

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**"CONDICIONES PARA EL USO DEL AGREGADO GLOBAL PARA
MEZCLAS ASFALTICAS"**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

FIDEL CASTRO SOSA

Lima- Perú

2012

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

DEDICATORIA

A mis padres María y Agustín

A mis hermanas Beatriz y Aideé

A mis hijos Luz Miriam, Jesús Alejandro

A mi amigo Freddy Aldo

AGRADECIMIENTO

A mi amigo y asesor Ing. Carlos Barzola Gastelú

A mi amigo y maestro Ing. Gustavo Mayurí Herrera

A mis amigos Ing. Juan Sánchez Huando, Roy Estrella y Ing. Roberto Márquez.

A mis amigos Milton Condori, Gustavo Rique, Pedro Obregón, Edwin Burgos

Y a todos mis amigos que me apoyaron de una u otra forma.

INDICE

	Pág.
RESUMEN	IV
LISTA DE CUADROS	VI
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE GRAFICOS	X
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES	
1.2 GRANULOMETRIA Y TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO.	1
1.3 AGREGADO GLOBAL.	2
1.4 MÓDULO DE FINURA.	2
1.5 RESISTENCIA, DUREZA Y SOLIDEZ.	3
1.6 LIMPIEZA DE AGREGADO.	3
1.7 FORMA DE LA PARTÍCULA Y TEXTURA SUPERFICIAL.	3
1.8 POROSIDAD INTERNA DE LAS PARTÍCULAS DEL AGREGADO.	4
1.9 PROPIEDAD HIDROFOBAS E HIDRÓFILAS.	5
1.10 DENSIDAD.	5
CAPÍTULO 2: ASPECTOS TEÓRICO DEL DISEÑO	
2.1 MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA PARA LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS.	7
2.2 MÉTODO MARSHALL PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS.	8
CAPÍTULO 3: ESTUDIO DEL MÉTODO DEL AGREGADO GLOBAL	
3.1 COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DE LOS AGREGADOS EN MEZCLA DE ASFALTO.	11
3.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO.	13
3.3 LÍMITES DEL MÓDULO DE FINURA.	14
3.4 MEZCLA ASFÁLTICA CON AGREGADO GLOBAL.	15

CAPÍTULO 4: PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

4.1	ESTUDIO GRANULOMÉTRICO.	17
4.1.1	GRANULOMETRÍA.	17
4.1.2	MÓDULO DE FINURA.	18
4.1.3	DETERMINACIÓN DEL MATERIAL QUE PASA MALLA 200.	18
4.2	PESO UNITARIO DEL AGREGADO GLOBAL.	19
4.2.1	PESO UNITARIO SECO SUELTO.	19
4.2.2	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO.	19
4.3	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GLOBAL.	19
4.3.1	CONTENIDO DE HUMEDAD.	19
4.3.2	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	20
4.3.3	CONTENIDO DE VACÍOS.	20
4.4	PESO ESPECÍFICO.	20
4.5	DURABILIDAD.	21
4.6	CEMENTO ASFÁLTICO.	22

CAPÍTULO 5: DISEÑO Y DOSIFICACIÓN

5.1	SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE LOS AGREGADOS.	24
5.2	VARIACIONES DEL MÓDULO DE FINURA GLOBAL (MFG).	53
5.3	PESO UNITARIO DE MEZCLA ASFÁLTICA.	57
5.4	CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO.	57
5.5	APLICACIÓN DEL METODO AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN EXPEDIENTES JBO INGENIEROS S.A.C.	58

CAPÍTULO 6: ENSAYO A REALIZAR

6.1	POR EL ENSAYO DE MARSHALL.	86
6.1.1	ESTABILIDAD.	86
6.1.2	FLUENCIA.	86
6.1.3	VACÍOS DE MEZCLA.	87
6.1.4	VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL (VAM).	87
6.1.5	VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (VFA).	88

RESULTADOS Y GRÁFICOS

6.2	POR EL MÉTODO DE MARSHALL.	94
6.2.1	ESTABILIDAD.	94
6.2.2.	FLUENCIA.	94
6.2.3.	VACÍOS DE MEZCLA.	94
6.2.4.	VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL (VAM).	95
6.2.5.	VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (VFA).	97
6.2.6	DENSIDAD	97

CAPÍTULO 7: ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS.	99
7.1.1	ESTABILIDAD.	100
7.1.2	FLUENCIA.	100
7.1.3	VACÍOS DE MEZCLA.	100
7.1.4	VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL (VAM).	100
7.1.5	VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (VFA).	100
7.1.6	PESO ESPECÍFICO	100

CAPÍTULO 8: ESTADÍSTICA DE RESULTADOS Y DEFINICIÓN DE VARIABILIDAD.	105
--	------------

CAPÍTULO 9: ESTABLECIMIENTO DE PARÁMETROS MÍNIMOS A CONTROLAR EN ESTOS DISEÑOS.	107
--	------------

CONCLUSIONES	110
---------------------	------------

RECOMENDACIONES	113
------------------------	------------

BIBLIOGRAFIA	115
---------------------	------------

ANEXOS	
---------------	--

RESUMEN

Los objetivos de la tesis son los siguientes:

OBJETIVO PRINCIPAL.- La investigación es basada en aplicación del agregado global y modulo de finura, cuya importancia se manifiesta en el incremento de la productividad global de los agregados, reducir los costos y mantener la calidad en la mezcla asfáltica.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.- En el desarrollo de la tesis se estudiara las características de los agregados, luego se procederá a la aplicación del método del agregado global y modulo de finura, con lo cual se obtendrá el agregado que se utilizara en el diseño de la mezcla asfáltica, y con esta se realizara la producción de la mezcla asfáltica.

Podemos resumir la tesis de la siguiente manera:

Se emplea la información de los expedientes de la empresa JBO INGENIEROS S.A.C.

- Se hace la descripción de los husos utilizados en las mezclas asfálticas. Y se halla su curva optima para la aplicación del modulo de finura y agregado global.
- Se utilizo en la presente tesis los husos del Instituto del Asfalto el huso IV B y del ASTM el huso D-5.
- Para la tesis con los datos de las granulometrías de los agregados para cada expediente se aplica módulo de finura y agregado global, con la cual se obtiene agregado de la mezcla asfáltica. Y de la cual se calcula su modulo de finura.
- La empresa también en cada expediente tiene su solución de proporciones que conforman su solución de agregado de mezcla asfáltica, la cual también se calcula el modulo de finura.
- Se hace la comparación de los módulos de finura de los agregados para mezcla asfáltica de la solución de la tesis y de la empresa para cada expediente.
- Se halla el diferencial de los módulos de finura de los agregados para la mezcla asfáltica de la tesis y de la empresa la cual nos indica que es menor 0.20 por la cual se considera que es el mismo material para cada expediente.
- Se hace el diseño de la mezcla asfáltica por el método de MARSHALL, en el laboratorio

- Se verifica los parámetros de las mezclas asfálticas comparándola con las especificaciones EG 2000 del MTC.
- Se establece los parámetros mínimos a controlar en estos tipos de diseños por el METODO DE MODULO DE FINURA Y EL AGREGADO GLOBAL.
- Para su aplicación
Se tiene los agregados globales, que cumple los requisitos de los agregados que exige norma para mezclas asfálticas, y luego se realiza un diseño mezcla en el laboratorio por el método Marshall, con este resultado la producción de la mezcla se hace por el método agregado global.

