

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

Trabajo de titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
CONSTRUCCIÓN

Alumno:
Sebastian Zavala Ruz

Profesor Guía:
Sr. Renzo Piazze

2018

RESUMEN

KEYWORDS: LABORATORIO DE SUELOS - ASFALTO - MEZCLAS ASFALTICAS - ANALISIS DE ARIDOS - ENSAYES DE ARIDOS

El alumno realizo su pasantía en la empresa “QUIMICA LATINOAMERICANA S.A.” viña del mar. La cual está dedicada a la fabricación, venta y distribución de ligantes asfálticos utilizados para la pavimentación de obras viales.

La empresa cuenta desde el año 2000 con un laboratorio de suelos altamente especializado y un personal de excelencia que llevan a cabo un estricto control de calidad de todos los procesos y productos, utilizando para esto equipos y materiales de última generación.

El área de Innovación y Desarrollo permite crear productos especiales que se adecúan a la necesidad particular de cada faena.

El laboratorio de suelos permite ofrecer a los diferentes clientes servicios de dosificación, diseño y ensayos a los requerimientos de cada faena. Cabe destacar que la gestión del laboratorio, al igual que la de toda la empresa, se encuentra certificada actualmente por la norma ISO 9001. Estos ensayos están dictados por el Manual de Carreteras o la Norma ISSA. Por lo que se rige estrictamente a los estándares de calidad. Si un ensayo sale erróneo, se realiza un duplicado de este y se ve si es una propiedad del árido, con estos procedimientos se puede entregar un informe detallado de cada resultado obtenido con las emulsiones.

Uno de los objetivos principales es la evaluación del árido ya que se puede determinar si es apto o no para la obra requerida en cuanto a la banda granulométrica que pertenezca y si cumple con las especificaciones técnicas.

Para entregar al cliente una dosificación, es necesario encontrar la cantidad exacta de filler (cal hidráulica, cemento portland, o bien sin filler), cantidad de agua (faena o red) y el tipo de emulsión, sometiendo estas combinaciones a los ensayos requeridos en el Manual de Carretera y la Norma ISSA, para evitar rupturas de pavimentos y asegurar calidad.

INDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGIAS

INTRODUCCION	1
---------------------	----------

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1. ANTECEDENTES GENERALES	5
1.1 OBJETIVOS PRINCIPALES	5
1.2 IMPORTANCIA DEL DESARROLLO	5
1.3 PRESENTACION DE LA EMPRESA	6
1.3.1 <u>Ubicación empresa</u>	7
1.3.2 <u>Logo empresa</u>	8
1.3.3 <u>Funciones del alumno</u>	8
1.3.4 <u>Cargo Jefe Directo</u>	8
1.3.5 <u>Organigrama de la empresa</u>	9
1.3.6 <u>Programación de la empresa</u>	9

CAPITULO 2: INGENIERIA Y COSTRUCION

2.1 ASFALTO	13
2.1.1 <u>Mezclas Asfálticas</u>	13
2.1.2 <u>Hormigón Asfáltico Modificado</u>	14
2.1.3 <u>Degradación Hormigón Asfaltico</u>	15
2.1.4 <u>Restauración Hormigón Asfaltico</u>	16
2.1.5 <u>Emulsiones Asfálticas</u>	16
2.1.5.1 <u>Tipos de Emulsiones y combinaciones de uso actual</u>	17
2.1.6 <u>Lechadas y Micropavimentos</u>	21
2.1.7 <u>Tratamientos Superficiales</u>	21
2.1.7.1 <u>Dosificación</u>	22
2.1.7.2 <u>Aplicación</u>	23

CAPITULO 3: ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1	<u>IDENTIFICACION PREVIA</u>	27
3.1.1	<u>Terminología</u>	27
3.1.2	<u>Cuarteo de Muestras</u>	28
3.1.3	<u>Granulometrías</u>	28
3.2	<u>ANALISIS DE ARIDOS</u>	29
3.2.1	<u>Requisitos para tratamientos superficiales</u>	29
3.2.2	<u>Requisitos para Lechada Asfáltica y Micropavimentos.</u>	30
3.3	<u>ENSAYOS</u>	31
3.3.1	<u>Métodos Para Agregados Pétreos.</u>	31
3.3.2	<u>Finos por Lavado.</u>	32
3.3.2.1	Procedimiento método (M.C.8.202.4)	32
3.3.3	Calculo de Densidades	33
3.3.3.1	<u>Densidad Real, Densidad Neta y Absorción</u> (M.C.8.202.20),(M.C.8.202.20)	
3.3.3.2	<u>Densidad Aparente Suelta</u> (M.C.8.202.19)	33
3.3.4	<u>Cubicidad de Partículas.</u>	34
3.3.4.1	Procedimiento método (M.C.8.202.6)	34
3.3.5	Índice de Lajas.	36
3.3.5.1	Procedimiento método (M.C.8.202.7)	36
3.3.6	<u>Desgaste de los Ángeles.</u>	37
3.3.6.1	Procedimiento método (M.C.8.202.11)	37
3.3.7	Desintegración por Sulfato de Sodio.	38
3.3.7.	Procedimiento método (M.C.8.202.17)	38
3.3.8	<u>Adherencia Estática</u>	40
3.3..1	Agregados secos en asfalto semisólido (M.C.8.302.29)	41
3.3.9	<u>Adherencia Riedel-Weber.</u>	41
3.3.9.1	Procedimiento método (M.C.8.202.30)	42
3.3.9.2	Preparación Solución.	43
3.3.10	Índice de Trituración Total.	44
3.3.10.1	Procedimiento método (M.C.8.202.8)	44
3.3.11	<u>Equivalente Arena.</u>	45
3.3.11.1	Procedimiento método (M.C.8.202.9)	46
3.4	<u>PRUEBAS DE MEZCLAS ASFALTICAS</u>	46
3.4.1	<u>Emulsiones y Fillers</u>	47
3.4.2	<u>Filler Mineral</u>	47
3.4.3	<u>Rueda de Carga</u>	48

3.4.3.1	Procedimiento método (M.C.8.302.53)	49
3.4.4	Placa Vialit	50
3.4.4.1	Procedimiento método (M.C.8.302.20)	50
3.4.5	Azul de Metileno (ISSA TB 145)	52
3.4.6	Abrasión en medio húmedo para Lechadas Asfálticas	54
3.4.6.1	Procedimiento método (M.C.8.302.46)	54

CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES 56

BIBLIOGRAFIA 57

ANEXOS

ANEXO A: IDENTIFICACIÓN DE ÁRIDO 59

ANEXO B: SOLICITUD DE DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS 60

ANEXO C: EJEMPLO PRE-INFORME DE MEZCLAS 61

ANEXO D: EJEMPLO INFORME DE MEZCLA 65

CONTINUACION ANEXO D1: EJEMPLO INFORME DE MEZCLA 65

CONTINUACION ANEXO D2: EJEMPLO INFORME DE MEZCLA 66

CONTINUACION ANEXO D3: EJEMPLO INFORME DE MEZCLA 67

CONTINUACION ANEXO D4: EJEMPLO INFORME DE MEZCLA 68

INDICE DE FIGURAS

[Figura 1-1 Carretera realizada por empresa](#)

[Figura 1-2 Instalaciones Empresa](#)

[Figura 1-3 Mapa Satelital Empresa](#)

[Figura 1-4 Logo Empresa](#)

[Figura 1-5 Organigrama](#)

[Figura 3-1 Cuarteo De Muestras](#)

[Figura 3-2 Finos Por Lavado](#)

[Figura 3-3 Índice De Lajas](#)

[Figura 3-4 Maquina De Los Ángeles](#)

[Figura 3-5 Ensayo De Desintegración](#)

[Figura 3-6 Ensayo Equivalente Arena](#)

[Figura 3-7 Ensayos Con Fillers](#)

[Figura 3-8 Ensayo Rueda De Carga](#)

[Figura 3-9 Ensayo Placa Vialit](#)

[Figura 3-10 Ensayo Azul De Metileno](#)

Figura 3-11 Ensayo Abrasión En Medio Húmedo

INDICE DE TABLAS

Tabla 3-1	<u>Tamaño Máximo Absoluto</u>
Tabla 3-2	<u>Granulometría de áridos para tratamientos superficiales</u>
Tabla 3-3	<u>Ensayes de áridos para tratamientos superficiales</u>
Tabla 3-4	<u>Granulometría de áridos para Lechadas Asfálticas</u>
Tabla 3-5	<u>Ensayes de Áridos para Lechadas Asfáltica</u>
Tabla 3-6	<u>Cantidad de Muestra</u>
Tabla 3-7	<u>Cantidad Mínima de Muestra</u>
Tabla 3-8	Desintegración Por Sulfato De Sodio N°1
Tabla 3-9	Desintegración Por Sulfato De Sodio N°2
Tabla 3-10	<u>Preparación De Soluciones</u>
Tabla 3-11	<u>Cantidad De Ligante</u>

SIGLAS Y SIMBOLOGIA

SIGLAS

QLSA	: Química Latinoamérica S.A.
ASTM.	: American Society for Testing material.
D.B.A.	: Desgaste Abrasión en Medio Húmedo.
GSM	: Guía Seguimiento de Muestra.
ISO.	: Organización Internacional para la Normalización.
ISSA.	: International Slurry Surfacing Association.
MC	: Manual de Carreteras.
NCH.	: Norma Chilena.
S.A.	: Sociedad Anónima.
SDMA	: Solicitud Diseño Mezclas Asfálticas.
TN	: Tamaño Nominal.

SIMBOLOGIA

A	: Área.
CC	: Centímetros Cúbicos.
D.A.S	: Densidad Aparente Suelta.
D.R.S	: Densidad Real Seca.
E.A	: Equivalente de Arena.
G	: Gramo.
G/m ²	: Gramos por Metro Cuadrado..
Ili	: Índice de Laja de la Fracción.
Kg	: kilogramo.
Kg/m ³	: kilogramos por metro cuadrado.
Mf	: Masa Final.
Mi	: Masa Inicial.
Msss	: Masa Saturada superficialmente Seca.
Msum	: Masa Sumergida
Mn	: Milímetro.
MPi	: Masa que pasa por la Fracción.
MS	: Masa Seca.
Mti	: Masa total de la Fracción.

N°	: Numero.
P	: Perdida
Pn	: Porcentaje de Desintegración por Sulfato de Sodio.
Ppr	: Porcentaje Retenido en la Fracción.
Ri	: Porcentaje Retenido de la Fracción.
S.A.	: Sociedad Anónima.
Sa	: Cantidad de Arena Adherida a la Probeta.
°C	: Grados Celsius.
±	: Más Menos.
%	: Porcentaje.
Σ	:Sumatoria

INTRODUCCION

La necesidad por hacer nuestros caminos y carreteras más seguras y eficientes nos lleva a utilizar la tecnología para lograr las mezclas asfálticas con el mejor rendimiento posible en cuanto a resistencia y durabilidad. Para ello, es necesario saber las especificaciones técnicas de los materiales a usar, tanto las emulsiones como los agregados pétreos.

Los pétreos tienen diferentes propiedades según su procedencia por lo que cada obra que quiera utilizar asfalto deberá encontrar la mezcla que mejor se adecue y cumpla con los requerimientos y estándares de calidad que se exige, así como la reacción al clima y diversos tipos de carga al ser aplicada en el terreno.

Para poder determinar las propiedades físicas y mecánicas que poseen las mezclas y pétreos se someten a rigurosos ensayos basados en los manuales ya estandarizados; Norma ISSA y la norma chilena del Manual de Carreteras.

El objetivo principal es el de evaluar los materiales entregados a la empresa y así determinar las graduaciones de las partículas y conocer sus diferentes densidades para una mejor calidad de suelo actuando en conjunto con el asfalto. En el laboratorio de suelos se trabaja con la finalidad de aplicar los ensayos correspondientes a los pétreos sometidos a los diferentes diseños de mezclas, tales como tratamientos superficiales, lechadas asfálticas y micro pavimentos.

El alumno en práctica logro tomar los conocimientos suficientes para explicar en qué consisten cada uno de ellos, la forma correcta de aplicación y obtener como resultado las mejores calidades de carreteras independiente del lugar donde se encuentre o pétreo que se utilice ya sea dentro o fuera de Chile.

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES

1 ANTECEDENTES GENERALES

A continuación, se presenta un análisis que describe el objetivo de la realización de la pasantía, importancia del desarrollo en cuanto a la orientación en el rubro de la construcción y también una descripción de la empresa en la cual se realizó.

1.1 OBJETIVOS DE LA PASANTIA

El objetivo principal de la pasantía fue que el alumno en práctica lograra tomar los conocimientos suficientes para explicar en qué consisten los diseños y evaluaciones de mezclas asfálticas vistas teóricamente durante el periodo universitario, la forma correcta de aplicación de métodos y aprendiendo el análisis necesario para realizar cada ensaye de forma minuciosa y profesional, aprendiendo la dinámica de trabajo utilizada en la empresa y también adecuándose a la normativa existente y vigente en el país en cuanto a la construcción y reconstrucción de caminos y carreteras

1.2 IMPORTANCIA DEL DESARROLLO

Los áridos de Chile son muy variados según la región en que se extraigan, tanto en aspecto físico o bien químico, por lo tanto, el laboratorio de suelos es quien se encarga de analizar, ensayar y elaborar el mejor producto para dar mayor perfeccionismo al diseño de mezclas asfálticas, a su vez analiza si el árido ocupado cumple con las normativas vigentes para trabajo y para explotar las mejores características de este en mezclas con emulsión asfáltica.

En el laboratorio de suelos, el alumno tuvo la responsabilidad de realizar la mejor mezcla, para así mantener la política de calidad guiándose por el Manual de Carreteras del año 2010, y a la vez satisfacer las necesidades del cliente.



Figura 1-1: Carretera realizada por empresa

Fuente: www.quimicalatinoamericana.cl

1.3 PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

Química latinoamericana S.A es una empresa enfocada en la fabricación de productos asfálticos y emulsiones asfálticas para la pavimentación, conservación y restauración de caminos.

Nace en 1987 como una pequeña planta industrial ubicada en Viña del Mar, para años más tarde instalar su segunda planta en la ciudad de Talcahuano en el año 1994. La empresa es hoy una empresa consolidada, plenamente reconocida por sus clientes (empresas constructoras) y mandantes (M.O.P. y Concesiones), posicionada como una de las empresas con mayor experiencia en el proceso industrializado del asfalto, compitiendo con gran éxito en un mercado en que participan empresas internacionales.



