ensayo N° : A. G -Tambo - 01	
Muestra : Agregado Grueso Procedencia : Acopio Acopio : 84+410.0 L.I	Planta Concreto : 84+410 L.I Acceso Planta : 600 Mts KM Cantera : Rio Tambo	Fecha : 7/02/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S. Ing. Control Calidad : - Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Grava Concreto AG-3		Descripcion
5"	127.000							1. Peso de Material
4"	101.600							Peso Inicial Total (kg) 20,320.0
3"	73.000							Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) _____
2 1/2"	60.300							
2"	50.800							2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500				100.0	100	100	Tamaño Maximo 1 1/2"
1"	25.400	480.0	2.4	2.4	97.6	95	100	Tamaño Maximo Nominal 1"
3/4"	19.000	4,580.0	22.5	24.9	75.1			Grava (%) 96.6
1/2"	12.700	6,510.0	32.0	56.9	43.1	25	60	Arena (%) 3.4
3/8"	9.520	3,760.0	18.5	75.4	24.6			Finos (%) 0.0
1/4"	6.350							Modulo de Fineza (%) _____
N° 4	4.750	4,300.0	21.2	96.6	3.4	0	10	
N° 8	2.360	389.0	1.9	98.5	1.5	0	5	3. Clasificacion
N° 10	2.000							Limite Liquido (%) _____
N° 16	1.190							Limite Plastico (%) _____
N° 20	0.850							Indice de Plasticidad (%) _____
N° 30	0.600							Clasificacion SUCS _____
N° 40	0.420							Clasificacion AASHTO _____
N° 50	0.300							
N° 60	0.250							
N° 80	0.180							
N° 100	0.150							5. Observaciones (Fuente de Normalizacion)
N° 200	0.074							Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2000)
Pasante		301.0	1.5	100.0				



	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Código Revisión Aprobado Página : 1 de 1
	FORMATO		
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR	ABRASION LOS ANGELES (MTC E-207 / ASTM C-131, C-535 / AASTHO T-96)		ENTIDAD 
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i> Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>			Codigo Ensayo N° : <i>A. G - Tambo - 01</i>
Muestra : <i>Agregado Grueso</i> Procedencia : <i>Acopio</i> Acopio : <i>84+410.0 L.I</i>	Planta Concreto : <i>84+410</i> Acceso Planta : <i>600 Mts</i> Cantera : <i>Rio Tambo</i>	Fecha : <i>7/02/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i> Ing. Control Calidad : <i>-</i> Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>

Muestra				1	2	3
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		PESOS Y GRANULOMETRIAS (grs) GRADACION		
mm	pulg.	mm	pulg.	A	B	C
37.500	1 1/2"	25.000	1"			
25.000	1"	19.000	3/4"			
19.000	3/4"	12.500	1/2"	2500		
12.500	1/2"	9.500	3/8"	2500		
9.500	3/8"	6.300	1/4"			
6.300	1/4"	4.750	N° 04			
4.750	N°4					
Peso Total				5000		
Perdida despues del ensayo				889		
Peso Obtenido				4111		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas						
Porcentaje Obtenido				17.8		



OBSERVACIONES :



SUPERVISION <small>COMISIONADO</small> SUPERVISOR VIAL AREQUIPA 	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Código Revisión Aprobado Página : 1 de 1
	FORMATO		ENTIDAD 
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR	DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL (MTC E-108 / ASTM D-2216)		
Obra : <i>Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa</i> Tramo : <i>Tramo II: Km 35+000 - 153+500</i>		Codigo Ensayo N° : <i>A. G -Tambo - 01</i>	
Muestra : <i>Agregado Grueso</i> Procedencia : <i>Acopio</i> Acopio : <i>84+410.0 L.I</i>	Planta Concreto : <i>84+410</i> Acceso Planta : <i>600 Mts</i> Cantera : <i>Rio Tambo</i>	Fecha : <i>7/02/2018</i>	Ing. Responsable : <i>Percy Quispe S.</i> Ing. Control Calidad : <i>-</i> Jefe Laboratorio : <i>Clyder Jaen Q.</i>