LISTA DE CUADROS

5.1 Huso RAP.	25
5.2 Las Curvas del Huso RAP.	26
5.3 Huso MS2 – Gradación 2.	27
5.4 Las Curvas del Huso MS2 – Gradación 2.	28
5.5 Huso MS2 – Gradación 3.	29
5.6 Las Curvas del Huso MS2 – Gradación 3.	30
5.7 Huso MS19 – Gradación 3.	31
5.8 Las Curvas del Huso MS19 – Gradación 3.	32
5.9 Huso MS19 – Gradación 4.	33
5.10 Las Curvas del Huso MS19 – Gradación 4	34
5.11 Huso MAC – 1.	35
5.12 Las Curvas del Huso MAC – 1.	36
5.13 Huso MAC – 2.	37
5.14 Las Curvas del Huso MAC – 2.	38
5.15 Huso MAC – 3.	39
5.16 Las Curvas del Huso MAC – 3.	40
5.17 Huso del Instituto del Asfalto – Gradación IV B.	41
5.18 Las Curvas del Huso del Instituto del Asfalto - Gradación IV B.	42
5.19 Huso del Instituto del Asfalto – Gradación IV C.	43
5.20 Las Curvas del Huso del Instituto del Asfalto - Gradación IV C.	44
5.21 Huso del ASTM – Gradación D-3.	45
5.22 Las Curvas del Huso del ASTM – Gradación D-3.	46
5.23 Huso del ASTM – Gradación D-4.	47
5.24 Las Curvas del Huso del ASTM – Gradación D-4.	48
5.25 Huso del ASTM – Gradación D-5.	49
5.26 Las Curvas del Huso del ASTM – Gradación D-5.	50

5.27 Huso del Instituto del Asfalto – Gradación IV B.	51
5.28 Las Curvas del Huso del Instituto del Asfalto - Gradación IV B.	52
5.29 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp. 155.	60
5.30 Módulo de Finura de la Arena 2 del Exp. 155.	61
5.31 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 155.	62
5.61 Módulo de Finura de la Arena del Exp.331 I.	67
5.62 Módulo de Finura del Hormigón del Exp.331 I.	68
5.63 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 331 I.	69
5.78 Resumen de los Módulos de Finura de la combinación de agregados (agregado global) de los Expedientes de Diseño con el huso del Instituto del Asfalto IV B.	72
5.79 Ajuste al huso IV B de las combinaciones de los agregados (agregado global) con filler de los Expedientes de Diseño con el huso del Instituto del Asfalto IV B.	73
5.80 Resumen de los Módulos de Finura de la combinación de agregados (agregado global) de los Exp.de Diseño con el huso del ASTM D-5.	74
5.81 Ajuste al huso ASTM D-5 de las combinaciones de los agregados (agregado global) con filler de los Expedientes de Diseño con el huso del ASTM D-5.	74
5.82 Comparación de los Módulos de Finura de los agregados globales de los mismos Exp. De los husos: a) IVB y b) ATM D-5 Hechos en la Tesis y los hechos por la empresa JBO INGENIEROS S.A.C.	75
6.1 Requerimientos para los Agregados Gruesos.	78
6.2 Requerimientos para Caras Fracturadas.	78
6.3 Requerimientos para los Agregados Finos.	79
6.4 Requerimientos del Equivalente de Arena.	80
6.5 Angularidad del Agregado Fino.	80
6.6 Mezcla en Caliente – Tipo de Cemento Asfáltico Clasificado según su Penetración.	81
6.7 Especificaciones del Cemento Asfáltico Clasificado por Penetración.	81
6.8 Especificaciones del Cemento Asfáltico Clasificado por Viscosidad.	82

6.9	Ejemplo del cálculo de materiales para las briquetas para el ensayo Marshall de la mezcla asfáltica.	90
6.10	Vacios en el Agregado Mineral (Requisitos de VMA)	96
6.11	Resultado del Diseño de Mezcla en Caliente con el huso del Instituto del Asfalto Gradación IV B.	97
6.12	Resultado del Diseño de Mezcla en Caliente con el huso del ASTM Gradación D-5.	98

LISTA DE FIGURAS

3.1 Características y Propiedades de una Mezcla Asfáltica	16
5.1 Aplicación Método Agregado Global y Módulo de Finura a los exp. Con el huso del Instituto del Asfalto gradación IV B.	64
5.2 Aplicación Método Agregado Global y Modulo de Finura a los exp. Con el huso ASTM D-5.	71
7.1 Características de la Mezcla Asfálticas	99

LISTA DE GRAFICOS

5.1	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp. 155.	63
5.14	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.331 I.	70

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

ASTM	American Society for testing and materials o Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociacion Americana de Autoridades Estatales de Carretera y Transporte.
EG ()	Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras del Perú. Entre paréntesis se colocara el año de actualización.
MTC	Ministerio de Transporte, Comunicaciones, Vivienda y Construcción del Perú.
SI	Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico Modernizado).
AI	The Asphalt Institute o Instituto del Asfalto.
RAP	Reclaimed asphalt pavement.
MS2	Manual de series N° 2 del Asphalt Institute.
MS19	Manual de series N° 19 del Asphalt Institute.
MAC	Mezcla de Asfalto en Caliente.
EXP.	Expediente.
A#	Arena numero.
P #	Piedra numero.
V.M.A.	Vacio de Agregado Mineral.
E	Ensayo.
°F	Grado Fahrenheit.
°C	Grado Celsius Temperatura.
MF_P	Modulo de Finura del agregado P.
MF_A	Modulo de Finura del agregado A.

MF₁	Modulo de Finura del agregado 1.
MF₂	Modulo de Finura del agregado 2.
MF_(A+P)	Modulo de Finura de la mezcla de los agregados A y P.
MF_B	Modulo de finura de la curva B del huso utilizado.
MF_C	Modulo de finura de la curva C del huso utilizado.
MF_{AGC}	Modulo de Finura del agregado grueso de la curva optima.
MF_{AFC}	Modulo de Finura del agregado fino de la curva optima.
a	Factor en que interviene el agregado A en la mezcla.
p	Factor en que interviene el agregado P en la mezcla.
mm	Milímetro.
S.S.S.	Superficie Superficialmente Seca.
Curva A	Curva A del huso utilizado.
Curva B	Curva B del huso utilizado.
Curva C	Curva optima, que se obtiene del promedio de las curva A y B del huso utilizado.
IV B	Huso cuarta B para mezcla asfáltica en caliente del Instituto del Asfalto.
D-5	Huso D-5 para mezcla asfáltica en caliente del ASTM.

INTRODUCCIÓN

La mezcla asfáltica densa, mezclado en caliente, es el tipo más común en pavimento asfáltico para tráfico pesado y mediano utilizado en nuestro país, debido a su larga vida en servicio cuando es proyectado y construido correctamente.

Se prepara mezclando proporciones seleccionadas de agregados gruesos, agregados finos y cemento asfáltico a temperatura entre 250°F y 325°F (121°C y 163°C), lo que se efectúa en plantas de tipo continuo o en tandas individuales para mezcla en caliente; éstas se llevan al lugar de trabajo y el producto se extiende sobre una superficie preparada mediante una pavimentadora mecánica autopropulsada, compactándose luego, mientras continúa caliente, por apisonado hasta llegar a la densidad especificada. Para rendir un servicio excelente durante muchos años, la carpeta asfáltica debe proyectarse con un contenido de vacíos (aire) bajo, entre 3 y 5 % cuando se ha compactado por el tráfico hasta la densidad final especificada.

Este contenido bajo de vacíos reduce su permeabilidad al aire y agua, que constituye los dos principales agentes de deterioro de los pavimentos.

Los pavimentos de mezcla asfáltica bien proyectados y construidos son factibles de proveer comportamiento con respecto a las siguientes exigencias básicas de servicio: a) Durabilidad; b) Resistencia al deslizamiento; c) Flexibilidad; d) Estabilidad.

Se considera satisfactoria la durabilidad de un pavimento asfáltico si provee buen servicio durante 15 ó 20 años a más. La durabilidad depende de la utilización de agregados duros y tenaces para las capas de superficie, de un contenido relativamente elevado de cemento asfáltico, y del compactado rápido hasta la densidad final y del contenido de 3 a 5% de vacíos (aire).

Una buena resistencia al deslizamiento constituye un requerimiento muy importante de servicio, cuando se trata de tráfico de gran volumen y de alta velocidad. La acción de frenado será asegurada según necesidades, cuando el coeficiente de fricción entre los neumáticos y el pavimento, tanto para tiempo seco como húmedo, sea el más elevado.

Un pavimento de mezcla asfáltico con textura superficial arenosa tiende a ser más resistencia al deslizamiento, que otro que contenga un alto porcentaje de agregado grueso. Para obtener una buena resistencia al deslizamiento, el contenido asfáltico de la capa superficial debe proyectarse para impedir,

afloramientos o exudaciones; debiendo contener agregados no abrasivos y que pasen en su totalidad por el tamiz de ½ pulgada.

La investigación ha demostrado que los pavimentos asfálticos están sujetos a fallas por fatiga ante flexiones repetidas, de lo que resulta la rotura de los mismos.

En consecuencia, un pavimento asfáltico dado puede tender a romperse luego de estar sometido a relativamente pocos movimientos verticales amplios cuando sobre él transitan vehículos, pero puede resistir al tráfico de millones de vehículos si la amplitud del movimiento vertical es pequeña al pasar cada rueda. Luego, los pavimentos asfálticos deberían proyectarse para tener mayor flexibilidad al colocarse sobre bases más débiles, pero pueden ser más duros y menos flexibles al instalarse sobre las fundaciones fuertes.