Figura 1-2: Instalaciones empresa

Fuente : Elaboración propia

En marzo de 2005 Química Latinoamericana S.A., obtiene certificación ISO 9001 para su casa matriz y su planta Viña del Mar, ratificando su compromiso con la calidad de sus procesos y productos, enfocada siempre en la satisfacción de los requerimientos del cliente. Química Latinoamericana S.A., produce toda la gama de asfaltos para caminos, desde el tradicional cemento asfáltico utilizado masivamente en las mezclas en caliente, hasta las emulsiones asfálticas de última generación, que permiten aperturas al tráfico a los pocos minutos de ser aplicadas; especiales para el mantenimiento de las vías privadas, permitiéndoles reducir los tiempos de intervención de las vías minimizando molestias al usuario y los costos relacionados. La empresa utiliza una moderna flota de camiones para el transporte de sus productos, siendo cada uno de los despachos monitoreados en forma satelital, vía GPS, brindando a cada cliente la información certera y oportuna que requieren de sus pedidos. Cuenta con laboratorios altamente especializados que permiten la investigación y desarrollo de nuevos productos, unido a un estricto control de calidad para asegurar productos de primer nivel, pudiendo

además ofrecer a sus clientes servicios de dosificación, diseño y ensayos ad-hoc a los requerimientos de cada faena. Además, se cuenta con asistencia técnica profesional en terreno, para la correcta aplicación de productos. Con el objeto de brindar un servicio integral en la aplicación de los diferentes tipos de asfaltos suministrados a sus clientes y, al mismo tiempo, fomentar nuevas tecnologías en pavimentación asfáltica, Química Latinoamericana S.A., ha concretado alianzas estratégicas con destacados fabricantes extranjeros, especialistas en equipos y maquinaria para la construcción vial.

1.3.1 Ubicación empresa

La empresa hoy esta ubicada en Limache 15, El Salto, Viña del Mar, Valparaíso, Región de Valparaíso.



Figura 1-3. Mapa Satelital Empresa

1.3.2 Logo empresa



Fuente: empresa Química Latinoamericana S.A

Figura 1-4. Logo empresa

1.3.3 Funciones del Alumno Durante la Pasantía

Al alumno se le asignó la ejecución de los procedimientos de ensayo de áridos y mezclas asfálticas, los cuales, bajo constante apoyo y supervisión del laboratorista del área mecánica de suelos, se llevan a cabo trabajando en equipo, adecuándose a la normativa existente y buscando siempre cumplir con los estándares de calidad exigidos.

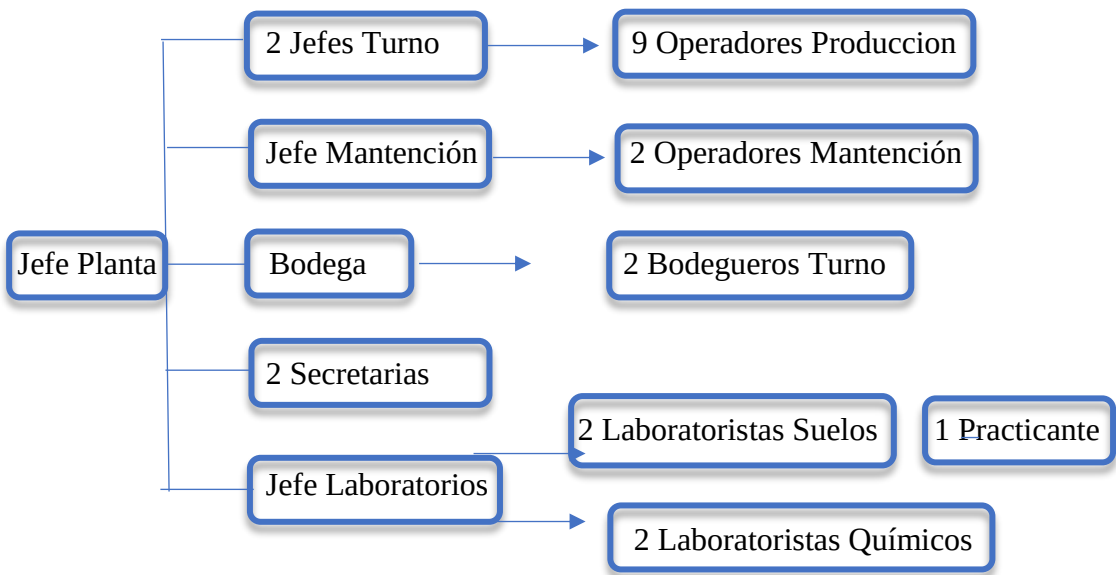
1.3.4. Cargo del jefe directo

El alumno en práctica estuvo bajo la supervisión e instrucciones del Jefe de Laboratorio, Srta. Mónica Becerra, cuyo cargo es coordinar el laboratorio químico con el de laboratorio de suelos para el logro de los objetivos propuestos. Sus responsabilidades son:

- Informar los objetivos, tareas y ensayos a realizar.
- Supervisar el cumplimiento de la política de calidad.
- Asegurar un buen mantenimiento de los equipos de trabajo.
- Evaluar las necesidades del personal a cargo.

1.3.5. Organigrama de la empresa

Se compone de diversos profesionales, los cuales, al cumplir sus tareas individuales logran el principal objetivo trabajando en conjunto:



Fuente: empresa Química Latinoamericana S.A

Figura 1-5. Organigrama empresa

1.3.6. Programación de la empresa

La programación de la empresa se relación directamente con las necesidades del cliente, ya que son las muestras de estos las que se analizan y ensayan, por ello es que se debe manejar una cantidad adecuada de almacenamiento de materiales bituminosos (asfalto y derivados), para estar preparados ante alguna realización de una obra por parte del cliente, independiente de la envergadura del proyecto.

En relación al laboratorio de suelos, es fundamental que la información entregada con respecto al diseño asfáltico que desea obtener el cliente en obra sea lo más clara y completa posible, para así garantizar la mejor calidad al momento de la construcción de la obra y obtener el comportamiento esperado en terreno.

CAPITULO 2 : INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

2.1 ASFALTO:

El asfalto es un material viscoso, pegajoso de color gris oscuro el cual es mezclado con arena o gravilla y es utilizado en construcción para la pavimentación de caminos o como revestimiento impermeabilizante de muros y tejados. Es una sustancia solida o semisólida según la temperatura ambiente; A temperatura de ebullición del agua tiene consistencia pastosa, por lo que se puede expandir con facilidad.

Los materiales asfálticos se conocen o han sido utilizados en la construcción de caminos y edificios desde la antigüedad. Los primeros asfaltos eran naturales y se encontraban en pozos, estanques y lagos de asfalto entre los que destacan el Lago Asfaltites, en Palestina, el lago de la Brea, en la isla de la trinidad y el lago de asfalto de Guanoco, Venezuela siendo este el más extenso del mundo con 75 millones de barriles de asfalto natural y 4 km².

Casi todo el asfalto que se utiliza hoy es artificial, derivado del petróleo después de extraer por refinación o destilación los componentes más volátiles.

2.1.1 Mezclas asfálticas:

Las mezclas asfálticas, también conocido como hormigón asfáltico, hormigón bituminoso o concreto bituminoso, consiste en un agregado de asfalto y materiales minerales (mezcla de varios tamaños de áridos y finos) que se mezclan juntos, se extienden en capas y se compactan.

Es el material más común en los proyectos de construcción para pavimentos de carreteras, aeropuertos y aparcamientos. Debido a sus buenas propiedades como impermeabilizante y con excelente durabilidad, ya que mediante la aplicación de calor, disminuye su viscosidad, permitiendo mezclarse con facilidad obteniéndose así una mezcla cuyas excelentes características han permitido un alto desarrollo tecnológico de su utilización en la ingeniería vial.

2.1.2 Hormigón Asfáltico Modificado:

Son hormigones Asfálticos a los cuales se les han incorporado polímeros, con el fin de obtener un producto de propiedades mejoradas (menor

susceptibilidad térmica y mayor elasticidad). De este modo se logra producir mezclas de alto desempeño tanto a bajas como a altas temperaturas de servicio.

A temperaturas elevadas el Hormigón Asfáltico Modificado con Polímeros tiene un comportamiento sólido elástico, resiste las deformaciones permanentes y el ahuellamiento; A temperaturas bajas tiene un comportamiento líquido viscoso, mantiene sus características elásticas, evitando el agrietamiento térmico. Estas mezclas presentan una mejorada resistencia a la fatiga y mejor cohesión, lo que permite obtener superficies más durables y resistentes al desgaste.

La aplicación de este producto se recomienda en pavimentos de alta calidad sometidos a condiciones climáticas y de cargas extremas, como es el caso de carreteras de alta cordillera y de caminos con pendientes fuertes y tránsito pesado. Algunas formas de mezclas asfálticas son:

- Mezcla de hormigón en caliente: Son producidas por el calentamiento del aglutinante asfáltico, lo que disminuye su viscosidad, y permite mezclar el material con el agregado de áridos. La mezcla se realiza a 150 °C para el asfalto puro, y a 160 °C si el asfalto está modificado con polímeros. La extensión y el compactado tienen que realizarse mientras el material está caliente. En muchos países el asfalto se restringe a los meses de calor porque en invierno la base compactada puede estar demasiado fría para realizar la operación. Es el material más empleado en carreteras, autopistas, aeropuertos y pistas de carreras.
- “Superpave”: Abreviatura de superior “performing asphalt pavement”, del inglés se traduciría como Pavimento de altas prestaciones. Es un pavimento diseñado para proporcionar tiempos de vida útil más largos que los pavimentos habituales. Las claves son un sistema cuidadoso de selección de ingredientes y una gran calidad de los materiales y del control de obra.
- Hormigón asfáltico templado: Se produce por la adición de zeolita, ceras o emulsiones asfálticas para realizar la mezcla. Esto permite bajar significativamente la temperatura de mezcla y extendido y disminuir el consumo de combustibles fósiles, además de disminuir la emisión de dióxido de carbono, aerosoles y vapores. También permite reducir el tiempo de construcción y ciertos aditivos facilitan sus características en la puesta.

- Hormigón asfáltico frío: Se aplican en pequeñas reparaciones con materiales capaces de alcanzar resistencias a temperatura ambiente.
- Hormigón asfáltico cut-back: Se produce disolviendo el aglutinante en queroseno u otro líquido que disminuya la fricción de los componentes y permita la mezcla. Se usa para pequeñas reparaciones, cuando no resulta rentable usar maquinaria a gran escala y calentar mezclas. Debido al uso del queroseno es muy contaminante.
- Hormigón asfáltico mástico o capa asfáltica: Se produce mediante el calentamiento del material y su oxidación en un mezclador, hasta que se licua y se puede agregar el árido. El agregado tiene entre 6 y 8 horas para ser puesto. Una vez transportado en la obra donde se vierte hasta realizar una capa fina de 2 a 3 centímetros, y también para impermeabilización de techos con una capa de 1 centímetro.
- Hormigón asfáltico natural: Puede ser producido de rocas bituminosas, de lugares muy puntuales del mundo, donde la roca sedimentaria ha sido impregnada de betún natural.

2.1.3 Degradación del Hormigón Asfáltico:

El deterioro del asfalto puede incluir piel de cocodrilo, baches, roderas, desconchones y hundimientos. En climas fríos el agua superficial puede congelarse en las grietas y en los huecos del asfalto, presionando el firme y rompiéndolo. En los climas cálidos la mezcla puede calentarse, fluyendo y generando huellas de neumáticos (roderas) y baches.

Hay dos grupos de factores que pueden destrozar el asfalto, principalmente de factores ambientales, Donde se incluye el calor, el frío, el agua y la radiación solar (incluyendo la ultravioleta) que degradan el material de forma mecánica o química. Por otro lado, tenemos el daño producido por el tráfico; El daño producido por el peso y el paso de autobuses y camiones, que genera fatiga en el material.

También puede haber accidentes puntuales por vertido de agentes químicos (especialmente aceites) o quemas encima del asfalto que lo alteran.

2.1.4 Restauración del Hormigón Asfáltico:

La vida de una carretera puede ser prolongada mediante un buen diseño y llevando a cabo buenas prácticas de mantenimiento y construcción. Durante el diseño los ingenieros miden el tráfico en la carretera, poniendo especial atención en el volumen y tipo de vehículos pesados (camiones, autobuses ...). Esto permite estimar la carga que soportará la carretera en el futuro. Tanto el pavimento como el grosor de la subbase están diseñados para soportar las cargas de ruedas. Algunas veces se usan para reforzar la subbase ciertos drenajes internos para liberar el agua que debilitaría las capas internas de la construcción.

Buenas prácticas de mantenimiento se centran en mantener el agua fuera del pavimento, la subbase y el terraplén. Manteniendo las cunetas limpias y los drenajes operativos se puede extender la vida de una carretera. Las pequeñas roturas por donde puede entrar el agua deberían ser reparadas con rapidez, para evitar que conlleven una rotura mayor que destroce la vía. Si el número de roturas se incrementa se requerirán reparaciones a mayor escala. Es mucho más barato mantener una carretera en buenas condiciones que tener que reconstruirla entera una vez que se haya deteriorado.

2.1.5 Emulsiones Asfálticas:

Las emulsiones asfálticas son micro dispersiones de cemento asfáltico en agua, más un agente emulsificador el cual actúa como estabilizador del sistema, otorgándole, además, una polaridad; Según la carga eléctrica de la emulsión, éstas se clasifican en:

Emulsiones Asfálticas Catiónicas: Las partículas de asfalto se cargan negativamente presentando afinidad por los cuerpos con carga positiva. Los emulsionantes que permiten esta polaridad son generalmente oléalos o resíalos de sosa o de potasa, u otros jabones similares.

Emulsiones Asfálticas Aniónicas: las partículas de asfalto se cargan positivamente presentando por tanto afinidad con los cuerpos de carga negativa.

Las emulsiones asfálticas se desarrollan con el objetivo de cambiar la consistencia del asfalto y darle así una trabajabilidad adecuada para cada tipo de aplicación sin la necesidad de calentarlo hasta altas temperaturas como es usual en mezclas tradicionales con cemento asfáltico.

Las principales ventajas que caracterizan el uso de emulsiones asfálticas es la considerable reducción de costos para la construcción y conservación de caminos, ya que la adecuada trabajabilidad que presentan a temperaturas menores permiten un ahorro energético considerable, esto sumado a que las aplicaciones con emulsiones son de espesores mucho menores que los utilizados en mezclas tradicionales, permitiendo ahorro en el uso de material y tiempos de construcción; De acuerdo con el tipo y la cantidad del agente emulsificador empleado, las emulsiones se clasifican en función de su tiempo de quiebre en:

- Emulsiones de Quiebre Rápido (CRS)
- Emulsiones de Quiebre Lento (CSS)
- Emulsiones de Quiebre Controlado (CQS)
- Emulsiones de Quiebre Medio (CMS)

Las emulsiones de quiebre rápido (CRS) se utilizan normalmente en sellos y tratamientos superficiales. Las de quiebre lento (CSS) se utilizan para riegos de liga, riegos neblina (Fog Seal) y lechadas asfálticas (slurry seals). Las de quiebre controlado (CQS) se utilizan en lechadas asfálticas y microaglomerados en frío (en este último caso deben ser emulsiones de quiebre controlado modificadas con polímeros).