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	239.3	267.7
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1866.7	1957.1
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1857.4	1947.5
Peso del agua contenida (gr)	9.3	9.6
Peso de la muestra seca (gr)	1618.1	1679.8
Contenido de Humedad (%)	0.57	0.57
Contenido de Humedad Promedio (%)	0.57	



SUPERVISION <small>CONSORCIO SUPERVISOR VIAL AREQUIPA</small> 	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Código Revisión Aprobado Página : 1 de 1
	FORMATO		ENTIDAD 
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (MTC E-221 / ASTM D-4791)		
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500		Código Ensayo N° : A. G - Tambo - 01	
Muestra : Agregado Grueso Procedencia : Acopio Acopio : 84+410.0 L.I	Planta Concreto : 84+410 Acceso Planta : 600 Mts Cantera : Rio Tambo	Fecha : 7/02/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S. Ing. Control Calidad : - Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

Material		Agregado Grueso		Chatas			Alargadas			Ni Chatas, Ni Alargadas		
		Peso de Fraccion D	% Retenido B	Peso E	(%) F=((E/D)*100)	% Corregido G=F*B	Peso E	(%) F=((E/D)*100)	% Corregido G=F*B	Peso E	(%) F=((E/D)*100)	% Corregido G=F*B
Tamiz	Abertura											
(pulg)	(mm)											
2"	50.800											
1 1/2"	37.500											
1"	25.400											
3/4"	19.000	8115	35.6	171	2.1	0.7	23	0.3	0.1	7921	97.6	34.7
1/2"	12.700	11834	51.9	398	3.4	1.8	192	1.6	0.8	11244	95	49.3
3/8"	9.520	2844	12.5	94	3.3	0.4	170	6	0.8	2580	90.7	11.3
Total		22793	100.0			2.9			1.7			95.3

Resultados:

Peso Total de la Muestra	(gr)	22793.0
Particulas Chatas y Alargadas	(%)	4.6

OBSERVACIONES : Relacion Espesor/Longitud 1:5



	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Código
	FORMATO		Revisión
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN		Aprobado
	(MTC E-205,206 / ASTM C-127,128 / AASHTO T-84, T-85)		Página : 1 de 1
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Codigo Ensayo N° : A. G - Tambo - 01
Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500			
Muestra : Agregado Grueso	Planta Concreto : 84+410	Fecha : 7/02/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.
Procedencia: Acopio	Acceso Planta : 600 Mts		Ing. Control Calidad : -
Acopio: 84+410.0 L.I	Cantera: Rio Tambo		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

DATOS			1	2	3	4
1	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B)	gr.	1090	1141.9	1001.4	
2	Peso de la canastilla dentro del agua	gr.				
3	Peso de la muestra saturada+peso canastilla dentro del agua	gr.	686.3	718.8	630.7	
4	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	gr.	686.3	718.8	630.7	
5	Peso de la tara	gr.				
6	Peso de la tara + muestra seca	gr.	1078.7	1129.6	991.3	
7	Peso de la muestra seca (A)	gr.	1078.7	1129.6	991.3	

RESULTADOS							PROMEDIO
8	Peso Especifico de masa seco A/(B-C)		2.672	2.670	2.674		2.685
9	Peso Especifico de masa saturada superf. seco (bulk) B/(B-C)		2.700	2.699	2.701		2.700
10	Peso especifico aparente A/(A-C)		2.749	2.750	2.749		2.749
11	Porcentaje de absorción (B-A)*100/A	%	1.05	1.09	1.02		1.05

OBSERVACIONES :



	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	Código Revisión Aprobado
	FORMATO	Página : 1 de 1
CONTRATISTA CONSORCIO VIAL DEL SUR	CARAS FRACTURADAS (MTC E-210 - ASTM D-5821)	
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500		Código Ensayo N° : A. G -Tambo - 01
Muestra : Agregado Grueso Procedencia : Acopio Acopio : 84+410.0 L.J	Planta Concreto : 84+410 Acceso Planta : 600 Mts Cantera : Rio Tambo	Fecha : 7/02/2018 Ing. Responsable : Percy Quispe S. Ing. Control Calidad : - Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