Para asegurar que un pavimento tendrá una adecuada estabilidad para volúmenes de tráfico y cargas sobre ruedas especificados, se dispone de ensayos como los del método MARSHALL.

En la tesis se desarrollo los capítulos siguientes:

En el CAPITULO 1 se le denomina GENERALIDADES, donde se define los conceptos a aplicar en la tesis, como : granulometría , tamaño máximo del agregado grueso, agregado global, modulo de finura, resistencia, dureza y solidez, limpieza del agregado, forma de la partícula y textura superficial, porosidad interna de las partículas de agregado, propiedades hidrófobas e hidrófilas, densidad de los agregados.

En el CAPITULO 2 se le denomina ASPECTO TEORICO DEL DISEÑO, donde se explica el método del modulo de finura para la combinación de los agregados, y el método Marshall para mezclas asfálticas.

En el CAPITULO 3 se le denomina ESTUDIO DEL METODO DEL AGREGADO GLOBAL, se toca los temas como: composición granulométrica de los agregados en mezcla de asfalto, y se hace una descripción del método agregado global, y para controlar la calidad de los agregados se utiliza el huso para mezclas asfálticas, entonces debe considerarse los límites del modulo de finura de dicho huso y las consideraciones para mezcla de agregado global en referencia a sus características principales de una mezcla asfáltica y también a sus propiedades consideradas en el diseño de una mezcla asfáltica.

En el CAPITULO 4 se le denomina PROPIEDADES DE LOS MATERIALES, se estudia las propiedades de los agregados que fundamenta la tesis, y también del

cemento asfáltico, entre las que tenemos: el estudio granulométrico donde se ve la granulometría, el modulo de finura, determinación del material que pasa la malla N° 200. Y también peso unitario del agregado global, por la condición de sus partículas, el peso unitario suelto, y el peso unitario compactado. En la mezcla asfáltica es muy importante considerar contenido de humedad del agregado global, el porcentaje de absorción, y también contenido de vacíos por tal razón se hace una revisión de estos. Pero también su peso específico y la durabilidad importante en los agregados.

En el CAPITULO 5 se le denomina DISEÑO Y DOSIFICACIÓN en la que se estudia, la selección de las proporciones de los agregados que conforman la mezcla asfáltica. Y de acuerdo al tipo de mezcla y su respectivo huso, se estudia la variación del modulo de finura global. Luego realizado el diseño, se obtiene el peso unitario de la mezcla asfáltica y se halla la cantidad de material por metro cúbico, este procedimiento se aplica a varios materiales de los expedientes de la empresa JBO INGENIEROS.

En el CAPITULO 6 se le denomina ENSAYO A REALIZAR en la que estudia, el ensayo de Marshall donde se verá las variables, estabilidad, fluencia, vacíos de mezcla, vacíos en el agregado mineral (VAM) y vacíos llenos de asfalto (VFA). Y sus resultados y gráficos donde estas cumplirán con las especificaciones de la norma para mezcla asfáltica del MTC (EG 2000).

En el CAPITULO 7 se le denomina ANALISIS DE RESULTADOS en la que se realiza análisis que la mezcla asfáltica que cumpla con la especificación norma del MTC (EG 2000) y tenga la cantidad adecuada de cemento asfáltico que nos proporcione las cualidades en la mezcla de estabilidad, fluencia, vacíos de agregado mineral (VAM), vacíos llenos de asfalto (VFA) y de la cantidad de cemento asfáltica.

En el CAPITULO 8 se le denomina ESTADISTICA DE RESULTADOS Y DEFINICIÓN DE VARIABILIDAD donde se realiza la estadística de los módulos de finura de los agregados globales de los respectivos expedientes del banco de datos de la empresa JBO INGENIEROS S.A.C. Y se realiza comparación de los agregados globales diseñado por tesis y la de la empresa JBO INGENIEROS S.A.C.

En la CAPITULO 9 se le denomina ESTABLECIMIENTO DE PARAMETROS MINIMOS A CONTROLAR EN ESTOS DISEÑOS en esta se establece las condiciones para la aplicación del agregado global para mezclas asfálticas.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.2 GRANULOMETRIA Y TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO

La norma del MTC E204 - 2000 denominado como Análisis Granulométrico de Agregado Grueso y Fino (NTP 400.012). La granulometría es probablemente la propiedad singular más importante del agregado para pavimentos asfálticos. La granulometría del agregado controla o influye sobre los vacíos en el agregado mineral (V.M.A), los vacíos de aire, estabilidad y densidad de las mezclas para pavimentación; afecta su trabajabilidad, su tendencia hacia la liberación o segregación y a la dificultad o facilidad de compactarla a la densidad especificada. La granulometría determina también la textura del pavimento terminado o como sucede en ocasiones, la deseada apariencia de textura determina la granulometría del agregado a emplearse en la mezcla para pavimentación.

Para mezcla asfáltica densa, la granulometría del agregado incluye normalmente las fracciones de todo tamaño desde la partícula de tamaño máximo nominal hasta el polvo mineral que pasa por el tamiz N°200.

Un tamaño nominal mayor se emplea generalmente para capas de nivelación. Para esto existe una razón económica, una tonelada de cemento asfáltico es muchas veces más costosa que una tonelada de agregado. Cuanto mayor es el tamaño máximo nominal de la partícula de mezcla asfáltico denso, menor es el porcentaje en peso, de cemento asfáltico requerido.

Por ejemplo: una mezcla para capa superficial con un tamaño máximo nominal de partículas de $\frac{1}{2}$ pulgada puede requerir 5.5% de cemento asfáltico en peso. En cambio si el tamaño máximo nominal de la partícula es de una 1 pulgada, el contenido de asfalto de una mezcla densa para pavimentación bien diseñada, podría ser 4.5 a 5% y si el tamaño máximo nominal de la partícula fuese de $1 \frac{1}{2}$ pulgada, se requeriría solamente de 4 % de contenido asfáltico. En consecuencia existe un incentivo económico para emplearse mezclas para pavimentación con mayores tamaños máximos nominales de partículas para capas de nivelación. Además las mezclas asfálticas densas para pavimentación con mayores tamaños máximos nominales de partículas tienen usualmente mayor estabilidad.

1.3 AGREGADO GLOBAL

El agregado global para mezcla asfáltica, está formado por una combinación del agregado grueso, fino y filler, sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan impedir la adhesión completa del asfalto.

Para el objeto de especificaciones, se denominará agregado grueso la porción del agregado retenido en el tamiz de 4.75 mm (Nº 4); agregado fino la porción comprendida entre los tamices de 4.75 mm y 75 mm (Nº 4 y Nº 200) y polvo mineral o llenante la que pase el tamiz de 75mm (Nº 200).

Sus requisitos básicos de calidad se presentan en su especificación.

La mezcla de los agregados grueso, fino y el polvo mineral o agregado global deberán cumplir las exigencias de la respectiva especificación para mezcla asfálticas.

1.4 MODULO DE FINURA

En la búsqueda de caracterizaciones numéricas que representaran la distribución volumétrica de las partículas de agregados, se definió hace muchos años el Módulo de Finura.

Es un concepto sumamente importante establecido por Duff Abrams y se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie Standard hasta el Tamiz Nº 100 y esta cantidad se divide entre 100. El sustento matemático del Modulo de Finura reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de la partículas de una cierta distribución granulométrica. Debe tenerse muy en claro que es un criterio que se aplica tanto a la piedra como la arena, pues es general y sirve para caracterizar cada agregado independientemente o la mezcla de agregados en conjunto.

La base experimental que apoya al concepto de Módulo de finura es que granulometrías que tengan igual modulo de finura independiente de la granulometría individual, requieren la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de similar plasticidad y resistencia, lo que lo convierte en un parámetro de similitud ideal para el diseño y control de mezcla asfáltica.

1.5 RESISTENCIA, DUREZA Y SOLIDEZ

Los agregados fuertes, duros y sólidos se requieren para resistir la rotura o degradación del agregado durante la construcción y bajo la acción de las fuerzas como el clima y el tráfico, después que el pavimento se encuentra en servicio. El Asphalt Institute especifica un valor máximo de 40% para el ensayo ASTM Designación C – 131 (A.A.S.H.O T 96 el equivalente MTC E 207) con la maquina Los Ángeles, para agregados en capas superficiales de mezcla asfáltica. Y también recomienda una pérdida máxima admisible del 12% para agregados gruesos y finos luego de cinco ciclos de ensayo de solidez ASTM Designación C 88 AASHO T - 104 (el equivalente en MTC E 209) en solución de sulfato de sodio.