2.1.5.1 Tipos de emulsiones y combinaciones de uso actual:

- CRS-2: Es una emulsión catiónica de quiebre rápido, de color café, estado normal líquido y de alta viscosidad. De aplicación en frío. Se utiliza principalmente para la aplicación de sellos y tratamientos superficiales en caminos con tránsito desde bajo a medio. Estos sellos o tratamientos pueden ser de aplicación simple, doble o hasta triple. También se puede utilizar en grietas o juntas, vertiéndose sobre éstas una vez que estén limpias, imprimadas y rellenas con gravilla fina.
- CSS-1 y CSS-1h: Son emulsiones catiónicas de quiebre lento, de color café y estado normal líquido. La emulsión CSS-1h tiene un residuo asfáltico más duro. De aplicación en frío y tiene una excelente afinidad con la mayoría de los agregados pétreos que existen en el país. Son ideales para ser utilizadas en riegos de liga, otorgando adherencia entre dos capas de pavimentos, como así también para la aplicación de sellos masivos en frío tipo lechada asfáltica (slurry seal) utilizados para la conservación y mantención de caminos y

carreteras con cualquier nivel de tránsito y carga. Estas emulsiones también se utilizan en riegos neblina o fog seals para sellar los tratamientos superficiales.

- CQS-1h: Es una emulsión catiónica de quiebre controlado, de color café y estado normal líquido. De aplicación en frío, tiene una excelente afinidad con la mayoría de los agregados pétreos que existen en el país. Es ideal para la aplicación de sellos masivos en frío tipo lechada asfáltica (slurry seal), utilizados para la conservación y mantención de caminos y carreteras con cualquier nivel de tránsito y carga. La principal ventaja de su utilización es que permite reducir los tiempos de apertura al tránsito en comparación con la utilización de una emulsión de quiebre lento. Adicionalmente puede ser utilizada en riegos de liga, otorgando adherencia entre dos capas de pavimentos, o en riegos neblina (fog seals) para sellar los tratamientos superficiales.
- CRS-2 Elastómera (CRS-2E): Es una emulsión catiónica de quiebre rápido, de color café, estado normal líquido y de alta viscosidad. Está modificada con polímeros y aditivos para obtener un residuo asfáltico con menor susceptibilidad térmica, mayor elasticidad y mejor adherencia. De aplicación en frío, se utiliza principalmente para la aplicación de sellos y tratamientos superficiales en caminos con tránsito desde medio a alto y/o ubicados en zonas con climas extremos. Estos sellos o tratamientos pueden ser de aplicación simple, doble o hasta triple. También se puede utilizar en grietas o juntas, vertiéndose sobre éstas una vez que estén limpias, imprimadas y rellenas con gravilla fina. Al tratarse de una emulsión modificada con polímeros, es altamente recomendable utilizarla en caminos y carreteras con altos niveles de tránsito y/o carga, en zonas con temperaturas extremas o con grandes oscilaciones de temperatura, en caminos con pendientes y curvas pronunciadas o cuestas, y cuando se desea realizar una conservación o mantención con una mayor vida útil en comparación con una aplicación realizada con emulsión tradicional.

- CSS-1h Elastomérica (CSS-1h E): Es una emulsión catiónica de quiebre lento, de color café y estado normal líquido. Está modificada con polímeros y aditivos para obtener un residuo asfáltico con menor susceptibilidad térmica, mayor elasticidad y mejor adherencia. De aplicación en frío, tiene una excelente afinidad con la mayoría de los agregados pétreos que existen en el país. La emulsión CSS-1h E es ideal para la aplicación de sellos masivos en frío tipo lechada asfáltica (slurry seal), utilizados para la conservación y mantención de caminos y carreteras con cualquier nivel de tránsito y carga.
- CQS-1h Elastomérica (CQS-1h E): Es una emulsión catiónica de quiebre controlado, de color café y estado normal líquido. Está modificada con polímeros y aditivos para obtener un residuo asfáltico con menor susceptibilidad térmica, mayor elasticidad y mejor adherencia. De aplicación en frío, tiene una excelente afinidad con la mayoría de los agregados pétreos que existen en el país. La emulsión CQS-1h E es ideal para la aplicación de sellos masivos en frío tipo lechada asfáltica (slurry seal), utilizados para la conservación y mantención de caminos y carreteras con cualquier nivel de tránsito y carga. Además es la única emulsión apta para la fabricación de microaglomerados en frío (micropavimentos), utilizados para la construcción y conservación de carreteras con altos niveles de exigencia, tanto por carga como por factores climáticos.
- QL-PRIME: Es una emulsión asfáltica de color café, estado normal líquido y baja viscosidad, la cual está especialmente diseñada para ser utilizada como imprimante en bases granulares estabilizadas, previo a la aplicación de cualquier tipo de pavimento asfáltico. QL-PRIME a diferencia de las emulsiones tradicionales, penetra en la base en forma similar a las imprimaciones con asfaltos cortados, pudiéndose aplicar en superficies secas y parcialmente húmedas. Impermeabiliza la base granular, impidiendo la migración/inmigración de la humedad, genera una adherencia adecuada entre la base y la capa asfáltica superior, proporciona una plataforma de trabajo adecuada para los equipos de construcción manteniendo la integridad de la base.

- **EMULPAVE:** Es una emulsión asfáltica desarrollada por QLSA y especialmente diseñada para fabricar mezclas para bacheo en frío en base a asfalto y gravilla. Emulsión asfáltica de manipulación en frío. Su composición especial permite fabricar mezclas para bacheo en frío utilizando el agregado pétreo apropiado. La mezcla confeccionada puede ser envasada o almacenada para posteriormente ser aplicada en tratamiento de baches.
- **EMULTACKE:** Es una emulsión asfáltica de características termoadherentes, la que ha sido íntegramente desarrollada por QLSA y especialmente diseñada para ser utilizada en riegos de liga durante trabajos de recapados con mezclas asfálticas en caliente. Por sus propiedades y características ofrece amplias ventajas con respecto a la utilización de las emulsiones tradicionalmente utilizadas para este propósito. Emulsión de aplicación en frío. Gracias a su característica termoadherente, los riegos de liga en base a Emultack presentan una baja adherencia durante el período que permanecen expuestos al ambiente, pero desarrollan una gran capacidad adherente en el instante en que se coloca la capa superior de mezcla asfáltica en caliente gracias a la elevada temperatura de ésta. Lo anterior se traduce en reducción al mínimo del fenómeno “tacking”, el cual se asocia a desprendimiento parcial de la liga cuando transitan vehículos y maquinaria durante la etapa constructiva del pavimento, previo a la colocación de la capa superior de asfalto. Más específicamente, el “tacking” ocurre debido a la adherencia que se genera entre el neumático (u oruga) y la película de asfalto residual del riego de liga. La reducción del tacking, además de garantizar una mejor eficiencia del riego de liga, evita la excesiva contaminación y suciedad de la maquinaria utilizada en la faena. También reduce la contaminación del riego de liga con agentes externos como hojas, polvo u otros elementos que caen sobre la liga especialmente en zonas con viento. La liga, al tener una baja adherencia en su momento de exposición, puede ser barrida fácilmente, eliminándose así cualquier suciedad o elemento externo previo a la colocación de la mezcla asfáltica superior. Además de las ventajas antes señaladas, Emultack tiene un desempeño incluso superior al de una emulsión modificada con polímeros como película adherente entre capas de pavimento.

2.1.6 Lechadas y Micropavimentos:

Son los más versátiles y rentables sistemas de tratamientos disponibles para la mayoría de las superficies pavimentadas, nuevas o usadas.

La lechada asfáltica es una mezcla en frío, formulada con agregados chancados y graduados, emulsión asfáltica, filler, agua y aditivos químicos. Esta mezcla se extiende en la superficie con un equipo especialmente diseñado, montado sobre un camión autopropulsado. Este equipo carga los materiales separados, los cuales están previamente dosificados y son mezclados en una cámara mezcladora de flujo continuo. Algunos beneficios de este sistema son:

- Extremadamente efectivo por su bajo costo.
- Alarga la vida del pavimento existente al protegerlo contra la oxidación y deterioro
- Proporcion una superficie durable, para todo clima, sin polvo y escurrimientos.
- Lista para usarse a pocas horas después de aplicarse
- Mejora la resistencia de deslizamientos y características para la circulación sin dejar agregados sueltos.
- Rellena grietas y vacíos, proporciona un color negro y textura en una sola aplicación.
- Solución económica para el problema de conservación de pavimentos.
- Puede ser aplicada sobre cualquier superficie, vieja o nueva sin necesidad de un riego de taponamiento o rodillado.
- Excelente adherencia a la superficie tratada
- Se trabaja en frío.

2.1.7 Tratamientos superficiales:

Constituyen una excelente técnica de pavimentación y conservación de caminos, protegiendo la superficie de rodaduras y extienden su vida útil otorgando mayor rugosidad e impermeabilización. El sello o tratamiento superficial corresponde a un riego de emulsión asfáltica de quiebre rápido seguido de la aplicación de agregado pétreo. Tanto la emulsión como el agregado deben cumplir con ciertas exigencias de calidad definidas en las especificaciones técnicas. Dependiendo de la cantidad de aplicaciones de riego asfáltico y agregado se les denomina tratamiento superficial simple (una aplicación), tratamiento superficial doble (dos aplicaciones) y tratamientos superficiales triples (tres

aplicaciones). Dentro de los principales beneficios, los tratamientos proveen una superficie económica y duradera para caminos con bases granulares que tienen tránsitos ligeros y de mediano volumen. Renueva superficies y restaura la resistencia al deslizamiento de pavimentos deteriorados por el tránsito en los cuales los agregados superficiales han comenzado a pulirse. Restaura capas de rodamientos afectadas por los agentes climáticos y da nueva vida a superficies de pavimentos resacas. Previene la penetración superficial de agua en bases granulares y pavimentos viejos que han comenzado a desintegrarse por el tiempo o a fisurarse. Es una técnica de pavimentación puede ser utilizada tanto como capa de protección sobre caminos estabilizados (tratamientos) o como conservación de pavimentos asfálticos (sellos). Permite la aplicación de una lechada asfáltica sobre un tratamiento superficial simple, técnica denominada Cape Seal, la cual suma las ventajas cualitativas de ambas técnicas.

2.1.7.1 Dosificación:

La dosificación de asfalto y áridos para los tratamientos superficiales se realiza mediante el procedimiento denominado Método de la Dimensión Mínima Promedio, el cual es aplicable a tratamientos simples, múltiples y sellos. Este método proporciona fórmulas empíricas que, junto con los resultados de los ensayos a los áridos, determinan las dosis a utilizar para el asfalto y el árido en cada aplicación. Este método se basa en los siguientes principios: Tratamientos Simples: El agregado extendido sobre la película de asfalto debe dejar un porcentaje de huecos entre partículas de aproximadamente un 50%. Luego de compactar, los huecos se reducen a un 30% y después de apertura al tránsito se reducen a un 20%. Tratamientos Múltiples: El tamaño máximo de cada aplicación debe ser aproximadamente la mitad del tamaño máximo de la aplicación precedente. Las cantidades de ligante asfáltico y de agregado para un tratamiento múltiple se determinan suponiendo que cada capa corresponde a un tratamiento simple independiente. Para tratamientos dobles, se recomienda colocar un 40% de la dosis total de asfalto en la primera aplicación y un 60% en la segunda. Para tratamientos triples se recomienda repartir el asfalto en 30% - 40% - 30%. Estas distribuciones pueden variar de acuerdo a las condiciones locales de clima, tránsito y agregado.

2.1.7.2 Aplicación:

Los Tratamientos Superficiales se utilizan para los siguientes tipos de aplicaciones:

- Tratamientos Superficiales Simples; Su espesor aproximado es de 10 a 12,5 mm (Tamaño Máximo del agregado utilizado). Se usan principalmente como sello para restaurar la superficie deteriorada de pavimentos antiguos y como acción correctiva para reparar Tratamientos Dobles mal terminados por pérdida o desprendimiento de agregado pétreo de segunda aplicación.
- Tratamientos Superficiales Dobles (DTS): Su espesor aproximado es de 20 a 25 mm (Tamaño Máximo del agregado de la primera aplicación). Se utilizan principalmente en la construcción de calzadas, en obras de mejoramiento de estándar de caminos con volúmenes de tránsito medianos a ligeros. También se emplean como revestimiento de bermas en carreteras de tránsito medio a alto.
- Tratamientos Superficiales Triples: Cape Seal: Su espesor puede llegar a los 25 mm. A nivel local se utilizan ocasionalmente para construir calzadas de caminos con volúmenes de tránsito medios a altos, en que se haga aconsejable obtener un espesor mayor que el que proporciona un DTS. Este tratamiento está constituido por una primera capa que corresponde a un tratamiento superficial simple (árido con tamaño máximo nominal $\frac{3}{4}$), y una segunda capa correspondiente a una lechada asfáltica de granulometría con tamaño máximo nominal 5 mm. Muy buena opción para recubrimiento de la estructura granular, ya que mejora las características de un DTS, ya que con la aplicación de la lechada se consigue una mejor textura superficial.

CAPITULO 3: ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 IDENTIFICACION PREVIA:

Para generar un correcto análisis del árido primero se procede a identificarlo en cuanto a su procedencia y lugar donde se ocupará, asimismo también se recibe la solicitud de diseño y desarrollo por parte de la empresa. Al recibir cualquier muestra en el laboratorio se genera una Guía de Seguimiento. Luego de esto el árido a ensayar se somete a un proceso de cuarteo para separar una parte lo más homogénea posible la cual ira al ensayo y la otra parte queda almacenada e identificada como contra muestra en el galpón de muestras de áridos. Si alguno de los ensayos arroja que el árido se encuentra fuera de especificación, se da aviso al Jefe de Laboratorio. Si el árido está dentro de la especificación, el Laboratorista entrega un informe al Jefe de Laboratorio con copia al Jefe de Área Técnico Comercial y Asistente Técnico, en el cual se determina el uso del árido ya sea para Tratamiento superficial, lechada asfáltica o micropavimento. Los muestreos y ensayos realizados se pueden orientar tanto al análisis de los áridos de la faena, como a los ensayos de las mezclas asfálticas que se producen.

3.1.1 Terminología.

- Árido: Material pétreo compuesto de partículas duras, de forma y tamaño estables.
- Árido Natural: Árido procedente de yacimientos pétreos y que no ha sido sometido a tratamiento alguno.
- Árido Tratado: Árido que ha sido sometido a tratamiento de trituración, clasificación por tamaños y/o lavado, en operaciones mecánicas controladas.
- Árido Fino: Árido que pasa por el tamiz de abertura nominal 5 mm y es retenido en el de 0,08 mm.
- Árido Grueso: Árido retenido en el tamiz de abertura nominal 5 mm.
- Árido Combinado: Árido resultante de la combinación de árido fino y árido grueso en proporciones definidas por el estudio de dosificación y que ha de emplearse en la fabricación de un hormigón.
- Árido Integral: Árido grueso y árido fino mezclados en proporción no definida.
- Granulometría de un Árido: Distribución porcentual en masa de los distintos tamaños de partículas que constituyen un árido.
- Módulo de Finura: Es un índice que sirve para clasificar los agregados pétreos en función de su granulometría.

3.1.2 Cuarteo de muestras

Los diferentes tipos y tamaños de agregados requieren que la muestra alcance para los varios ensayos a los que será sometida.

El material recibido se humedece y se homogeniza para ser reducido en cantidad a lo que la norma indica, respetando especificaciones técnicas del respectivo ensaye.