A.- CON UNA CARA FRACTURADA

Tamaño Maximo del Agregado		Agregado Grueso			D	E	F	G
		Peso Retenido	% Retenido	% que Pasa				
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	(A)	(B)	⊙	(gr)	(gr)	((E/D)*100)	F * B
1 1/2"	1"	475	3.1	96.9	2200	1883.0	85.6	266.5
1"	3/4"	4566	29.9	70.1	8115	7274.0	89.6	2682.9
3/4"	1/2"	6553	43.0	57.0	11834	9618.0	81.3	3491.3
1/2"	3/8"	3661	24.0	76.0	2844	2165.0	76.1	1826.9
TOTAL		15255	100.0					8267.6
Porcentaje con una Cara Fracturada		Total G		82.7				
		Total B						

B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

Tamaño Maximo del Agregado		Agregado Grueso			D	E	F	G
		Peso Retenido	% Retenido	% que Pasa				
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	(A)	(B)	⊙	(gr)	(gr)	((E/D)*100)	F*B
1 1/2"	1"	475	3.1	96.9	2200	1587.0	72.1	224.6
1"	3/4"	4566	29.9	70.1	8115	6412.0	79.0	2365.0
3/4"	1/2"	6553	43.0	57.0	11834	9378.0	79.2	3404.1
1/2"	3/8"	3661	24.0	76.0	2844	2124.0	74.7	1792.3
TOTAL		15255	100.0					7786.0
Porcentaje con una Cara Fracturada		Total G		77.9				
		Total B						

OBSERVACIONES : D - Peso de la muestra requerida
 E - Peso del material con caras fracturadas
 F - Porcentajes de caras fracturadas



SUPERVISION <small>CONSORCIO</small> SUPERVISOR VIAL AREQUIPA 	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		Código
	FORMATO		Revisión
CONTRATISTA <small>CONSORCIO</small> VIAL DEL SUR	DURABILIDAD DE AGREGADOS <small>(MTC E-209 / ASTM C-88 / AASTHO T-104)</small>		Aprobado
			Página : 1 de 1
Obra : Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa			Código Ensayo N° : A. G -Tambo - 01
Tramo : Tramo II: Km 35+000 - 153+500			
Muestra : Agregado Grueso	Planta Concreto : 84+410	Fecha : 7/02/2018	Ing. Responsable : Percy Quispe S.
Procedencia : Acopio	Acceso Planta : 600 Mts		Ing. Control Calidad : -
Acopio : 84+410.0 L.I	Cantera : Rio Tambo		Jefe Laboratorio : Clyder Jaen Q.

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Perdida		Escalonado Original	Perdida Corregida
						Peso	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	5000 +/- 300	1						
1"	3/4"	5000 +/- 300	2	613.0	579.6	33.4	5.45	21.27	1.159
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	805.0	779.0	26.0	3.23	30.52	0.986
1/2"	3/8"	670 +/- 10	4	410.0	396.0	14.0	3.41	17.05	0.582
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	388	370.0	18.0	4.6	27.1	4.9
TOTALES								95.9	7.60%

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio



8.10. Ensayos de compresión concreto F'C= 280 kg/cm2

Mejoramiento de la Carretera: Moquegua - Omate - Arequipa
Tramo II: Km 35+000 - 153+500