1.6 LIMPIEZA DEL AGREGADO

Si las partículas de agregado grueso y fino están cubiertas de arcilla u otro material fino, o si la fracción de polvo mineral contiene arcilla en proporción considerable, el comportamiento en servicio de la mezcla para pavimentación se verá afectado en detrimento. En consecuencia, es muy importante la limpieza del agregado y muchos agregados deben lavarse para quedar limpios.

El ensayo mejor y corriente para la limpieza del agregado es el Sand Equivalent Test, AASHO Designación T-176 (el equivalente en MTC E 114), que consiste en un ensayo rápido y simple de laboratorio. La relación expresada en porcentaje entre el nivel de arena y el superior de una suspensión turbia, obtenida cuando una muestra de la fracción de agregado que pasa el tamiz N° 4 es agitada en una solución especial de agua, reposándola luego durante 20 minutos en un cilindro de vidrio o de plástico transparente.

Para asegurar la limpieza adecuada de los agregados para mezcla asfáltico de capas superficiales, el Asphalt Institute recomienda un valor mínimo de 50 para el Sand Equivalent Test.

1.7 FORMA DE LA PARTICULA Y TEXTURA SUPERFICIAL

La norma del MTC E 208 – 2000 denominada Índice de Forma y de Textura de Agregados. La forma y textura superficial de las partículas de agregado influyen sobre la estabilidad y propiedades en relación de los vacíos de los pavimentos asfálticos. Se prefieren las partículas angulosas que se aproximan a formas

cubicas o tetraédricas y cuyas texturas superficiales son rugosas. Son particularmente indeseables las partículas delgadas y alargadas porque no resisten a la compactación y tienden a romperse bajo la apasionadora o el tráfico, degradando el agregado, exponiendo superficies descubiertas y contribuyendo al deterioro del pavimento. Es difícil alcanzar la estabilidad adecuada del pavimento cuando ambos agregados, gruesos y finos, están compuesto por partículas redondeadas.

Cuando el agregado fino, consiste enteramente de tamizados de la trituración de piedra o escoria, la mezcla para pavimentación puede ser de mala trabajabilidad o difícil de compactar hasta elevada densidad. Por esta razón aún cuando el agregado grueso provenga completamente de la trituración de piedra de cantera, es práctica común utilizar arena natural como agregado fino, o una combinación de arena natural y de tamizado de piedra triturada.

1.8 POROSIDAD INTERNA DE LAS PARTICULAS DE AGREGADO

Las partículas de agregado tienen generalmente algo de porosidad capilar interna. Esto debe ser medido y siempre determina la cantidad de cemento asfáltico que absorberá el agregado seco del horno. Esto forma parte de un procedimiento normalizado cuando se mide la densidad del agregado. Cuando los agregados están húmedos, el agua absorbida puede causar dificultades en la construcción y comportamiento del pavimento, si no es extraída completamente cuando el agregado pasa por el secador. Además, parte del ligante asfáltico se pierde normalmente por absorción en la porosidad capilar de las partículas individuales del agregado. Esto puede causar que el pavimento se comporte como si tuviese ligante asfáltico insuficiente, si no se tiene en cuenta esta pérdida al diseñar la mezcla para pavimentación. A menos que se reconozca está pérdida de ligante asfáltico por absorción, ello también puede causar un error serio al calcular el contenido de vacíos (aire) en la mezcla para pavimentación. La cantidad de asfalto perdido por absorción en el espacio poroso capilar de las partículas individuales de agregado puede determinarse por el método Rice de saturación al vacío.

1.9 PROPIEDADES HIDROFOBAS E HIDRÓFILAS

Cuando los agregados tienen alta afinidad por el asfalto y baja afinidad por el agua, se denominan hidrófobos. Si tienen alta afinidad por el agua y baja para el asfalto se los llama hidrófilos. Los agregados hidrófobos que incluyen la mayor parte de las calizas, que son preferidos para los pavimentos asfálticos. Cuando los agregados son frecuentemente hidrófilos, como lo son algunos agregados altamente silicosos, hay una tendencia a desplazar por el agua la cubierta de asfalto sobre las partículas de agregado. Esto se denomina Stripping y tiende a reducir la vida del pavimento.

Existe un ensayo simple para determinar si una mezcla para pavimentación puede ser afectada por el agua. Se preparan en forma normalizada, ASTM Designación D 1559, seis briquetas Marshall de la mezcla propuesta para la pavimentación. Tres briquetas se depositan al aire, mientras que las otras tres se sumergen en agua a 122° F (50° C) durante cuatro días, o en agua a 140°F (60° C) durante 24 horas. Todas las briquetas se ensayan luego a estabilidad Marshall a 140° F. Si la resistencia de las briquetas empapadas es menor que el 75% de la resistencia de las muestras almacenadas en el aire, la mezcla para pavimentación se verá afectada por el agua y debería rediseñarse.

1.10 DENSIDAD DE LOS AGREGADOS

La norma del MTC E 205 – 2000 denominada Gravedad Especifica y Absorción de Agregado Fino (NTP 400.022) y el E 206 – 2000 denominada Gravedad Especifica y Absorción de Agregado Grueso (NTP 400.021). Las diferencias de densidad entre los agregados gruesos y finos pueden provocar comportamientos inferiores del pavimento debido a un exceso de uno u otro agregado, a menos que se tengan en cuenta las diferencias de densidades al diseñar las mezclas para pavimentación. La curva de granulometría para el agregado global en el grafico usual semilogarítmico se traza partiendo generalmente de datos obtenidos del análisis de tamizado en base a pesos. La granulometría densa requiere lo necesariamente justo la fracción de cada tamaño de partículas finas para llenar los espacios vacíos entre las partículas mayores.

Esto indica que las curvas de granulometría deberían reflejar las diferencias en tamaño de las partículas en volumen en lugar que en peso, por que cada

partícula pequeña tiene un cierto volumen que debe ocupar el volumen vacío disponible entre las mayores, cada una de las cuales tiene un volumen definido. El Asphalt Institute recomienda que la granulometría por peso y las proporciones en peso en que se mezclan los agregados, debe ser ajustada en correspondencia a los porcentajes equivalentes requeridos por volumen siempre que los agregados componentes, o dos o más tamaños, difieran en densidad en más de 0.20.

CAPITULO 2

ASPECTOS TEÓRICOS DEL DISEÑO

2.1 MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA PARA LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS.

El Método del Módulo de Finura Total de la mezcla de agregados es un elemento fundamental para evaluar su habilidad en satisfacer determinado diseño de mezcla.

El sustento teórico del modulo de finura reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de las partículas para una cierta distribución granulométrica, y experimentalmente está demostrado que independientemente de la granulometría, los agregados con igual modulo de finura total de los agregados, tienen dentro de ciertos límites los mismos requerimientos de cemento asfáltico, características resistentes y trabajabilidad.

En el libro Tópicos de Tecnología del Concreto capítulo 9 inciso 9.6, se presentan 13 granulometrías totales muy disímiles con la particularidad de tener un módulo de finura común, con las que se investigó la repercusión en las características resistentes y de trabajabilidad en mezclas con igual contenido de agua y relaciones agua/cemento.

Se consignan los resultados obtenidos, que demuestran que manteniendo el modulo de finura total constante independiente de la granulometría, se mantienen también constante la trabajabilidad y la resistencia. Es evidente que esta conclusión tiene sus limitaciones, pero en la experiencia en obra se ha podido comprobar que se verifica con mucha aproximación en la mayoría de los casos.

En base a esto varios investigadores han establecido Módulos de Finura Óptimos para ciertas condiciones de contenido de cemento, Tamaño máximo y tipo de agregados que permiten una aproximación práctica muy buena a los diseños más eficientes.

Para encontrar de manera simple la proporción de mezcla de dos agregados conocidos para acercarnos al Módulo de Finura de la curva promedio del uso de la norma, es muy útil la siguiente relación:

$$MF_{AG} \text{ en Peso} = A \times MFA + P \times MFP$$

$$MF_{(P+A)} \text{ en Peso} = A \times MFA + P \times MFP$$

MF_{AG} = Modulo de finura del agregado global de la mezcla de agregados P y A.

$MF_{(P+A)}$ = Modulo de finura de la mezcla de agregados P y A.

P = Factor que interviene el agregado P en la mezcla.

A = Factor que interviene el agregado A en la mezcla.

MF_P = Modulo de finura del agregado P.