Figura 3-1. Cuarteo de Muestras

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Granulometrías:

El árido se somete a un método para tamizar y determinar la granulometría (MC 8.202.3) Es aplicable para los pétreos que se emplean en la elaboración de morteros, hormigones, tratamientos superficiales y mezclas asfálticas (micropavimento o lechada asfáltica).

Dependiendo el tamaño máximo absoluto de la muestra, se determina la masa de material a ocupar para realizar la granulometría.

Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o SUCS. El ensayo es importante ya que gran parte de los criterios

de aceptación de suelos para ser utilizados en bases o sub-bases de carreteras, presas de tierra o diques, drenajes, etc. Dependen de este análisis. Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente.

En la siguiente tabla se norman cantidades mínimas de muestra, según tamaño máximo absoluto del suelo.

Tabla 3-1.Tamaño Máximo Absoluto

Tamaño absoluto Máximo Milímetros (mm)	Cantidad de muestra a extraer en terreno (kg)	Cantidad de muestra para el ensaye (kg)
5	2	0,5
10	8	2
20	20	5
25	40	10
50	60	15
80	80	20
100	120	30
150	160	40

Fuente: Manual de carreteras

3.2. ANALISIS DE ARIDOS

Los ensayes para analizar cada árido se dividen según ya sea para tratamientos superficiales o de lechada asfáltica o micro pavimento.

3.2.1 Requisitos para Tratamientos Superficiales

En tratamientos superficiales deberán utilizarse áridos que cumplan con los requisitos granulométricos que se indican en el Manual de Carreteras y las propiedades y características de este. La banda granulométrica por emplear en la construcción será definida en la EETT del proyecto.

El material pétreo en la obra deberá acopiarse en canchas habilitadas especialmente para este efecto, de manera que no haya contaminación ni segregación de materiales.

TABLA 3-2. Granulometría de áridos para tratamientos superficiales

TAMICES Mm (ASTM)	TN 25 – 12,5	TN 20 – 10	TN 12,5 – 5	TN 10 – 2,5	TN 5 – 2,5	TN 20 – 12, 5 a	TN 20 – 12,5 b	TN 10 – 6,3 a	TN 10 – 6,3 b
40 (1 ½’')	100								
25 (1’')	90-100	100				100	100		
20 (¾’')	20-55	90-100	100			85-100	95-100		
12,5 (1/2’)	0-10	20-55	90-100	100		0-20	0-20	100	100
10 (3/8’)	0-5	0-15	40-70	85-100	100	0-7	0-5	95-100	85-100
6,3 (1/4’)	0-0,5	0-5	0-15	10-30	85-100	0-1	0-1	0-40	0-25
5 (nº4)		0-0,5	0-5	0-10	10-40	0-0,5	0-0,5	0-5	0-10
2,5 (nº8)			0-0,5	0-0,5	0-0,5			0-1	0-1
1,25(nº16)								0-0,5	0-0,5
0,08 (200)									

Fuente: Manual de Carreteras

Tabla 3-3. Tabla de ensayos de áridos para tratamientos superficiales

ENSAYE	NORMA	MÉTODO
Finos por lavado	Máximo 0.5%	8.202.4
Lajas	Máximo 10%	8.202.6
Árido Chancado	Mínimo 70%	8.202.6
Índice de Laja	Máximo 30%	8.202.7
Desgaste de los Ángeles	Máximo 25%	8.202.11
Desintegración con sulfato de sodio	Máximo 12%	8.202.17
Adherencia Estática	Mínimo 95%	8.302.29

Fuente: Manual de Carreteras

3.2.2 Requisitos para Lechadas asfálticas y Micropavimentos

Los requisitos y características que deberán cumplir estarán normados en el Manual de carreteras.

Tabla 3-4. Granulometría para Lechadas y Micropavimentos

TAMICES		BANDAS GRANULOMETRICAS			
		PORCENTAJE EN PESO QUE PASA; %			
(mm)	(ASTM)	Tipo A – 1	Tipo B – 1	Tipo C – 1	Tipo D – 1
12, 5	(1/2’')				100
10,0	(3/8’)		100	100	85 – 98
5,0	(N°4)	100	85 – 95	70 – 90	62 – 80
2,5	(N°8)	85 – 95	62 – 80	45 – 70	41 – 61
1,25	(N°16)	60 – 80	45 – 65	28 – 50	28 – 46
0,63	(N°30)	40 – 60	30 – 50	18 – 34	18 – 34
0,315	(N°50)	25 – 42	18 – 35	12 – 25	11 – 23
0,16	(N°100)	15 – 30	10 – 24	7 – 17	6 – 15
0,08	(N°200)	10 – 20	5 – 15	6 – 11	4 – 9

Fuente: Manual de Carreteras

Tabla 3-5. Ensaye de áridos pasa lechadas asfálticas

ENSAYE	NORMA	MÉTODO
Índice Plasticidad	NP	8.102.4
Partículas Chancadas	Mínimo 90%	8.202.6
Índice de trituración Total	Máximo 3,5%	8.202.8
Equivalente Arena	Mínimo 45%	8.202.9
Desgaste de los Ángeles	Máximo 25% (1)	8.202.11
Adherencia Método Estático	Mínimo 95%	8.302.29
Adherencia Riedel-Weber	0 – 5	8.302.30

Fuente: Manual de Carreteras

3.3 ENSAYOS

3.3.1 Métodos Para Agregados Pétreos.

Este método establece los procedimientos para extraer y preparar las muestras representativas de pétreos finos, gruesos e integrales para fines de ensaye.

Los Áridos deben estar limpios y libres de terrones, partículas blandas, partículas laminadas, arcillas, impurezas orgánicas, sales y otras sustancias que por su

naturaleza o cantidad afecten la resistencia o la durabilidad para todo tipo de morteros y hormigones

3.3.2. Finos por lavado

Este ensaye consiste en calcular el porcentaje de finos bajo malla N°200 (0.074mm) que contenga la muestra de áridos. Mediante un tamizado en el cual se lava el material sobre la malla hasta que los áridos mas gruesos queden completamente limpios separándolo del material fino.

3.3.2.1 Procedimiento método (M.C.8.202.4)

- Primero se pesó la tara a utilizar para la muestra.
- Luego agregamos la muestra de manera vertical y en caída libre en la tara para ser pesado y luego llevarlo al horno, por 24 horas.
- Se retira la muestra del horno y se deja enfriar al aire libre, luego pesamos la muestra para determinar el contenido de humedad del material
- Procedemos a lavar la muestra, para estos procesos se necesita la malla N° 200.
- Una vez lavado la muestra por la malla N° 200, el material retenido debe secarse en el horno por 24 horas.
- Pasadas las 24 horas se extrae el material y se pesa determinando el porcentaje de finos.



Fuente: Elaboracion propia

Figura 3-2. Ensaye Fino Por Lavado

3.3.3.1 Densidad Aparente Suelta

Este método se realiza para calcular la densidad del pétreo en un volumen conocido, esta regido por el método MC 8.202.19 del Manual de Carreteras el cual consiste en:

- Realizar un llenado con el árido a un volumen conocido de recipiente metálico, sin compactar.
- Se enrasa con barra metálica eliminando los excesos de la medida del volumen
- Se determina masa(ms) utilizando la formula $D.A.S = M_s / V(\text{volumen})$

3.3.3.2 Densidad Real, Densidad Neta y Absorción de pétreos Gruesos

Este método establece la densidad real seca, la densidad neta y la absorción de agua en pétreos gruesos. A continuación, se describe el procedimiento del método (M.C.8.202.20) y (M.C.8.202.21) del manual de Carreteras.

- Lo primero que se hace es lavar la muestra hasta remover el polvo superficial o cualquiera materia extraña adherida a las partículas.
- Secar hasta masa constante en un horno a $110^\circ \pm 5^\circ\text{C.}$, para después dejar enfriar hasta llegar a temperatura ambiente (M_s).
- Registrar su peso.
- Ya preparada la muestra se sumerge en agua a temperatura ambiente por 18 horas, para luego dejar secar a temperatura ambiente sobre un paño absorbente y se registra su peso como M_{ss} .
- Se calcula con la siguiente expresión:
Absorción de agua (%): $(M_{ss} - M_s / M_s) \times 100$

Para calcular la Densidad Neta se procede a seguir el método (M.C.8.202.21) del Manual de Carreteras:

- Se coloca la muestra en el matraz (masa seca) y se cubre con agua hasta alcanzar 3/4 aproximadamente del volumen del matraz.
- Agitar para eliminar burbujas de aire y se reposa por 1 hora.
- Finalmente se llena de agua hasta la marca de calibración y se registra la masa total (masa de la muestra seca + masa del matraz con agua).
- Se calcula utilizando la expresión:

$$D.N(kg/M3) = (Ms / Ma + Ms - Mn) \times 100$$

Para determinar la masa sumergida, se sumerge la masa en un canastillo en agua por un período de 5 minutos y se registra su masa (Msum). Calculando la densidad Real seca según la expresión :

$$\text{Densidad real seca (Kg/M3): } (Ms/Msss-Msum) \times 1000$$

3.3.4 Cubicidad de partículas

Este método establece el procedimiento para determinar el contenido porcentual de partículas, chancadas, rodadas y lajeadas de la fracción de un pétreo retenida en el tamiz 5 mm. Es aplicable a todos aquellos suelos granulares, áridos y agregados pétreos que se emplean en la construcción de las diferentes capas que conforman un pavimento, cuando las especificaciones de obra así lo estipulen. La terminológica ocupada es:

- Arista: Línea que resulta de la intersección de dos superficies fracturadas.
- Chancado: Partícula pétreo que tiene dos o más caras fracturadas y que por ello posee al menos una arista. No se considerarán como chancado a aquellas partículas que aún teniendo dos o más caras fracturadas, presenten sus cantos redondeados.
- Rodado: Partícula pétreo que no posee aristas.
- Laja: Partícula pétreo en que la razón o cuociente entre las dimensiones máxima y mínima, referida a un prisma rectangular circunscrito, es mayor que 5.

3.3.4.1 Procedimiento método (M.C.8.202.6):

- El tamaño de la muestra será tal que la masa de la fracción retenida en el tamiz 5 mm cumpla con lo indicado en la Tabla 8.202.6.A

Tabla 3-6. Cantidad de muestra de ensaye
TABLA 8.202.6.A

Tamaño Máximo Absoluto de las partículas (mm)	Masa mínima de muestra(g)
50	2000
25	1000
20	500
12.5 y menor	250

Fuente : Manual de carreteras

- Separar mediante tamizado la muestra ya acondicionada en las siguientes fracciones: entre 5 y 20 mm y sobre 20 mm. En caso de que la masa de algunas de estas fracciones represente un porcentaje inferior al 5% de la masa total de la muestra, considere la muestra de ensaye como una sola fracción.
 - Secar ambas fracciones hasta masa constante en horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$.
 - Determine la masa de las fracciones y désígnelas como A
 - Para cada fracción determine visualmente y separe las partículas chancadas y rodadas.
 - De la fracción chancada, determine con un pie de metro la laja y registre la masa de chancado sin laja como B y la masa de laja como D.
 - De la fracción rodada, determine con un pie de metro la laja y registre la masa de rodadura sin laja como C y la masa de laja como E.
 - Calcule el porcentaje de partículas chancadas de cada fracción de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Chancado(\%)} = \frac{\underline{B} + \underline{D}}{A} \times 100$$
 - Calcule el porcentaje de partículas rodadas de cada fracción de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Rodados(\%)} = \frac{\underline{C} + \underline{E}}{A} \times 100$$
 - Calcule el porcentaje de lajas de cada fracción de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Lajas(\%)} = \frac{\underline{D} + \underline{E}}{A} \times 100$$
- donde, para cada fracción:
- A: Masa de la fracción (g).
 B: Masa de chancado (g).
 C: Masa de rodadura (g).
 D: Masa de laja chancada (g).
 E: Masa de laja rodada (g).

3.3.5 Índice de Lajas

Este método establece el procedimiento para determinar el Índice de Lajas de un agregado pétreo. Este índice se emplea principalmente en agregados para tratamientos superficiales. Se define Índice de Lajas como el porcentaje en peso de partículas que tienen un espesor (dimensión mínima) inferior a 0,6 veces la dimensión media de la fracción de agregado considerada. Este método es aplicable a áridos de tamaño máximo absoluto igual o superior a 6,3 mm.

3.3.5.1 Procedimiento método (M.C.8.202.7)

- La cantidad mínima de muestra se indica en la Tabla 8.202.7.A, de acuerdo al tamaño máximo absoluto del agregado.

Tabla 3-7. Cantidad mínima de muestra

TABLA M.C.8.202.7.A

Tamaño Máximo Absoluto (mm)	Masa Mínima(g)
40	16000
25	10000
20	8000
12.5	5000
10	4000
6.3	3000

Fuente: Manual de Carreteras

- Las fracciones a considerar para el ensaye son las siguientes: 40 – 25 mm, 25 – 20 mm, 20 – 12,5mm, 12,5 – 10 mm, 10 – 6,3mm y 6,3 – 5 mm.
- Obtener por cuarteo una cantidad mínima de 100 partículas de cada fracción y registre su peso como Mti, aproximando a 0,1 g.
- Repita para cada fracción los pasos que a continuación se indican:
 - a) Fije la abertura del pie de metro (Ai) en 0,6 veces su dimensión media, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$A_i = \frac{(T_{si} + T_{li})}{2} \times 0.6$$

Donde: Ai: Abertura de pie de metro para la fracción i (mm)
 Tsi: Abertura del tamiz superior i (mm)

Tli: Abertura del tamiz inferior i (mm)

b) Hacer pasar cada una de las partículas a través de la abertura del pie de metro.

c) Pesar el total de partículas que pasan por la abertura del pie de metro y registre como Mpi, aproximando a 0,1 g.

d) Calcular el Índice de Lajas de la fracción i (Ili) de acuerdo a la siguiente expresión, aproximando a un decimal:

$$Ili = (Mpi / Mti) \times 100$$

donde: Ili : Índice de Lajas de la fracción(%)

Mti: Masa de material que pasa por abertura (g)

Mti: Masa total del ensaye de la fracción (g)



Fuente: Elaboración Propia, Laboratorio de Áridos

Figura 3-3. Índice De Lajas

3.3.6 Desgaste de los ángeles

El objetivo de este ensayo es determinar la resistencia a la trituración o abrasión de los materiales pétreos de la mezcla asfáltica. Para ello se hace actuar una carga abrasiva sobre la muestra a analizar la cual proviene de unas esferas metálicas estandarizadas. Estas trituran el material alterando su composición granulométrica como resultado y se obtiene una perdida de material con respecto a su masa inicial que determinara la calidad de este ante el desgaste o abrasión.