REPORTE ENSAYOS DE COMPRESIÓN CONCRETO F'C - 280 KG/CM2
ASTM C-617

N° Diseño	N° Testigo	Fecha		Elemento	Tipo de Concreto	N° Bolsas de cemento x m3	Tipo de cemento	Aditivos			Edad (días)	Slump (Pulg.)	Lectura Dial (Kg.)	Área (cm2)	Resisten. Kg./cm2	% Resisten.	Promedio en %	Resis. 28 días (%)	TEMP ° C	OBS	
		%	%					%													
001	001	9-Feb-18	16-Feb-18	Capas de concreto Whitetopping	280	9.0	Yura IP	SIKAMENT 306 1.50%	PLASTIMENT TM-12 0.10%	-	7	7 1/2"	48127	181.0	265.9	95.0	96.5		28	84+410	Arena Natural= 70 % Arena chancada= 30 % Piedra Chancada * Mezcla Piedra = 52% Arena= 48 % * Cantera Rio Tambo Km.
	002	9-Feb-18	16-Feb-18		280	9.0					7	"	49258	181.0	272.1	97.2					
	003	9-Feb-18	16-Feb-18		280	9.0					7	"	49270	181.0	272.2	97.2					
	004	9-Feb-18	23-Feb-18		280	9.0					14	"	51650	181.0	285.4	101.9					
	005	9-Feb-18	23-Feb-18		280	9.0					14	"	51272	181.0	283.3	101.2					
	006	9-Feb-18	23-Feb-18		280	9.0					14	"	51580	181.0	285.0	101.8					
	007	9-Feb-18	9-Mar-18		280	9.0					28	"	60243	181.0	332.8	118.9					
	008	9-Feb-18	9-Mar-18		280	9.0					28	"	63239	181.0	349.4	124.8					
	009	9-Feb-18	9-Mar-18		280	9.0					28	"	62345	181.0	344.4	123.0					

VALOR PROMEDIO	122	28
DESVIACION STANDARD		
COEFICIENTE DE VARIACION		
VALOR CARACTERISTICO		
VALOR MAXIMO	122	28
VALOR MINIMO	122	28



REPORTE ENSAYOS DE COMPRESIÓN CONCRETO F'C - 280 KG/CM2 ASTM C-617





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ESTEBAN JAVIER ABEL

TITULADO:

REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS CON LA APLICACIÓN DE CAPAS DE CONCRETO WHITETOPPING - CALLE MODUEGA, OMATE - MODUEGA, 2017.

PARA OBTENER EL BACHILLER O TÍTULO DE:

INGENIERO (A) CIVIL

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 10 JULIO 2018

NOTA O MENCIÓN : 17 (DIECISIETE)



Ing. Felimón Córdova Salcedo

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Esteban Javier Abel
D.N.I. : 46180201
Domicilio : ASENT. H. 9 DE FEBRERO MZ. 20 LT. 1
Teléfono : Fijo : Móvil : 993809284
E-mail : abl.ej.2015@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Civil
Carrera : Ingeniería Civil
Título : Ingeniero Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado :
Mención :

Doctorado

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Esteban Javier Abel

Título de la tesis:

"Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos con la Aplicación
de Ceros de Concreto "Whitetopping" - Calle Moguigua - Omate - Moguigua - 2017"

Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte,
a publicar en texto completo mi tesis.

Firma : 

Fecha : 12-11-18



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE
TESIS**

Código : FO6-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Gerardo Cancho Zúñiga

Docente de la Facultad ingeniería y Escuela Profesional ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Norte revisor (a) de la tesis titulada:

“REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS CON LA APLICACIÓN DE CAPAS DE CONCRETO “WHITETOPPING” – CALLE MOQUEGUA, OMATE-MOQUEGUA, 2017”, del (de la) estudiante

Esteban Javier Abel, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/La sucrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de julio 2018

Firma

DR. GERARDO CANCHO ZUÑIGA

DNI: 01239418

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

Facebook Studio - Google Chrome
 https://ev.tumblr.com/.../feedback studio

Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto "WHITE TOPPING" - calle Moquegua, Omate - Moquegua, 2017

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Rehabilitación de pavimentos asfálticos con la aplicación de capas de concreto "WHITE TOPPING" en calle Moquegua, Omate - Moquegua, 2017"


**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
 INGENIERO CIVIL.**

AUTOR:
 Ezequiel Javier Abel

ASESOR:
 Dr. Gerardo Enrique Cancho Zabala

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
 Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ
 2018

Resumen de coincidencias

Se están verificando fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

23 %

Coincidencias

1	reportorio confidencial...	2 %
2	Entregado a Universidad...	1 %
3	reportorio univesal.edu...	1 %
4	reportorio univesal.edu.pe	1 %
5	reportorio univesal.edu.pe	1 %
6	reportorio univesal.edu...	1 %
7	reportorio univesal.edu...	1 %
8	reportorio univesal.edu.pe	1 %
9	Entregado a Universidad...	1 %
10	reportorio univesal.edu.pe	1 %
11	reportorio univesal.edu.pe	1 %