MF_A = Modulo de finura del agregado A.

2.2 MÉTODO MARSHALL PARA MEZCLA ASFÁLTICAS

A continuación se presenta una descripción general de los procedimientos seguidos en el Diseño Marshall de Mezclas. El procedimiento completo y detallado que debe ser seguido y se encuentra en la norma AASTHO T 245 (o ASTM D 1559)

A) Preparación para Efectuar los Procedimientos Marshall

Los agregados y los asfaltos presentan diferentes características. Estas características tienen un impacto directo sobre la naturaleza del mismo pavimento. El primer paso en el método de diseño, es determinar las cualidades (estabilidad, durabilidad, trabajabilidad, resistencia al deslizamiento, etc.) que debe tener la mezcla asfáltica para la pavimentación, y seleccionar un tipo de agregado y un tipo compatible de asfalto que puedan combinarse para producir esas cualidades. Una vez hecho esto, se puede empezar con la preparación de los ensayos.

B) Selección de las Muestras de Material

La primera preparación para los ensayos consiste en reunir muestras del asfalto y del agregado que van a ser usados en la mezcla de pavimentación. Es importante que las muestras de asfalto tengan características idénticas a las del asfalto que va a ser usado en la mezcla final. Lo mismo debe ocurrir con las muestras de agregado. La razón es simple: los datos extraídos de los procedimientos de diseño de mezclas determinan la formula o "receta" para la mezcla de pavimentación. La receta será exacta solamente si los ingredientes ensayados en el laboratorio tienen características idénticas a los ingredientes usados en la realidad.

C) Preparación del Agregado

La relación viscosidad - temperatura del cemento asfáltico que va a ser usado debe ser ya conocida para poder establecer las temperaturas de mezclado y compactación en el laboratorio. En consecuencia, los procedimientos preliminares se enfocan hacia el agregado, con el propósito de identificar exactamente sus características. Estos procedimientos incluyen secar el agregado, determinar su peso específico, y efectuar un análisis granulométrico por lavado.

Secado Del Agregado

El Método Marshall requiere que los agregados ensayados estén libres de humedad, tan seco como sea posible. Esto evita que la humedad afecte el resultado de los ensayos.

Análisis Granulométrico por Vía Húmeda

El análisis granulométrico por vía húmeda es un procedimiento usado para identificar las proporciones de partículas de tamaño diferente en las muestras del agregado. Esta información es importante porque las especificaciones de la mezcla deben estipular las proporciones necesarias de partículas de agregado de tamaño diferente, para producir una mezcla en caliente final con las características deseadas.

Determinación del peso específico

La norma del MTC E 205 – 2000 denominada Gravedad Especifica y Absorción de Agregados Finos (NTP 400.022) y E 206 – 2000 denominado Gravedad Especifica y Absorción de Agregados Gruesos (NTP 400.021). El peso específico de una sustancia es la proporción peso-volumen de una unidad de esa sustancia comparada con la proporción peso-volumen de una unidad igual de agua, el peso específico de una muestra de agregado es determinado al comparar el peso de un volumen dado de agregado, con el peso de un volumen igual de agua, a la misma temperatura.

El cálculo del peso específico de la muestra seca de agregado establece un punto de referencia para medir los pesos específicos necesarios en la determinación de las proporciones de agregado, asfalto y vacíos que van a usarse en los métodos de diseño.

D) Preparación de las Muestras (Probetas) de Ensayo.

Las probetas de ensayo de las posibles mezclas de pavimentación son preparadas haciendo que cada una contenga una ligera cantidad de diferente de asfalto. El margen de contenidos de asfalto usado en las briquetas de ensayo esta determinado con base a experiencia previa con los agregados de la mezcla. Este margen le da al laboratorio un punto de partida para determinar el contenido exacto de asfalto en la mezcla final. La proporción de agregado en las mezclas esta formulada por lo resultados del análisis granulométrico.

E) Procedimientos del Ensayo Marshall

Existen tres procedimientos en el método del ensayo Marshall para mezclas asfálticas estos son:

- 1.- Determinación del peso específico total.
- 2.- Medición de la estabilidad y la fluencia Marshall.
- 3.- Análisis de la densidad y el contenido de vacíos de las probetas.

E.1. Determinación del peso Específico Total

El peso específico total de cada probeta se determina tan pronto como las probetas recién compactadas se hayan enfriado a la temperatura ambiente. Esta medición de peso específico es esencial para un análisis preciso de densidad – vacíos. El peso específico total se determina usando el procedimiento descrito en la norma AASHTO T 166.

E.2. Ensayos de Estabilidad y Fluencia

El ensayo de estabilidad está dirigido a medir la resistencia a la deformación de la mezcla y la fluencia mide la deformación, bajo carga, que ocurre en la mezcla.

CAPITULO 3

ESTUDIO DEL MÉTODO DEL AGREGADO GLOBAL

Como se ha estudiado su aplicación del agregado global en el concreto mucho antes que en la mezcla asfáltica. Por la cual se resaltarán los acontecimientos.

Desde los comienzos del empleo del concreto los investigadores vienen dedicando preferentemente atención a la granulometría del total de agregados.

A esta característica particular de cada concreto lo relacionan directamente con la compacidad final de la cual dependen muchos de sus virtudes, en especial la resistencia mecánica, durabilidad, estabilidad de volumen e impermeabilidad.

D' Henry Le Chatelier (1850 – 1936) primero y luego L.J. Vicat y R. Feret, fueron precursores en la búsqueda de una composición granulométrica óptima para cada tipo de concreto.

En los Estados Unidos de América, Richard B. Fuller y J. Thompson propone en 1917 una curva granulométrica continua y basan en ella un método de dosificación científica de concretos que la bibliografía registra como "Método de Fuller". Fuller sustentaba la tesis de que "la calidad de un concreto no depende solamente de la cantidad de cemento que se coloca a la mezcla, sino que, usando agregados con una curva granulométrica más adecuada pueden mejorarse la resistencia mecánica y otras características.

AGREGADO GLOBAL

Generalidades.- Se llama así a la combinación regulada y artificial del agregado fino con el agregado grueso, que se hace para efectos de diseño; muy distinto al agregado integral llamado también hormigón que es una mezcla arbitraria de arena y grava, que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre y se emplea tal como se le extrae de la cantera o río.

3.1 COMPOSICIÓN GRANULOMETRICA DE LOS AGREGADOS EN MEZCLA ASFALTICA.

La composición del agregado global, se da por la combinación de mezcla de agregados, de tal manera que el agregado final cumple con las especificaciones de mezcla asfáltica. Se toma el Módulo de Finura Total de la mezcla de agregados como elemento fundamental para evaluar su habilidad en satisfacer determinado diseño de mezcla. Usando agregados de una curva granulométrica

más adecuada pueden mejorar la resistencia mecánica y otras características de la mezcla asfáltica.

En 1925 el profesor Caquod en Francia, encontró una solución matemática para la composición granulométrica de los concretos.

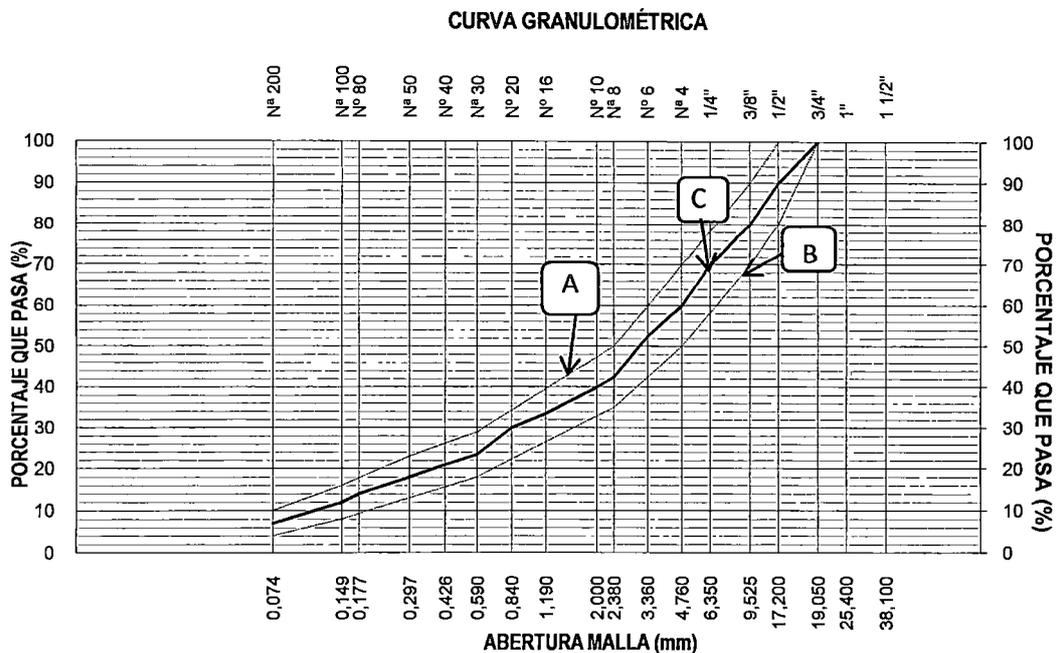
Estos conceptos teóricos de Coquot, fueron utilizados por Faury y joisel para su aplicación práctica en sus métodos de dosificación de concretos por "curvas de referencias".