3.3.6.1 Procedimiento método (M.C.8.202.11)

- Se toma una muestra de material con una granulometría definida previamente a la prueba

- Se pesa y se calcula porcentaje que pasa por malla N°12 (1.7 mm de abertura).
- Se coloca dicha muestra en la maquina de Desgaste de los Ángeles por un numero de ciclos determinados siendo impactada por las esferas metálicas
- Se retira material de la maquina por completo, se pesa y se vuelve a medir variación granulométrica por la malla N°12.
- Calcular el desgaste del pétreo como el porcentaje de pérdida de masa de la muestra, aproximando a un decimal, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$P (\%) = \frac{(M_i - M_f)}{M_i} * 100$$

M_i

donde: P = Pérdida de masa de la muestra [%]

M_i = Masa inicial de la muestra [g]

M_f = Masa final de la muestra [g]



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-4. Maquina Desgaste De Los Ángeles

3.3.7 Desintegración por sulfato de Sodio

Se rige por el método (MC 8.202.17) del manual de carreteras en el cual se realizan ciclos de inmersión y secado buscando la desintegración utilizando Sulfato de Sodio 10 %. Max. Para los áridos Gruesos y Finos, también busca la desintegración utilizando Sulfato de Magnesio 15 %. Max. Para los áridos Gruesos y Finos. Este ensayo emula los cambios drásticos de temperatura (hielo y deshielo) de áridos. Este ensayo norma 2 tablas para analizar

Tabla 3-8. Desintegración Por Sulfato De Sodio N°1

Fracción	Tamaño de partículas(mm)	Masa mínima de la fracción (g)
1	5 – 10	100
2	2.5– 5	100
3	1.25 – 2.5	100
4	0.630 – 1.25	100
5	0.315 – 0.630	100

Fuente: Manual de Carreteras

Tabla 3-9. Desintegración Por Sulfato De Sodio N°2

Fracción	Tamaño de partículas (mm)	Masa de la subfracción (g)	Masa de la fracción (g)
1	50 - 63	3000 ±300	5000 ± 300
	40 - 50	2000±200	
2	25 – 40	1000±50	1500 ± 50
	20 - 25	500±30	
3	12.5 – 20	670±10	1000 ± 10
	10 – 12,5	330±5	
4	5 - 10	300±5	300 ± 5

Fuente: Manual de Carretera

3.3.7.1 Procedimiento método (M.C.8.202.17)

- Se separa el material en grueso (sobre 5 mm) y fino (bajo 10 mm)
- Se preparan fracciones de acuerdo a las tablas N°1 y N°2 para material fino y grueso respectivamente.
- Se ensayan las fracciones que tengan un ppr $\leq$ 5 % Si una subfracción del grueso tiene un ppr $<$ 3% se compone la fracción con la subfracción que exista, siempre que tenga un ppr menor o igual a 3 %.
- Se lava la muestra sobre tamiz 0.315 mm para la arena y 5 mm para el grueso
- sumergir los canastillos con las fracciones de muestra en la solución de sulfato de sodio a una temperatura de $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por un período de 17 ± 1 h.
- Completadas las horas se retiran los canastillos con las fracciones de muestra

- Se deja escurrir durante 30 ± 5 minutos y se seca hasta masa constante en horno a masa constante a temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- El ciclo de inmersión y secado se repite 5 veces en 5 días (1 vez por día).
- Finalmente se lava , se seca y se pesa cada fracción (mf) después de tamizarla de acuerdo a la norma.
- Se calculan los resultados mediante la formula:
$$P_n = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100\%$$



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-5. Ensayo De Desintegración

3.3.8 Adherencia Estática

Este método describe el cubrimiento y el procedimiento de inmersión estática a fin de determinar la adherencia del par ligante asfáltico - agregado en presencia de agua. El procedimiento se aplica a materiales bituminosos cortados, semisólidos y emulsiones asfálticas. Se mezcla el agregado seleccionado y preparado con el material bituminoso a la temperatura indicada según el tipo de ligante asfáltico empleado.

3.3.8.1 Procedimiento de método para agregados secos para asfaltos Semisólidos (M.C.8.302.29)

- Pese 100 g de agregado lavado y seco en un recipiente metálico y coloque en horno durante 1 hr a temperatura constante de 140 ± 5 °C.
- Caliente el cemento asfáltico hasta alcanzar la temperatura del agregado.
- Adicione al agregado caliente un $5,5 \pm 0,2$ % de asfalto, referido al peso del agregado seco.
- Mezcle con la espátula hasta que los materiales alcancen la temperatura ambiente o hasta que se haya obtenido el cubrimiento total de la superficie de los agregados. Si no puede obtener un cubrimiento total del agregado, caliente suavemente la mezcla en el recipiente con un mechero, hasta lograr esta condición.
- En caso que el ligante asfáltico sea tan líquido que fluya del agregado dejando un cubrimiento muy delgado, continúe el mezclado hasta que el agregado absorba todo el ligante asfáltico. El cubrimiento asfáltico del agregado debe ser total, no aceptándose puntos descubiertos.
- Una vez obtenido el cubrimiento total, deje enfriar la mezcla agregado – ligante asfáltico hasta temperatura ambiente e inmediatamente después sométala al ensaye de inmersión en agua
- Coloque el agregado cubierto en un vaso de vidrio de 600 cc
- Cubra el agregado con 400 cc de agua destilada a temperatura ambiente.
- Deje el agregado en inmersión por un período mínimo de 16 a 18 h, a la temperatura de la sala (20 ± 3 °C)
- Después del período de inmersión en agua, la adherencia de la película de ligante asfáltico o cubrimiento se determina visualmente, sin agitación y cuando la mezcla permanezca inmóvil en el agua.
- Estime el área de agregado que quede cubierta, como mayor o menor a 95%

3.3.9 Adherencia Riedel-Weber

Este método establece un procedimiento para determinar el grado de adherencia de una película de ligante asfáltico con el agregado, mediante el uso de carbonato de sodio. Se mezcla una muestra de agregado, previamente acondicionada con ligante asfáltico, y se somete a ebullición con agua destilada durante 1 min. Si no se produce despegue, la mezcla se somete a ebullición con soluciones de carbonato de sodio, de concentración creciente, tratando de producir el despegue total.

3.3.9.1 Procedimiento método (M.C.8.202.30)

- El tamaño de la muestra, de aproximadamente 200 g.
- Tamice la muestra por vía húmeda en tamiz 0,08 mm.
- Seque la muestra hasta masa constante en horno a temperatura de 110 ± 5 °C. Deje enfriar a temperatura ambiente.
- Obtenga la fracción de muestra que pasa tamiz 0,63 mm y queda retenida en tamiz 0,16 mm, descartando el resto de ella.
- Prepare la muestra en proporción de 71 volúmenes de arena por 29 volúmenes de ligante asfáltico.
- Mezcle la arena con el cemento asfáltico y caliente a 110 ± 5 °C. (18 a 26°C en emulsiones)
- Deje enfriar durante 1 h a temperatura ambiente en un recipiente abierto.
- Coloque 0,5 g de mezcla en un tubo de ensayo, agregue 6 cc de agua destilada y lleve a ebullición agitando durante 1 min.
- Una vez terminada la ebullición, llene de agua el tubo de ensayo, agite y observe el aspecto de la mezcla; habrá despegue total cuando los granos se mantengan desunidos y no se adhieran o habrá despegue parcial si los granos desunidos pegan aún entre sí.
- Puede verificar el despegue vertiendo en un vidrio reloj el contenido del tubo de ensayo, previamente agitado en agua. Si el despegue no es total las partículas permanecerán unidas en el fondo del tubo; en caso contrario las partículas despegadas serán arrastradas al vidrio reloj, donde podrán ser examinadas.
- Para la medida del grado de adherencia no considere el ligante asfáltico que se ha ido a la superficie durante la ebullición, sólo considere las partículas de agregado.
- Si este ensayo preliminar indica que la adherencia es buena, es decir no hay despegue de las partículas de agregado con el agua, tome una nueva muestra de 0,5 g de mezcla y hágala hervir durante 1 min con 6 cc de solución de carbonato de sodio de concentración creciente (Tabla 8.302.30.A), hasta lograr el despegue total.
- La concentración de la solución que produce el despegue entrega el grado de adherencia.
- Anote el comienzo y final del despegue. El grado de adherencia será 0-1, 0-2, 0-3, etc., cuando el despegue comienza con el agua destilada, para terminar con la solución 1, 2, 3, etc., de carbonato de sodio.
- El grado de adherencia será 0 cuando el despegue sea total con el agua destilada.

- Para la Adherencia con Asfaltos Cortados el procedimiento es igual al descrito, exceptuando la temperatura de mezclado que es de 60±3 °C y la temperatura de curado en horno que es de 110±5 °C,por un período de 5 h.
- Una hora después de efectuada la mezcla se coloca en horno durante 24 h a la temperatura de 35±3 °C.

3.3.9.2 Preparación de Soluciones.

Las soluciones de Carbonato de Sodio (Na₂CO₃) se indican en la Tabla 8.302.30.A. del manual de carreteras. La concentración molar M se obtiene disolviendo 106 g de Carbonato de Sodio puro y seco en 1 lt. De agua destilada. Las soluciones M/2, M/4, M/8, etc., se obtienen diluyendo la solución precedente o bien disolviendo la cantidad correspondiente de Carbonato de Sodio. Los grados de adherencia correspondientes a cada solución se designan con los números 0 a 10.

Tabla 3-10. Preparación De Soluciones

SOLUCIONES DE CARBONATO DE SODIO Y SUS GRADOS DE ADHERENCIA
(M.C.8.302.30.A)

Agua destilada Solucion Na ₂ CO ₃	Concentracion M - gl	Grado de adherencia
	M/256 - 0.414	1
	M/128 - 0.828	2
	M/64 - 1.656	3
	M/32 - 3.312	4
	M/16 - 6.624	5
	M/8 – 13.25	6
	M/4 – 26.5	7
	M/2 – 53	8
	M 106	9
Si no hay un despegue total en la solución 9		10

Fuente: Manual de Carreteras

3.3.10 Índice Trituración Total

El método es una adaptación parcial de los aspectos pertinentes de la norma británica BS-812-75; pretende medir la resistencia a la desintegración física de los áridos gruesos (40-10 mm) y finos (10 – 0,630 mm). Se define un procedimiento para determinar el valor del “Índice de Trituración” por Compresión de un árido grueso, confinado en un molde y sometido a la acción de una carga gradual de compresión. Se utiliza tanto como complemento del ensaye de Desgaste Los Angeles o para sustituirlo cuando no se disponga de éste.

3.3.10.1 Procedimiento método (M.C.8.202.8)

- El material Grueso por ensayar de aproximadamente 20 kg, deberá estar seco. Si no lo estuviera, séquelo al horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$ hasta masa constante.
- Una vez seco déjelo enfriar hasta temperatura ambiente.
- Por cada corte de material se efectúan dos ensayes, según el procedimiento que se describe.
- Los resultados obtenidos se promedian.
- Llene el molde por terceras partes, compactando cada una con 25 golpes de la varilla compactadora dados desde 50 mm de altura, en caída libre. Luego enrasede y pese, determinando el peso de la muestra (A).
- Colocar el molde con su base en la máquina de ensaye. Sobre la carga confinada coloque el pistón en posición horizontal.
- Aplique la carga de compresión en forma lenta y gradual, de modo de alcanzar el total de la carga de 400 kN en 10 min.
- Cálculo del Índice de Trituración Parcial (ITp)
Con los datos:
A : Peso de la muestra por ensayar (g).
B : Peso del material que pasó por el tamiz de finos producidos (g)
- Calcule el ITp de acuerdo a la expresión:
$$\text{ITp}(\%) = (B / A) \times 100$$
- Finalizado el ensaye, levante la carga y tamice el material ensayado para separar el fino. Pese cuidadosamente el material retenido (C) y el material fino que pasó (B).

- El material Fino por ensayar, aproximadamente 12 kg, debe tamizarse y cortarse en los tamices indicados para los grados 2,5 y 1,25 mm, que son obligatorios. El ensaye para los grados 10 y 5mm es optativo, y debe hacerse cuando los valores del Índice de Trituración obtenidos en los grados obligatorios difieran mucho entre sí.
- Por cada corte de material se efectúan dos ensayes, según el procedimiento que se describe. Los resultados obtenidos se promedian.
- Llène el molde por terceras partes, compactando cada una con 25 golpes de la varilla compactadora dados desde 50 mm de altura, en caída libre. Luego, enrase y pese.
- Asegure el molde en la base de la máquina y dé 15 golpes con el martinete, en caída libre desde 380 mm de altura, espaciados en un tiempo total de 15 s.
- Pese de nuevo la muestra determinando el peso de la muestra (A) y luego separe los finos por el tamiz que corresponda.
- Pese cuidadosamente el material retenido (C) y el material que pasó por el tamiz correspondiente(B).
- Conocidos los valores de ITp de cada grado, calcule los ITt del árido grueso y del árido fino, ponderando los ITpi según los porcentajes que cada fracción retenida (ni) representa de la muestra ensayada. Según la expresión:

$$IT(total) (\%) = \sum ITpi \times (ni / 100)$$

3.3.11 Equivalente Arena

Este método establece un procedimiento rápido para determinar las proporciones relativas de finos plásticos o arcillosos en los pétreos que pasan por la malla N°4 (5 mm). Se debe tener una probeta graduada, un pisón, un sifón, una medida, el tamiz N°4, un recipiente, un embudo, regla de enrase y una solución base diluida en agua destilada.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-6. Ensayo Equivalente Arena

3.3.11.1 Procedimiento método (M.C.8.202.9)

- Se debe colocar el sifón con la solución de ensaye sobre una altura de 1 metro, para vaciar hacia la probeta hasta la medida 4”.
- Luego se deposita en la probeta la medida que paso la malla N°4 y que fue respectivamente enrasada. Se golpea el fondo para eliminar burbujas de aire y se reposa por 10 minutos.
- Se agita manualmente 90 veces en 30 segundos o en la maquina estandarizada 90 veces en 45 segundos, para luego llenar la probeta hasta las 15” y se deja decantar por 20 minutos.
- Se registra el nivel superior de arcilla (lectura inicial) y luego se introduce el pisón lentamente para registrar el nivel superior de la arena (lectura final).
- Se evalúa finalmente el % equivalente por la siguiente formula:

$$\% E.A = (\text{lectura final} / \text{lectura inicial}) \times 100$$

3.4 PRUEBAS DE MEZCLAS ASFALTICAS

Las pruebas que se realizaran a continuación son los análisis realizados a los áridos enviados por los clientes con una emulsión asfáltica requerida por el cliente o recomendada por los buenos resultados obtenidos al realizar los ensayos de mezcla.

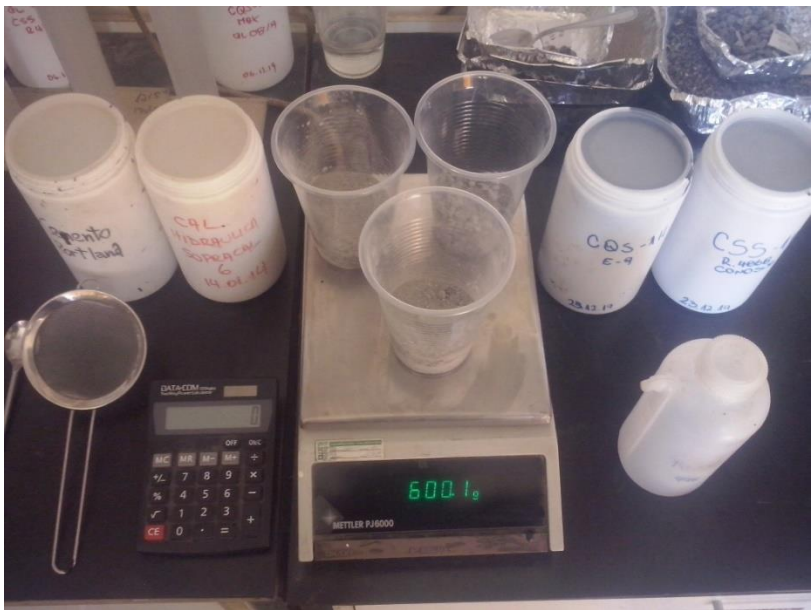
3.4.1 Emulsiones y Fillers

Las emulsiones asfálticas son la dispersión de pequeñas micro-partículas de asfalto dentro de una matriz acuosa. Las emulsiones típicamente contienen entre un 40% al 75% de asfalto, son líquidos de consistencia que van desde fluidas hasta muy viscosas. El tamaño de la partícula está en un rango desde 0.01 a 20 micrones de diámetro.

3.4.2 Filler Mineral

De acuerdo a la norma ASTM D 546 – AASHTO T37, se pueden utilizar indistintamente como relleno mineral el cemento Portland, cal hidratada o cal hidráulica, con un porcentaje máximo del 2%.

La adición de este relleno mineral tiene como finalidad incrementar las propiedades de manejabilidad en la mezcla, así como, mejorar la parte fina de la curva granulométrica de los agregados, influyendo en el comportamiento a la ruptura y curado del mortero asfáltico.



Fuente: Elaboracion Propia Labortorio de Áridos

Figura 3-7. Ensayo Con Fillers

3.4.3 Rueda de Carga

Este método se utiliza para establecer el límite máximo del contenido de ligante en lechadas asfálticas mediante el procedimiento de la rueda de carga. En este método Una probeta confeccionada con lechada asfáltica, previamente acondicionada, se

somete al paso repetido de una rueda de goma cargada. Luego se cubre con arena caliente para, posteriormente, someterla a nuevos ciclos de carga. La cantidad de arena adherida es un indicador del exceso de ligante que tiene la probeta. Se utiliza una maquina capaz de recorrer una longitud de 12" en forma recíproca, a una frecuencia de 44 ciclos/min.

3.4.3.1 Procedimiento método (M.C.8.302.53) Porcentaje máximo de ligante En lechadas asfálticas.

- Antes de confeccionar las mezclas, mantenga todos los materiales a 25°C durante al menos 60 min.
- Elija el molde para preparación de probetas, considerando que el espesor de éste debe ser aproximadamente 1,25 veces el Tamaño Máximo Nominal (mm) del agregado.
- Cubra con papel mantequilla las placas galvanizadas y esparza sobre ellas una capa delgada de vaselina sólida.
- Centre el molde elegido sobre la placa galvanizada.
- Tome una muestra de acuerdo a lo señalado en 5.4, e incorpórole una determinada cantidad de agua (porcentaje referido al agregado seco).
- Mezcle hasta obtener un color uniforme.
- Incorpore la cantidad necesaria de emulsión y revuelva hasta homogeneizar completamente la mezcla. El tiempo de mezclado no debe ser menor que 1 min ni superior que 3 min.
- Vacíe la mezcla dentro del molde y enrase.
- Coloque la mezcla con molde y base en un horno a 60 ° C y seque hasta masa constante (mínimo 15h).
- Desmolde Probeta y deje enfriar a T° constante.
- Coloque la probeta en el soporte de la rueda de carga y sujétela usando las golillas y los respectivos tornillos de sujeción.
- Limpie prolijamente la rueda del equipo, usando para este efecto agua o algún solvente volátil que no dañe la goma.
- Coloque la rueda sobre la probeta y ponga el peso necesario sobre la caja superior.
- Lleve el contador de ciclos a cero y luego ponga el equipo en funcionamiento.
- Mantenga la probeta bajo observación. Si transcurrido un determinado tiempo se observara brillo en la superficie de la probeta, agregue la cantidad suficiente de agua para impedir la adherencia rueda-probeta. Registre el número de revoluciones al cual se inicia este fenómeno.

- Transcurridos 1.000 ciclos, detenga la máquina y descárguela. Saque la probeta de su soporte y lávela para eliminar partículas sueltas. Luego colóquela en un horno a 60 ° C hasta alcanzar masa constante. Registre este valor como M_i .
- Ponga nuevamente la probeta en el soporte de la rueda de carga y centre sobre éste el marco para arena.
- Caliente 200 g de arena a una temperatura de 82°C y espárzala uniformemente dentro del marco. Cubra la arena con la placa metálica, apoye inmediatamente la rueda cargada sobre la placa y complete 100 ciclos.
- Desarme el conjunto probeta - marco - placa metálica sobre un recipiente para desechos y golpeesuavemente para remover la arena no adherida.
- Pese la probeta y registre su masa como M_f .
- Determine la cantidad de arena adherida a la probeta, de acuerdo a la expresión:

$$S.A. = (M_i - M_f) / A \text{ (g/m}^2\text{)}.$$

Donde: S_a : Cantidad de arena adherida a la probeta (g/m²).}

M_i : Masa inicial de la probeta (g).

M_f : Masa final de la probeta (g).

A : Area de probeta para adherencia de arena (m²)



Fuente: Elaboración Propia en Laboratorio de Áridos

Figura 3-8. Ensaye Rueda De Carga

3.4.4 Placa Vialit.

Este método describe el procedimiento que debe seguirse para valorar adhesividad, así como la resistencia al desprendimiento existente entre los áridos y el residuo asfáltico de una emulsión asfáltica elastomérica, mediante la placa Vialit. El procedimiento se aplica fundamentalmente a los materiales empleados en tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla, en los que se utiliza como ligante una emulsión asfáltica elastomérica. También se puede aplicar para evaluar emulsiones asfálticas convencionales. El ensayo consiste en incrustar cien gravillas calibradas sobre una película de ligante extendida en una placa metálica; una vez curado el ligante, se coloca la placa invertida sobre tres apoyos horizontales y se la somete al impacto producido por la caída de una bola de acero, valorando el estado de las gravillas desprendidas y de las que han permanecido adheridas a la placa. Mediante el ensayo se valora la adhesividad así como la resistencia al despegue o agarre que presenta la unión árido-ligante en este tipo de materiales, tanto con áridos inicialmente en estado seco como en estado húmedo. También puede ser útil para evaluar la eficacia de mejoradores de adhesión.

3.4.4.1 Procedimiento método (M.C.8.302.20) Ensaye para emulsiones modificadas mediante placa Vialit.

- Se seca en el horno, a 105 - 110° C, una cantidad representativa y suficiente de los áridos que se vayan a utilizar en la obra.
- Según su granulometría, se tamizan para obtener una o más de las siguientes fracciones de ensayo (dado que el ensayo debe realizarse con los áridos en el mismo estado de limpieza que tengan en la obra, hay que cuidar que todas estas manipulaciones no alteren sustancialmente este estado)
- En general se puede utilizar cualquier ligante que sea apropiado para los tratamientos superficiales con riego, como es el cemento asfáltico, emulsiones y eventualmente otros materiales asfálticos. En la Tabla 8.302.20.A se indican los aportes de ligante en función del tamaño de la gravilla.

Tabla 3-11. Cantidad De Ligante
CANTIDAD DE LIGANTE RESIDUAL (kg/m2) 8.302.20.A

Tipo de Ligante	Gravilla o Tamaño (mm)		
	4 / 6	6 / 10	10 / 14
Cemento Asfáltico	1.0	1.1	1.3
Alquitranes	1.0	1.2	1.6
Asfaltos Líquidos	1.0	1.1	1.3
Asfaltos Fluxados	1.0	1.1	1.2
Emulsiones Asfálticas	0.8	1.0	1.2

Fuente: Manual de Carreteras

- Cuando utilice como ligante una emulsión bituminosa, una vez pesada sobre la placa la cantidad adecuada, añada las cien gravillas y deje en reposo la placa sobre una superficie horizontal hasta que, una vez quebrada la emulsión, el betún residual alcance la necesaria consistencia para poder realizar el ensayo.
- El ensayo se realiza normalmente a una temperatura ambiente no inferior a 10° C, dejando las placas en estas condiciones antes de ensayarlas durante un mínimo de media hora.
- Se nivela el dispositivo para ensayo y se coloca la placa en posición invertida, con los áridos hacia abajo, apoyada sobre las puntas de las tres varillas de soporte. El ensayo consiste en dejar caer una bola metálica libremente, soltándola desde la canaleta inclinada hasta que golpea en el centro de la placa. La caída se repite tres veces en menos de 10 segundos.
- Terminado el ensayo, recoja todas las gravillas desprendidas. A continuación, observe la placa y arranque todas aquellas que puedan desprenderse con la mano; el conjunto de todas las gravillas así recogidas, desprendidas y arrancadas a mano, se divide en dos grupos:
 - a: Número de gravillas no manchadas por el ligante.
 - b: Número de gravillas manchadas por el ligante.
- Se define la adhesividad en porcentaje como:
Adhesividad mediante placa Vialit = 100 – a
- Calcule y exprese como resultado del ensayo de Adhesividad con la placa Vialit, el valor medio obtenido de tres placas ensayadas en estas condiciones.

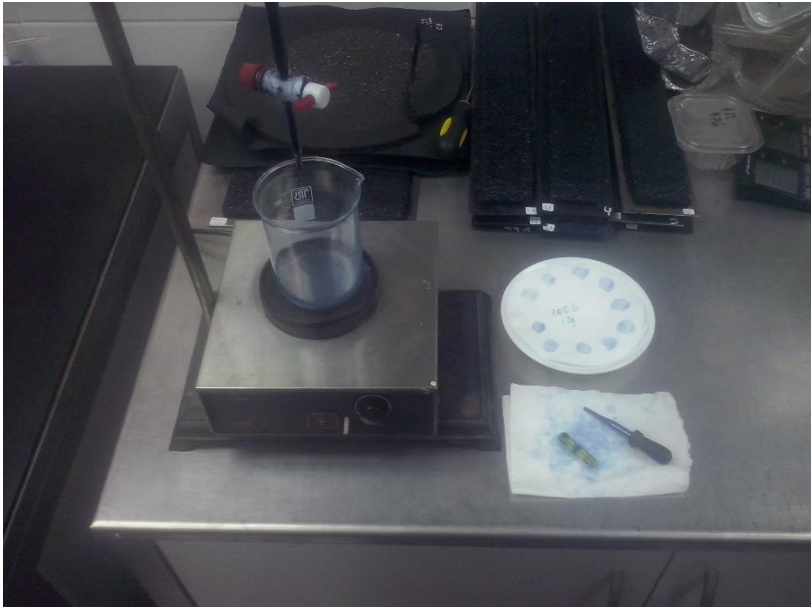


Fuente: Elaboración propia en Laboratorio de áridos

Figura 3-9. Ensaye Placa Vialit

3.4.5 Azul de Metileno (ISSA TB 145)

Este ensayo a través de los valores de reactividad de los finos del agregado nos determina las características del emulsificante químico a utilizar en el diseño de la emulsión asfáltica y porcentaje de aditivo retardador.



Fuente: Elaboración propia en Laboratorio de Áridos

Figura 3-10. Ensaye Azul De Metileno

3.4.6 Abrasión en medio húmedo para Lechadas Asfálticas

Este método se utiliza para determinar la resistencia al desgaste por abrasión bajo agua de probetas de lechada asfáltica; es una simulación que correlaciona el comportamiento en laboratorio con el desempeño a escala real de las lechadas asfálticas. Mediante este procedimiento se determina el contenido mínimo de ligante necesario para obtener una lechada con la cohesión suficiente para resistir la acción abrasiva producida por el tránsito. El Método 8.302.46 es una adaptación de la norma ASTM D 3910 – 96.

Para este ensayo se utiliza una maquina Revolvedora Mecánica Planetaria La cual trabaja abrasivamente haciendo que el material pierda masa y se pueda representar como la perdida que sufriría el suelo al contacto constante con automóviles y camiones.

3.4.6.1 Procedimiento método (M.C.8.302.46)

- Antes de confeccionar las mezclas, todos los materiales deben mantenerse a 25°C durante, al menos, 60 min.
- Cubra con papel mantequilla la base para probetas y esparza sobre él una capa delgada de vaselina sólida.
- Centre el molde elegido sobre la base para probetas.
- Tome una de las muestras de 1.000 g e incorpórole una determinada cantidad de agua (porcentaje referido al agregado seco).
- Mezcle hasta obtener un color uniforme.
- Incorpore la cantidad correspondiente de emulsión y revuelva hasta homogeneizar completamente la mezcla. El tiempo de mezclado no debe ser menor que 1 min ni superior que 3 min.
- Vacíe la mezcla dentro del molde y enrase con el mínimo de manipulación.

- Coloque la mezcla con molde y base en un horno a 60°C y seque hasta masa constante (mínimo 15h)
- Desmolde la probeta y deje enfriar a temperatura ambiente.
- Pese la probeta y registre su masa como M_i .
- Coloque la probeta en un baño de agua a 25°C durante 60 a 75 min.
- Saque la probeta del agua y colóquela en el recipiente metálico de la máquina de abrasión, fijándola con las mordazas.
- Cubra completamente la probeta con agua a 25°C. La altura del agua sobre la probeta deberá ser de 6 mm como mínimo.
- Apoye libremente el cabezal de abrasión sobre la superficie de la probeta; asegúrese de la perpendicularidad del eje del cabezal con la superficie de la probeta.
- Ponga en marcha la máquina de abrasión durante 5 min.
- Determine el área (m^2) de la probeta sometida a desgaste; désignela como A.
- Retire la probeta de la máquina de abrasión y lávela removiendo todo el material suelto.
- Seque la probeta en un horno a 60°C hasta masa constante.
Retire la probeta del horno y deje enfriar a temperatura ambiente.
- Pese la probeta y registre su masa como M_f .
- Determine el desgaste por abrasión bajo agua con la siguiente expresión, aproximando al entero.
donde: $D.B.A. = (M_i - M_f) / A$
D.B.A. : Desgaste por abrasión bajo agua (g/m²).
 M_i : Masa de la probeta seca antes del desgaste (g).
 M_f : Masa de la probeta seca después del desgaste (g).
A : Area de desgaste de la probeta de lechada asfáltica (m²).
- El resultado del ensaye será el valor promedio de tres determinaciones, aproximando a números enteros.

MAQUINA DE ABRASION



Fuente: Elaboración propia en laboratorio de áridos

Figura 3-11. Ensaye De Abrasión

CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

Los ámbitos aprendidos y aplicados corresponden al área de obras civiles, y mecánica de suelos, ramos vistos teóricamente en el transcurso de la carrera los cuales fueron practicados y realizados con eficacia por el alumno en la empresa, apoyando y manteniendo los estándares de calidad de la misma, dando así la tranquilidad y confianza a sus clientes, tanto a nivel nacional como del extranjero.

Se logro el objetivo principal de la pasantía el cual consistía en comprender los ensayos y análisis indicados por el Manual de Carreteras, entendiendo la importancia de conocer la granulometría del árido fino y grueso ya que es primordial a la hora de hacer un diseño de mezclas con esos áridos teniendo un mayor conocimiento y control sobre su comportamiento.