Para la tesis el huso de la mezcla asfáltica considerada, tiene dos límites. El límite superior se le denomina curva A, El límite inferior se le denomina curva B, con estas dos curvas se promedia y se obtiene la curva C, la cual la denominaremos curva ideal de referencia.

¿Qué es una curva ideal de referencia?

Se define como una curva granulométrica resultante de la mezcla en proporciones variables de granos fino, intermedio y grueso que se consideran optimo para el tipo de mezcla asfáltica. Se parte de esta curva, como elemento teórico que se denomina ideal y con los materiales disponibles se hacen variar las proporciones de los agregados, para conseguir una mezcla agregados que se aproxime razonablemente a la curva ideal de referencia del huso que se emplea.

GRAFICO 3.1 Curva ideal de referencia, en este huso es curva C



Fuente: Elaboración propia

3.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

El propósito del diseño de mezclas es, seleccionar las proporciones más económicas de cada uno de los materiales disponibles para producir la mezcla asfáltica, de la calidad requerida, generalmente especificada en términos de su estabilidad y durabilidad.

El diseño de mezcla por lo tanto se convierte en una parte importante del trabajo y cumplimiento de las especificaciones. Debería estar elaborado conjuntamente con un grado apropiado de control de calidad.

La metodología es la siguiente:

1. Seleccionar el tipo de mezcla asfáltica por clima, por tipo de tránsito y por el material disponible de la zona.
2. Seleccionar el huso de la respectiva norma a utilizar para la mezcla asfáltica.
3. Obtención de la curva ideal de referencia.
4. Se calcula el módulo de finura global de la curva ideal de referencia y los módulos de finura de los agregados grueso y fino de las proporciones que participación en la curva ideal de referencia.
5. Se obtiene el módulo de finura en forma de agregado global para los agregados gruesos y finos de la zona.
6. Se hace la evaluación de calidad de los agregados que cumplan con las especificaciones técnicas para mezclas asfálticas (EG 2000 del MTC).
7. Con el tipo de mezcla a producir, granulometrías, módulos de finuras, especificaciones técnicas, se plantea las alternativas de combinaciones a realizar.
8. Si se combinan dos piedras que están en forma global, el valor del módulo de finura del agregado global M_{FG} es igual MF de la piedra ideal de la curva de referencia. Y si se combinan por método del agregado global dos arenas y separadamente dos piedras luego combinando estas el valor del módulo de finura del agregado global combinación, M_{FG} es igual MF de la curva ideal de referencia.

Las fórmulas del agregado global son:

$$MF_{(P+A)} \text{ en Peso} = P \times MF_P + A \times MF_A$$

$$P + A = 1$$

$$MF_{(P+A)} = \text{Módulo de finura de la mezcla de agregados P y A.}$$

P = Factor en que interviene el agregado P en la mezcla.

A = Factor en que interviene el agregado A en la mezcla.

MF P = Módulo de finura del agregado P.

MF A = Módulo de finura del agregado A.

9. Existe una solución para las proporciones de los agregados que conformando el agregado global que se encuentra dentro del huso elegido al inicio para la mezcla asfáltica.
10. Luego se aplicará el Método de Marshall que es método de diseño de mezcla asfáltica. Para obtener la óptima cantidad de cemento asfáltico la cual se define teniendo en cuenta los parámetros estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos, porcentaje de vacíos de agregado mineral.

3.3 LIMITES DEL MÓDULO DE FINURA

Si tenemos el huso de una mezcla asfáltica, la cual tiene una curva límite superior y una curva límite inferior. Dentro de estos límites se encuentra una infinidad de curvas que todas cumplen con el huso. A cada una de ellas se le puede hallar su módulo de finura. Para hallar los límites de módulo de finura, se considera curva límite superior que se cálculo el módulo de finura y también curva límite inferior se obtiene el módulo de finura. Estos dos valores nos representan los límites de módulo de finura superior y módulo de finura inferior del huso considerado inicialmente.

En la tesis se trabaja con el huso del Instituto del Asfalto gradación IV B y del huso del ASTM gradación D-5.

Como ejemplo 1 se halla los límites:

Del huso del Instituto del Asfalto gradación IVB.

Curva A o límite superior, su modulo de finura es 3.82

Curva B o límite inferior, su modulo de finura es 4.79

Curva C o promedio de las curvas A y B o curva ideal de referencia, su modulo de finura es 4.31

De la curva C, la arena ideal de referencia, su modulo de finura es 3.55

De la curva C, la piedra ideal de referencia, su modulo de finura es 6.50

Como ejemplo 2 se halla los límites:

Del huso del ASTM D gradación 5.

Curva A o límite superior, su modulo de finura es 3.60

Curva B o límite inferior, su modulo de finura es 5.09

Curva C o promedio de las curvas A y B o curva ideal de referencia, su modulo de finura es 4.34

De la curva C, la arena ideal de referencia, su modulo de finura es 3.45

De la curva C, la piedra ideal de referencia, su modulo de finura es 6.34

3.4 MEZCLA ASFALTICA CON AGREGADO GLOBAL

Es la combinación del agregado grueso global y del agregado fino global que cumple con las especificaciones EG 2000 del MTC de una mezcla asfáltica.

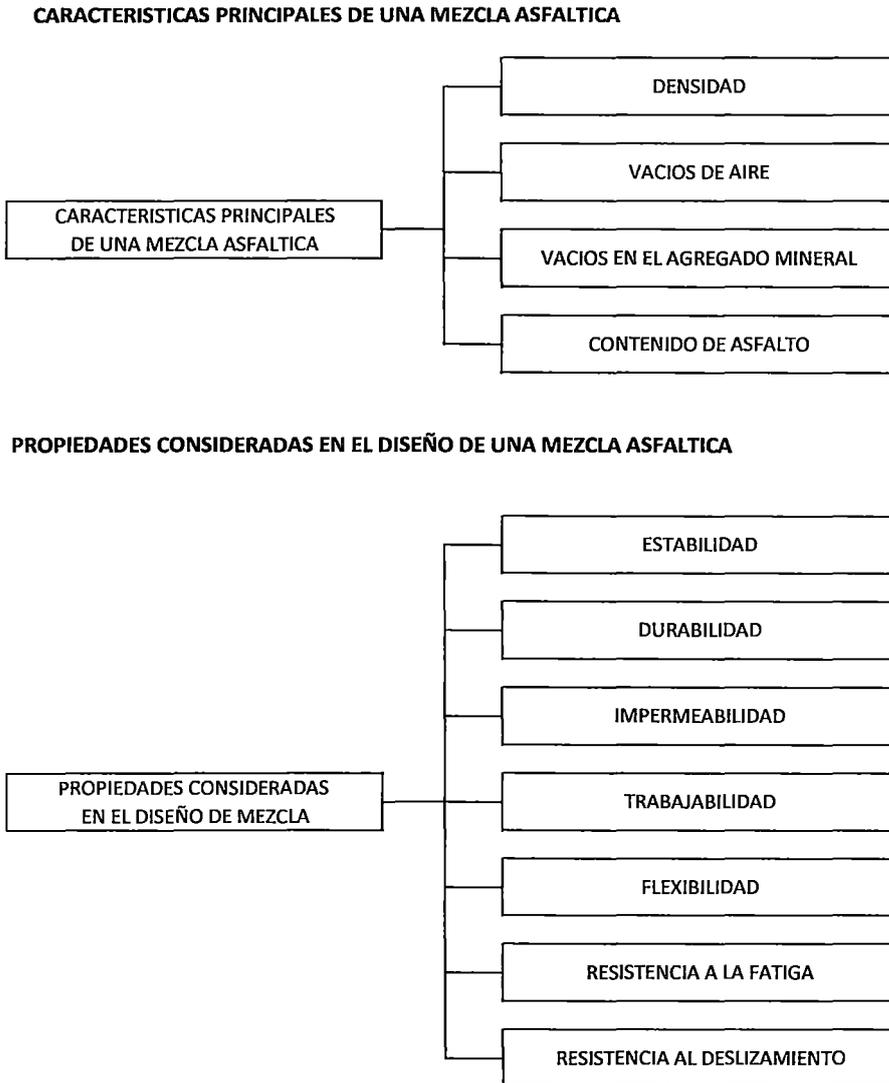
Con el agregado global se pueden producir todo tipo de mezcla asfáltica:

Mezcla asfáltica en caliente.

Mezcla asfáltica en frio.

Mezcla asfáltica para tratamiento superficial.

FIGURA 3.1 Características y propiedades de una mezcla asfáltica



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 4

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

La mezcla asfáltica está compuesta por los siguientes materiales:

Agregados

Cemento asfáltico

La investigación sobre los agregados es un factor esencialmente necesario dentro de las investigaciones de la construcción y el empleo de los materiales. La sociedad necesita aprender a usar sus recursos en lo que se refiere a los materiales para la construcción naturales y manufactureros, renovables y no renovables a fin de poder servir eficientemente a la humanidad en cuanto a costos, tomando en cuenta sus necesidades, la naturaleza de los recursos y los ecosistemas de los que son parte. Debe darse preferencia al empleo de recursos renovables en lugar de no renovable. Asimismo en igual de condiciones, debe darse preferencia a los recursos que pueden utilizarse con menos gasto de energía, sobre los que requieren mayores gastos.

Para lo cual se emplean los agregados globales y estudiaremos las propiedades de los agregados.

4.1 ESTUDIO GRANULOMETRICO

4.1.1 GRANULOMETRÍA

La granulometría de agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas. Esta granulometría se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados, por abertura, de mayor a menor.

Los tamices son básicamente unas mallas de aberturas cuadradas que se encuentran estandarizadas por la ASTM.

La serie de tamices para el agregado grueso son 3", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8" y N° 4, para el agregado fino son N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.

La serie de las tamices que se emplean para clasificar agrupados para concreto se ha establecido de manera que la abertura de cualquier tamiz sea aproximadamente la mitad de la abertura del tamiz inmediatamente superior, es decir en relación de 1 a 2.

Después de tamizar la muestra, el material retenido en cada tamiz, se pasa, luego estos son expresados como porcentaje del peso total de la muestra.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Se calcula el % retenido acumulado y finalmente el porcentaje acumulado que pasa. Estos resultados se expresan en forma grafica en la llamada "curva granulométrica" que es donde se visualiza mejor la distribución de tamaños de una masa de agregados, también permite conocer que tan grueso o fino es.

Los factores que derivan del análisis granulométrico son:

Módulo de Finura: caracterizaciones numéricas que representaran la distribución volumétrica de las partículas de agregados.

Tamaño Máximo: Se entiende como la abertura del menor tamiz por el cual pasa el 100% de la muestra.

Tamaño Máximo Nominal: Esta definido como el siguiente tamiz que le sigue en abertura (mayor) a aquel cuyo % retenido acumulado es del 15% más.

4.1.2 MODULO DE FINURA

Se calcula de la siguiente manera:

$$MF = \frac{3" + 1\ 1/2" + 3/4" + 3/8" + N^{\circ} 4 + N^{\circ} 8 + N^{\circ} 16 + N^{\circ} 30 + N^{\circ} 50 + N^{\circ} 100}{100}$$

Nota: En cada malla se pone el peso retenido acumulado obtenido en cada tamizado.

4.1.3 DETERMINACIÓN DEL MATERIAL QUE PASA MALLA N° 200.

La norma MTC E 202 – 2000 (NTP 339.132) denominada Cantidad de Material Fino que pasa por el Tamiz N° 200. Este ensayo describe el procedimiento para determinar, por lavado la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75mm (N° 200) en agregado.

Durante el ensayo se separan de la superficie del agregado, por lavado, las partículas que pasan el tamiz de 75 mm (N° 200), tales como: arcillas, agregados muy finos, y materiales solubles en el agua.

4.2 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GLOBAL

4.2.1 PESO UNITARIO SUELTO

La norma MTC E 203 – 2000 (NTP 400.017) denominada Peso Unitario y Vacíos de los Agregados. Es el peso en estado suelto por unidad de volumen de un agregado. En la práctica se determina usando baldes normalizados, el tipo de balde depende si el agregado es fino o grueso.

$$P.U.S. = \frac{\text{Peso del material (estado natural)}}{\text{Volumen (del balde)}}$$

4.2.2 PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC)

Es el peso del agregado en estado compactado por unidad de volumen, en el laboratorio se determina compactando el agregado dentro del balde, con la ayuda de una varilla normalizada de diámetro igual 5/8" . Se aplican 25 golpes por capa, se compacta en 3 capas.

$$P.U.C. = \frac{\text{Peso del material (estado compactado)}}{\text{Volumen (del balde)}}$$

4.3 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GLOBAL

4.3.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

Es la cantidad de agua superficial retenido en un momento determinado por las partículas de agregado.

Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua en la mezcla asfáltica, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas con emulsión y para prevenir la falla en la mezcla asfáltica en caliente y en frío con RC 250.

La humedad se expresa de la siguiente manera según ASTM C-566.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso original de la muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

4.3.2 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado. Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de la mezcla, con influencia en las propiedades de resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias.

Las normas ASTM C – 127 Y 128 ya mencionadas en peso específico, establecen la metodología para su determinación expresada en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso S.S.S.} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}}$$

4.3.3 CONTENIDO DE VACIOS

Es la medida del volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados. Depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario.

La norma ASTM C-29 indicada establece la fórmula para calcularlo, empleando los valores de peso específico y peso unitario estándar.

$$\% \text{ de Vacios} = 100 \times \left| \frac{(S \times W) - M}{S \times W} \right|$$

Donde:

S = Peso específico de masa.

W = Densidad del agua.

M = Peso unitario compactado seco.

4.4 PESO ESPECÍFICO

El peso específico de los agregados es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento mientras que para bajo valores generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles.

Es la relación de su peso respecto al peso de un volumen absoluto igual de agua (agua desplaza por inmersión). Se usa en ciertos cálculos para

proporcionamiento de mezclas y control, por ejemplo en la determinación de volumen absoluto ocupado por el agregado junto con la absorción está determinado por las normas ASTM C – 127 Y C – 128 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de la condiciones de saturación .

$$\text{P.E. material} = \frac{\text{Peso seco del material}}{\text{Volumen superficialmente seco}}$$

4.5 DURABILIDAD

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

Generalmente, la durabilidad de una mezcla puede ser mejorada de tres formas. Estas son: usando la mayor cantidad posible de asfalto, usando una graduación densa de agregado resistente a la separación, y diseñando y compactando la mezcla para obtener la máxima impermeabilidad.

La mayor cantidad posible de asfalto aumenta la durabilidad porque las películas gruesas de asfalto no se envejecen o endurecen tan rápido como lo hacen las películas delgadas. Además, el máximo contenido posible de asfalto sella eficazmente un gran porcentaje de vacíos interconectados en el pavimento, haciendo difícil la penetración del aire y del agua. Por supuesto, se debe dejar un cierto porcentaje de vacíos en el pavimento para permitir la expansión del asfalto en los tiempos cálidos.

Una gradación densa del agregado firme, duro, y resistente a la separación, contribuye, de tres maneras, a la durabilidad del pavimento. Una granulometría densa proporciona un contacto más cercano entre las partículas de agregado, lo cual mejora la impermeabilidad de la mezcla.

Un agregado firme y duro resiste la desintegración bajo las cargas del tránsito. Un agregado resistente a la separación resiste la acción del agua y el tránsito, las cuales tienden a separar la película de asfalto de las partículas de agregado, conduciendo a la desintegración del pavimento.

La resistencia de una mezcla a la separación puede ser mejorada, bajo ciertas condiciones, mediante el uso de compuestos adhesivos, o rellenos minerales como la cal hidráulica.

La intrusión del aire y agua en el pavimento puede minimizarse si se diseña y compacta la mezcla para darle al pavimento la máxima impermeabilidad posible. Existen muchas causas y efectos asociados con una poca durabilidad del pavimento.