La densidad y absorción en los áridos también son de vital importancia en un material ya que estas afectan la relación ligante-árido en una mezcla variando considerablemente su durabilidad.

BIBLIOGRAFIA

WWW.QUIMICALATINOAMERICANA.CL

GOBIERNO DE CHILE, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Vialidad. Manual de Carreteras, Volumen N°8. Especificaciones y métodos de muestreo, ensaye y control. CHILE, 2013.

GOBIERNO DE CHILE, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Vialidad. Manual de Carreteras, Volumen N°5. Especificaciones técnicas generales de la construcción. CHILE, 2013.

INTERNATIONAL SLURRY SURFACING ASSOCIATION (ISSA).

ANEXOS

ANEXO A: IDENTIFICACION DE MUESTRA



CERTIFICADOS ISO 9001: 2008
IDENTIFICACION DEL ARIDO

GSM ()	:.....
Cliente	:.....
Fecha recepción árido	:
Faena	:.....
Tramo	:.....
Tipo Producto	:.....
Tipo Material	:.....
Fecha Toma Muestra	:.....
Estado	:.....
OBSERVACIÓN	:.....
Entregado por	:.....
Recibido por	:.....

Fuente: Química Latinoamérica L.A.

Figura D-1. Identificación del árido

ANEXO B: SOLICITUD DE DISEÑO

		SOLICITUD DE DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS			
USO EXCLUSIVO QLSA					
SDMA	65-13	GSM ASOCIADO	924	LUGAR DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	VIÑA DEL MAR
USO CLIENTE (COMPLETAR LOS ESPACIOS SOMBREADOS)					
A. DATOS CLIENTE					
FECHA	24/12/2013				
EMPRESA	CONSTRUCTORA VISOL S.A				
NOMBRE CONTRATO	Conservación Red Vial Comunal, Conservación Periódica Ruta A-65 Sector Cruce Ruta A-653, Cruce La Cascada, Provincia del Tamarugal, Región				
NOMBRE DEL SOLICITANTE	Rodrigo Vidal	CARGO	Gerente de Maquinaria		
FONO CONTACTO	74983951	E-MAIL CONTACTO	rvidal@cvisol.cl		
B. TRABAJO SOLICITADO (marcar con una cruz el (los) tipo(s) de trabajo (s) y la(s) emulsión(es) a utilizar)					
X	1. LECHADA ASFÁLTICA	X	CSS-1H	X	CQS-1H
					CSS-1H E CQS-1H E
	2. MICRO PAVIMENTO		CQS -1H E		
X	3. TSS (TRATAMIENTO SUPERFICIAL SIMPLE)	X	CRS -2		CRS -2 E TMDA O FACTOR T
X	4. DTS (TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE)	X	CRS -2		CRS -2 E TMDA O FACTOR T
5. CAPE SEAL -> SELECCIONAR LAS EMULSIONES PARA LECHADA Y PARA TSS EN LOS PUNTOS 1 Y 3 (ARRIBA)					
	6. ANÁLISIS DE PENETRACIÓN DE IMPRIMANTE		QL PRIME		MC - 30
	OTRO				
REFERENCIA PARA LAS ESPECIFICACIONES:		MANUAL DE CARRETERAS, VOL. V. VERSION 2010			
C. DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS					
1	IDENTIFICACIÓN:	Gravilla 3/4"			
	MATERIAL:	Gravilla	CANTIDAD TOTAL (ej.: 40 kg, 5 lt):	45 kg.	
	PROCEDECIA:	Pozo Sagasca			
	FORMA DE ENVÍO (ej.: 2 sacos de 20 kg c/u., 1 bidón de 5 lt, etc.)	1 SACOS			
2	IDENTIFICACIÓN:	Gravilla 3/8"			
	MATERIAL:	Gravilla	CANTIDAD TOTAL (ej.: 40 kg, 5 lt):	45 Kg.	
	PROCEDECIA:	Pozo Sagasca			
	FORMA DE ENVÍO (ej.: 2 sacos de 20 kg c/u., 1 bidón de 5 lt, etc.)	1 SACOS			
3	IDENTIFICACIÓN:	Polvo Roca			
	MATERIAL:	Polvo Roca	CANTIDAD TOTAL (ej.: 40 kg, 5 lt):	60 Kg.	
	PROCEDECIA:	Pozo Sagasca			
	FORMA DE ENVÍO (ej.: 2 sacos de 20 kg c/u., 1 bidón de 5 lt, etc.)	1 SACOS			
4	IDENTIFICACIÓN:				
	MATERIAL:		CANTIDAD TOTAL (ej.: 40 kg, 5 lt):		
	PROCEDECIA:				
	FORMA DE ENVÍO (ej.: 2 sacos de 20 kg c/u., 1 bidón de 5 lt, etc.)				
D. OBSERVACIONES					
Dosificar con ambas gravillas, ya que, aun no está definido por la Inspección Fiscal.					

ANEXO C: EJEMPLO PRE-INFORME



CERTIFICADOS ISO 9001 : 2008



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

Viña del Mar, 02 de Enero de 2013

PRE-INFORME DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS N° 001/13
DOSIFICACIÓN MICROAGLOMERADO EN FRÍO

1. Datos Contrato

Nombre Contratista: Vecchiola S.A.
Nombre Contrato: Conservación Red Vial Comunal (Conservación Periódica C-416, Cruce Ruta 5-Caleta Totoral, km. 0 al km 45, Provincia de Copiapó, Región de Atacama)

2. Identificación de los Materiales

2.1 Áridos
Tipo de Material: Arena banda B-1
Procedencia: Pozo km. 21,100, Ruta C-416

Tamaño de Muestra: 1 SACO 45 KGS C/U.
GSM (S): 857

2.2 Emulsión Asfáltica
Tipo de Emulsión: CQS-1H Elastomérica
Procedencia: FÁBRICA QLSA - VIÑA DEL MAR

2.3 Agua
Procedencia: FÁBRICA QLSA - VIÑA DEL MAR

3. Análisis de los Áridos

3.1 Granulometría (M.C. 8.202.3)

Tamiz		% en peso que pasa*	Especificación		Tolerancia Acopio*
mm.	ASTM		Tipo (B-1)	Tipo (C-1)	
12,5	1/2"	100	100	100	
10,0	3/8"	100	100	100	
5,0	# 4	92	85 - 95	70 - 90	± 5 %
2,5	# 8	78	62 - 80	45 - 70	± 5 %
1,25	# 16	63	45 - 65	28 - 50	± 5 %
0,63	# 30	49	30 - 50	18 - 34	± 5 %
0,315	# 50	36	18 - 35	12 - 25	± 4 %
0,16	# 100	21	10 - 24	7 - 17	± 3 %
0,080	# 200	8	5 - 15	5 - 11	± 2 %

* Tolerancia de acopio según M.C. - Tabla 5.406.202.D

3.2 Ensayos de Aridos

Ensayo	Resultado	Exigencia	Método
Equivalente Arena, (%)	61,3	Min. 60	M.C. 8.202.9 (LNV 71)
Partículas Chancadas, (%)	100	Min. 100	M.C. 8.202.6 (LNV 3)
Humedad, (%)	0	-	M.C. 8.102.2
Densidad Neta, ρ_n (kg/m ³)	EN ANALISIS	-	M.C. 8.202.20 (LNV 68)
Densidad aparente suelta, ρ_{as} (kg/m ³)	1700	-	M.C. 8.202.19 (LNV 67)
Área Superficial, (m ² /kg)	15,98	-	M.C. 8.202.13
Azul de Metileno, (1 ml $\equiv$ 1 mg AM)	4,5	-	ISSA TB - 109
Desintegración por Sulfato de Sodio (%)	EN ANALISIS	Máx. 12	M.C. 8.202.17
Desgaste Los Ángeles (%)	EN ANALISIS	Máx. 25*	M.C. 8.202.11 (LNV 75)

(*) El proyecto podrá indicar otro valor, debidamente justificado, el cual no podrá superar el 35%

www.quimicalatinoamericana.cl
Gerencia: Magdalena N° 265, Las Condes - Santiago, Fono/Fax: (56)(2)233 55 88- E-mail: ventas@qlsa.cl
Planta Viña del Mar: Limache esq. Calle 5 N°15 - El Salto, Fono/Fax: (56)(32) 267 26 95
Planta Talcahuano: Camino Lengua N°3341- Tacahuano, Fono/Fax: (56)(41)2414049

CONTINUACION ANEXO C 1:

Tipo de Emulsión Asfáltica: CQS-1H Elastomérica				
Análisis	Resultados	Especificación		Método
		Min.	Máx.	
Viscosidad a 25°C, (SSF)	50	20	50	M.C. 8.302.12
Sedimentación 7 días, (%)	4,4	-	5	M.C. 8.302.5
Tamizado, (%)	0,01	-	0,1	M.C. 8.302.5
Carga de Partícula	Positiva	Positiva/Negativa		M.C. 8.302.5
Residuo por destilación, (%)	65,9	62	-	
Ensayes al Residuo				
Viscosidad Brookfield, (60°C), Poise	16700	Informar		M.C. 8.302.24
Penetración a 25°C, 100g, 5s, (0,1 mm.)	66	40	90	M.C. 8.302.3
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min., (cm.)	50,4	40	-	M.C. 8.302.8
Punto de Ablandamiento, (°C)	60,5	Informar		M.C. 8.302.16
Índice de Fraass, (°C)	-18	-	-17	M.C. 8.302.17
Recuperación Elástica por Torsión, (%)	30	Informar		NLT 329/91
Recuperación Elástica, 13°C, 20cm, 1h (%)	72,5	20	-	M.C. 8.302.19

5. Ensayos de Adherencia

Ensayes	Resultados	Especificación	Método
Método Estático a 25°C	EN ANALISIS	Min. 95%	M.C. 8.302.29 (LNV 9*)
Riedel - Weber	EN ANALISIS	0 - 5	M.C. 8.302.30 (LNV 10)
Desprendimiento Húmedo	EN ANALISIS	Máx. 10%	ISSA TB - 114

(*) El método 8.302.29(LNV 9) es una adaptación de la norma ASTM D 1664 - 80.

6. Confección de Mezclas para diseño de la Lechada Asfáltica

COMPONENTE	PORCENTAJES REF. AL AGREGADO SECO (%)			MÉTODO
	1	2	3	
Contenido de Emulsión Teórico (Et)	11,0			LNV 3.2.1.2
Contenido de Emulsión (E1)	9,5	11	12,5	-
SELECCIONAR	0,0	0,0	0,0	-
Agua de premezclado (W1, W2 y W3) *	8,0	7,5	7,0	M.C. 8.302.45
Agua total en la mezcla (W)	11,3	11,3	11,3	M.C. 8.302.52

(*) El agua de premezclado para la mezcla N°1 (W1) se determina según ensaye de consistencia (M.C. 8.302.45).
W2 y W3 se calculan para mantener el agua total de la mezcla (W) en los tres casos, y así conservar la consistencia de la mezcla N° 1.

7. Ensayos a las Mezclas

PRUEBAS	MEZCLA			ESPECIF.	MÉTODO
	1	2	3		
Tiempo de Mezclado, (s)	+60	+60	+120	Min. 120	ISSA TB-113
Consistencia, (cm.)	2,5	2,9	3,6	2 - 3	M.C. 8.302.45
Cohesión húmeda, 30 min., (kg-cm)	-	-	-	Min. 12	
Cohesión húmeda, 60 min., (kg-cm)	17	17	18	Min. 20	
Cohesión húmeda, 90 min., (kg-cm)	21	22	22	-	ISSA TB-139
Cohesión húmeda, min., (kg-cm)	-	-	-	-	
Cohesión húmeda, min., (kg-cm)	-	-	-	-	
Rueda Cargada L.W.T., (g/m²)	125	170	251	Máx. 540	M.C. 8.302.53*
Desplazamiento Lateral, (%)	< 5	< 5	< 5	Máx. 5	ISSA TB - 147
Abrasión Húmeda,1 hora inmersión (g/m²)	1255	900	756	Máx. 540	M.C. 8.302.46*
Abrasión Húmeda,6 días inmersión (g/m²)	EN ANALISIS	EN ANALISIS	EN ANALISIS	Máx. 800	M.C. 8.302.46*

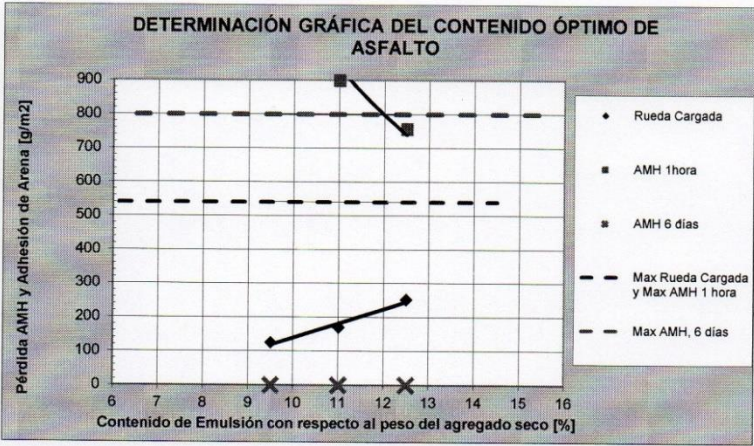
(*) Especificación según Manual de Carreteras (5.406.301)

CONTINUACION ANEXO C 2:

8. Determinación Gráfica del Contenido Óptimo de Emulsión.

Cantidad máxima de arena adherida para verificar diseño según Rueda Cargada

TMDA Vehículos/día	Adhesión de Arena g/m ² Máx.
0 a 500	750
500 a 1500	650
1500 a más de 3000	540



Contenido máximo de emulsión

Contenido mínimo de emulsión

Contenido óptimo de emulsión

#DIV/0!

Dosificación Recomendada con respecto al peso del agregado seco

Emulsión CQS-1H Elastomérica	#DIV/0!	± 0,5%
SELECCIONAR	0,0%	± 0,2%
Agua	#DIV/0!	± 2,0%

9. Comentarios

- El análisis granulométrico indica que el árido es cercano a banda B-1.
- Las cohesiones se realizaron a una temperatura ambiental de 25°C y, la apertura al tránsito se puede dar aproximadamente a los 90 minutos.

Atentamente,

RODRIGO MATURANA E.
LABORATORISTA VIAL

www.quimicalatinoamericana.cl

Gerencia: Magdalena N° 265, Las Condes - Santiago, Fono/Fax: (56)(2)233 55 88- E-mail: ventas@qlsa.cl
Planta Viña del Mar: Limache esq. Calle 5 N°15 - El Salto, Fono/Fax: (56)(32) 267 26 95
Planta Talcahuano: Camino Lenga N°3341- Tacahuano, Fono/Fax: (56)(41)2414049

ANEXO D: EJEMPLO INFORME



CERTIFICADOS ISO 9001 : 2008



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

Viña del Mar, 15 de Enero de 2013

INFORME DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS N° 001/13

DOSIFICACIÓN LECHADA ASFALTICA

1. Datos Contrato

Nombre Contratista:

Vecchiola S.A.

Nombre Contrato:

Conservación Red Vial Comunal (Conservación Periódica C-416, Cruce Ruta 5-Caleta Totoral, km. 0 al km 45, Provincia de Copiapó, Región de Atacama)

2. Identificación de los Materiales

2.1 Áridos

Tipo de Material:

Arena banda B-1

Procedencia:

Pozo km. 21,100, Ruta C-416

Tamaño de Muestra:

1 Saco 45 Kg

GSM (S):

857

2.2 Emulsión Asfáltica

Tipo de Emulsión:

CQS-1H Elastomérica

Procedencia:

Fábrica QLSA - Viña del Mar

2.3 Agua

Procedencia:

Fábrica QLSA - Viña del Mar

3. Análisis de los Áridos

3.1 Granulometría (M.C. 8.202.3)

Tamiz		% en peso que pasa*	Especificación				Tolerancia Acopio*
mm.	ASTM		Tipo (A-1)	Tipo (B-1)	Tipo (C-1)	Tipo (D-1)	
12,5	1/2"	100				100	
10,0	3/8"	100		100	100	85 - 98	
5,0	# 4	92	100	85 - 95	70 - 90	62 - 80	± 5 %
2,5	# 8	78	85 - 95	62 - 80	45 - 70	41 - 61	± 5 %
1,25	# 16	63	60 - 80	45 - 65	28 - 50	28 - 46	± 5 %
0,63	# 30	49	40 - 60	30 - 50	18 - 34	18 - 34	± 5 %
0,315	# 50	35	25 - 42	18 - 35	12 - 25	11 - 23	± 4 %
0,16	# 100	21	15 - 30	10 - 24	7 - 17	6 - 15	± 3 %
0,080	# 200	8	10 - 20	5 - 15	5 - 11	4 - 9	± 2 %

* Tolerancia de acopio según M.C. - Tabla 5.406.202.D

3.2 Ensayos de Aridos

Ensayo	Resultado	Exigencia	Método
Equivalente Arena, (%)	61,3	Mín. 45	M.C. 8.202.9 (LNV 71)
Partículas Chancadas, (%)	100	Mín. 90	M.C. 8.202.6 (LNV 3)
Humedad, (%)	0	-	M.C. 8.102.2
Densidad Neta, ρ_n (kg/m ³)	2730	-	M.C. 8.202.20 (LNV 68)
Densidad aparente suelta, ρ_{as} (kg/m ³)	1700	-	M.C. 8.202.19 (LNV 67)
Área Superficial, (m ² /kg)	15,98	-	M.C. 8.202.13
Azul de Metileno, (1 ml $\equiv$ 1 mg AM)	4,5	-	ISSA TB - 109
Desgaste Los Angeles (%)	24	Máx. 25*	M.C. 8.202.11 (LNV 75)

(*) El proyecto podrá indicar otro valor, debidamente justificado, el cual no podrá superar el 35%

www.quimicalatinoamericana.cl

Gerencia: Magdalena N° 265, Las Condes - Santiago, Fono/Fax: (56)(2)233 55 88- E-mail: ventas@qlsa.cl

Planta Viña del Mar: Limache esq. Calle 5 N°15 - El Salto, Fono/Fax: (56)(32) 267 26 95

Planta Talcahuano: Camino Lengua N°3341- Talcahuano, Fono/Fax: (56)(41)2414049

CONTINUACION ANEXO D 1: EJEMPLO INFORME

4. Análisis de Emulsión Asfáltica					
Tipo de Emulsión Asfáltica: CQS-1H Elastomérica					
Análisis	Resultados	Especificación		Método	
		Mín.	Máx.		
Viscosidad a 25°C, (SSF)	46	20	50	M.C. 8.302.12	
Sedimentación 7 días, (%)	1,9	-	5	M.C. 8.302.5	
Tamizado, (%)	0,01	-	0,1	M.C. 8.302.5	
Carga de Partícula	Positiva	Positiva/Negativa		M.C. 8.302.5	
Residuo por destilación, (%)	66,0	62	-		
Ensayes al Residuo					
Viscosidad Brookfield, (60°C), Poise	14890	Informar		M.C. 8.302.24	
Penetración a 25°C, 100g, 5s, (0,1 mm.)	80	40	90	M.C. 8.302.3	
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min., (cm.)	58	40	-	M.C. 8.302.8	
Punto de Ablandamiento, (°C)	57,5	Informar		M.C. 8.302.16	
Índice de Fraass, (°C)	-18	-	-17	M.C. 8.302.17	
Recuperación Elástica por Torsión, (%)	27	Informar		NLT 329/91	
Recuperación Elástica, 13°C, 20cm, 1h (%)	63,6	20	-	M.C. 8.302.19	

Ensayes	Resultados	Especificación	Método
Método Estático a 25°C	> 95	Mín. 95%	M.C. 8.302.29 (LNV 9*)
Riedel-Weber	0 - 6	Mín. 0 - 5	M.C. 8.302.30 (LNV 10)

(*) El método 8.302.29(LNV 9) es una adaptación de la norma ASTM D 1664 - 80.

6. Confección de Mezclas para diseño de la Lechada Asfáltica					
COMPONENTE	PORCENTAJES REF. AL AGREGADO SECO (%)			MÉTODO	
	1	2	3		
Contenido de Emulsión Teórico (Et)	11			LNV 3.2.1.2	
Contenido de Emulsión (E1)	13	13,5	14	-	
SELECCIONAR	0,0	0,0	0,0	-	
Agua de premezclado (W1, W2 y W3) *	7,2	7,0	6,8	M.C. 8.302.45	
Agua total en la mezcla (W)	11,6	11,6	11,6	M.C. 8.302.52	

(*) El agua de premezclado para la mezcla N°1 (W1) se determina según ensaye de consistencia (M.C. 8.302.45).
W2 y W3 se calculan para mantener el agua total de la mezcla (W) en los tres casos, y así conservar la consistencia de la mezcla N° 1.

7. Ensayos a las Mezclas					
PRUEBAS	MEZCLA			ESPECIF.	MÉTODO
	1	2	3		
Tiempo de Mezclado, (s)	+120	+120	+120	Mín. 180	ISSA TB-113
Consistencia, (cm.)	3,0	3,2	4,0	2 - 3	M.C. 8.302.45
Cohesión húmeda, 60 min. (kg-cm)	18	18	18	-	ISSA TB-139
Cohesión húmeda, 90 min. (kg-cm)	22	22	22	-	
Rueda Cargada L.W.T., (g/m²)	270	298	355	Máx. 540	M.C. 8.302.53*
Abrasión Húmeda, 1 hora inmersión (g/m²)	395	269	148	Máx. 400	M.C. 8.302.46**

(*) Especificación según Manual de Carreteras (5.406.301)
(**) Especificación según Manual de Carreteras (8.302.52)

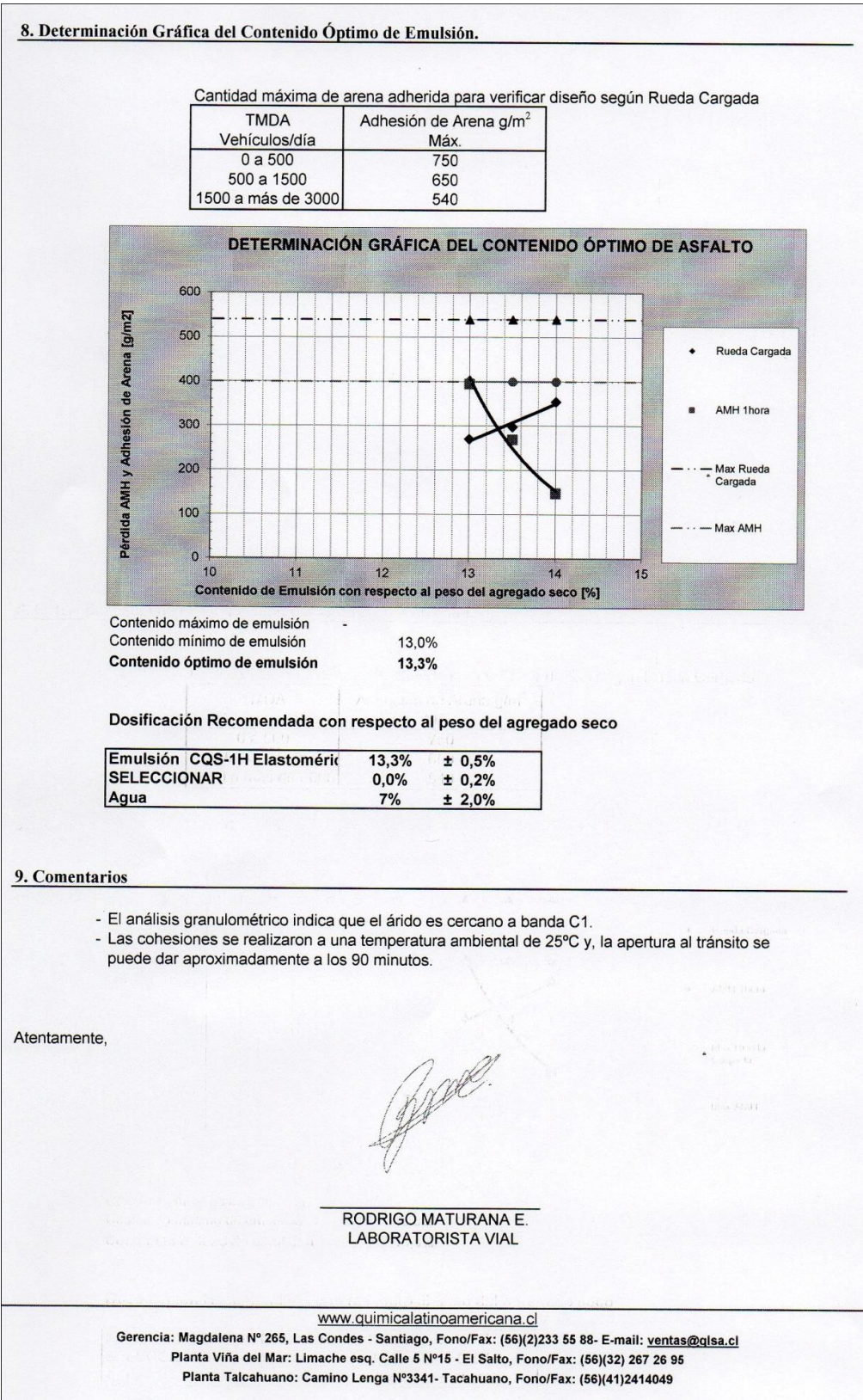
www.quimicalatinoamericana.cl

Gerencia: Magdalena N° 265, Las Condes - Santiago, Fono/Fax: (56)(2)233 55 88- E-mail: ventas@qlsa.cl

Planta Viña del Mar: Limache esq. Calle 5 N°15 - El Salto, Fono/Fax: (56)(32) 267 26 95

Planta Talcahuano: Camino Lengua N°3341- Tacahuano, Fono/Fax: (56)(41)2414049

CONTINUACION ANEXO D 2: EJEMPLO INFORME



CONTINUACION ANEXO D3: EJEMPLO INFORME



CERTIFICADOS ISO 9001 : 2008



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

Viña del Mar, 21 de Enero de 2013.

INFORME DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS N° 002(B)/13
DOSIFICACION TENTATIVA TRATAMIENTO SUPERFICIAL SIMPLE

CONTRATISTA: JORGE VILLAVICENCIO E HIJOS S.A.

1. IDENTIFICACION

Ciente

: JORGE VILLAVICENCIO E HIJOS S.A.

Faena

: CONSERVACIÓN CAMINO BÁSICO, CONSERVACIÓN PERIÓDICA CAMINO CAUQUENES- SAN CARLOS, SECTOR CAUQUENES- LIMIT REGIONAL (PUENTE EL GUINDO), TRAMO KM. 3,100 - 10,800.

Procedencia

: PLANTA MAULE.

Tipo de Material

: GRAVILLA TN 20-10.

Tamaño de Muestra

: 2 SACOS 40 KGS.

Fecha toma de Muestra

: N/A.

Recepción de Muestra Lab.

: 858

2. ANALISIS DE ARIDOS

2.1 Granulometría

TAMIZ		GRAVILLA TN 20-10	
mm	ASTM		Especificación
25	1"	100	100
19	3/4"	100	90 - 100
12,5	1/2"	38	20 - 55
9,5	3/8"	3	0 - 15
6,3	1/4"	1	-
4,75	# 4	1	0 - 5
2,36	# 8	1	-

2.2 Ensayes a los Áridos

Finos por Lavado b/200 (%)	0,5	Máx. 0,5
Densidad Aparente Suelta (kg/m³)	1463	-
Densidad Real Seca (kg/m³)	2709	-
Partículas Chancadas (%)	90	Mín. 70
Partículas Lajeadas (%)	0,1	Máx. 10
Indice Laminar (%)	9,3	Máx. 30
Adherencia Estática con Ems. CRS-2	> 95	Mín. 95
Desgaste Los Angeles (%)	12,6	Máx. 25
Desintegración con Sulfato de Sodio	1,3	Máx. 12

www.quimicalatinoamericana.cl

Gerencia: Magdalena N° 265, Las Condes - Santiago, Fono/Fax: (56)(2)2335588- E-mail: ventas@qlsa.cl

Planta Viña del Mar: Limache esq. Calle 5 N°15 - El Salto, Fono/Fax: (56)(32)2672695

Planta Talcahuano: Camino Lengua N°3341- Tacahuano, Fono/Fax: (56)(41)2414049

CONTINUACION ANEXO D4: EJEMPLO INFORME



CERTIFICADOS ISO 9001 : 2008



Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

3. DOSIFICACIÓN (Dimensión Mínima Promedio)

Parámetros	1era Aplicación
Tamaño Medio (mm)	13,555
Promedio Menor Dimensión (H, mm)	11,298
Densidad Suelta (W, ton/m ³)	1,463
Densidad Real Seca (G, ton/m ³)	2,709
Huecos en el Agregado (V)	0,460
Factor de Tránsito (T)	0,7
Corrección por Textura (S)	0
Factor Desperdicio (E)	1,02
Factor Absorción (A)	0
Factor Evaluación (M)	1
Factor Evaluación (K)	0,9
Residuo (R)	0,67
Densidad CRS-2 (kg/lt)	1,0

Resultados según fórmulas

Agregado 25,48 kg/m²

Emulsión CRS-2 1,95 kg/m²

Total Emulsión 1,95 kg/m²



Quimica Latinoamericana
Sistemas de Gestión
Certificados ISO 9001

DOSIFICACION RECOMENDADA

1ª Aplicación	Gravilla TS TM 3/4"	25,48 kg/m ²
	CRS-2	1,95 kg/m ²

Temperatura de Aplicación de la Emulsión CRS-2 : 70 °C ± 5

Atentamente,



RODRIGO MATURANA
LABORATORISTA VIAL

www.quimicalatinoamericana.cl

Gerencia: Magdalena N° 265, Las Condes - Santiago, Fono/Fax: (56)(2)2335588- E-mail: ventas@qlsa.cl

Planta Viña del Mar: Limache esq. Calle 5 N°15 - El Salto, Fono/Fax: (56)(32)2672695

Planta Talcahuano: Camino Lengua N°3341- Tacahuano, Fono/Fax: (56)(41)2414049