4.6 CEMENTO ASFÁLTICO

El cemento asfáltico provee el ligante para un pavimento de mezcla asfáltico. Normalmente varía entre 4 y 7% aproximadamente, en peso de la mezcla, dependiendo mucho de la granulometría y del tamaño máximo nominal de la partícula del agregado.

El comportamiento en servicio de un pavimento asfáltico es muy influenciado por el grado y la cantidad de cemento asfáltico que contiene y ambos, grado y cantidad, deben seleccionarse con cuidado.

Los grados de cemento asfáltico normalmente empleados para pavimentos en Perú varían en penetraciones desde 40/50 a 200/300. El grado de cemento asfáltico seleccionado para cada diseño de pavimento debe ser influido por el clima, tráfico y la resistencia de la base, del camino o calle sobre los que se instalará el pavimento.

Las mezclas para pavimentación son más tenaces y resistentes cuando se utilizan grados más duros de cemento asfáltico, pero la experiencia indica que también son menos flexibles. Consecuentemente, para el clima de Canadá, se eligen grados de cementos asfálticos más blandos como los de 150/200 y 200/230 de penetración, para dar al pavimento la mayor flexibilidad requerida cuando las fundaciones del camino son algo más débiles y donde los volúmenes de tráfico son livianos a medianos.

Por otra parte el asfalto con 85/100 de penetración es utilizado para pavimentos donde las fundaciones son fuertes y donde el tráfico es pesado.

La cantidad de ligante asfáltico incorporado a una mezcla de pavimentación es importante porque los pavimentos de poco asfalto tienden a deshacerse a hacerse quebradizos y a romperse.

Por otra parte, cuando se usa demasiado asfalto, los pavimentos tienden a hacerse inestables y pueden aflorar o exudar, convirtiéndose por ello, durante tiempo húmedo, en peligrosos para el tráfico.

Mucho se ha escrito acerca de la calidad de los cementos asfálticos y en una amplia escala mundial, reflejando diversas opiniones individuales, incluidas en las numerosas especificaciones para cada grado de cemento asfáltico. Sin embargo, a pesar de más de cincuenta años de investigaciones, no existe un ensayo único o grupo de ellos, aceptados generalmente, que sean capaces de definir la calidad del asfalto. Hasta que se implante un ensayo reconocido universalmente para la calidad del asfalto, se recomienda que las especificaciones para cemento asfáltico se conserven tan simples como sea posible, como las especificaciones corrientes de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M). Con la base de más de treinta años de experiencia el autor de este trabajo cree firmemente que cualquier cemento asfáltico que satisfaga las especificaciones actuales de la A.S.T.M. dará un comportamiento satisfactorio, si el pavimento en el que sea usado ha sido adecuadamente diseñado y construido.

CAPITULO 5

DISEÑO Y DOSIFICACIÓN

En este capítulo se realizará la aplicación del tema de la tesis, se obtendrá las proporciones de los agregados para la mezcla asfáltica por el Método del Agregado Global y la dosificación del cemento asfáltico para la mezcla asfáltica se obtendrá por el Método de Marshall. Y la Especificación que se emplea para la mezcla asfáltica en este caso, es la del Instituto del Asfalto y su gradación IV B. Y también Especificación del ASTM D y su gradación D – 5.

5.1 VARIACIONES DEL MODULO DE FINURA GLOBAL (MFG)

Para las mezclas asfálticas conocemos los siguientes husos, entre los que tenemos:

1. Especificación de la FHWA (Federal Highway Administration)

Norma para mezclas asfálticas para Aeropuertos.

Gradación RAP

- El huso del RAP es:

Cuadro 5.1 Huso del RAP.

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN RAP (%) PASA
1 1/2"	38.10	100
1"	25.40	95-100
3/4"	19.05	84-100
1/2"	12.70	70-100
3/8"	9.525	58-95
1/4"	6.35	
Nº 4	4.76	38-75
Nº 6	3.36	
Nº 8	2.38	25-60
Nº 10	2.00	
Nº 16	1.19	17-40
Nº 20	0.84	
Nº 30	0.59	10-35
Nº 40	0.426	
Nº 50	0.297	5-25
Nº 80	0.177	
Nº 100	0.149	3-20
Nº 200	0.074	2-15

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso **RAP** son:

Cuadro 5.2 Las curvas del huso RAP.

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"	100	100	100
1"	100	95	97.5
3/4"	100	84	92
1/2"	100	70	85
3/8"	95	58	76.5
1/4"			
Nº 4	75	38	56.5
Nº 6			
Nº 8	60	25	42.5
Nº 10			
Nº 16	40	17	28.5
Nº 20			
Nº 30	35	10	22.5
Nº 40			
Nº 50	25	5	15
Nº 80			
Nº 100	20	3	11.5
Nº 200	15	2	8.5

FUENTE: Elaboración propia.

2. Especificación del Instituto del Asfalto MS – 2

Gradación N° 02

Gradación N° 03

- El huso **MS 2-02**

Cuadro 5.3 Huso MS 2-02

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN MS 2-02 (%) PASA
1 1/2"	38.10	
1"	25.40	100
3/4"	19.05	76-98
1/2"	12.70	66-86
3/8"	9.525	57-77
1/4"	6.35	
N° 4	4.76	40-60
N° 6	3.36	
N° 8	2.38	26-46
N° 10	2.00	
N° 16	1.19	17-37
N° 20	0.84	
N° 30	0.59	11-27
N° 40	0.426	
N° 50	0.297	7 -19
N° 100	0.149	6-16
N° 200	0.074	3-6

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso **MS2-02** son :

Cuadro 5.4 Las Curvas del huso MS2-Gradación 02

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio Ay B) (%) PASA
1 1/2"			
1"	100	100	100
3/4"	98	76	87
1/2"	86	66	76
3/8"	77	57	67
1/4"			
Nº 4	60	40	50
Nº 6			
Nº 8	46	26	36
Nº 10			
Nº 16	37	17	27
Nº 20			
Nº 30	27	11	19
Nº 40			
Nº 50	19	7	13
Nº 80			
Nº 100	16	6	11
Nº 200	6	3	4.5

Fuente: Elaboración propia

- El huso **MS 2-03** :

CUADRO 5.5 El huso MS2 – Gradación 03

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN MS 2-03 (%) PASA
1 1/2"	38.10	
1"	25.40	
3/4"	19.05	100
1/2"	12.70	79-99
3/8"	9.525	68-88
1/4"	6.35	
Nº 4	4.76	48-68
Nº 6	3.36	
Nº 8	2.38	33-53
Nº 10	2.00	
Nº 16	1.19	20-40
Nº 20	0.84	
Nº 30	0.59	14-30
Nº 40	0.426	
Nº 50	0.297	9-21
Nº 80	0.177	
Nº 100	0.149	6-16
Nº 200	0.074	3-6

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso **MS2-03** son :

CUADRO 5.6 Las curvas del huso MS 2 – Gradación 03

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"			
1"			
3/4"	100	100	100
1/2"	99	79	89
3/8"	88	68	78
1/4"			
Nº 4	68	48	58
Nº 6			
Nº 8	53	33	43
Nº 10			
Nº 16	40	20	30
Nº 20			
Nº 30	30	14	22
Nº 40			
Nº 50	21	9	15
Nº 80			
Nº 100	16	6	11
Nº 200	6	3	4.5

Fuente: Elaboración propia.

3. Especificación del Instituto del Asfalto MS – 19

Gradación N° 03

Gradación N° 04

- El huso S19-03 es:

CUADRO 5.7 El huso MS19 - Gradación 03

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN MS19-03 (%) PASA
1 1/2"	38.10	
1"	25.40	100
3/4"	19.05	90-100
1/2"	12.70	
3/8"	9.525	60-80
1/4"	6.35	
N° 4	4.76	35-65
N° 6	3.36	
N° 8	2.38	20-50
N° 10	2.00	
N° 20	0.84	
N° 30	0.59	
N° 40	0.426	
N° 50	0.297	3-20
N° 80	0.177	
N° 100	0.149	
N° 200	0.074	2-8

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso **MS19-03** son:

CUADRO 5.8 Las curvas del huso MS 19 - Gradación 03

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"			
1"	100	100	100
3/4"	100	90	95
1/2"			
3/8"	80	60	70
1/4"			
Nº 4	65	35	50
Nº 6			
Nº 8	50	20	35
Nº 10			
Nº 16			
Nº 20			
Nº 30			
Nº 40			
Nº 50	20	3	11.5
Nº 80			
Nº 100			
Nº 200	8	2	5

Fuente: Elaboración propia

- El huso **MS 19-04** es :

CUADRO 5.9 Huso MS19 - Gradación 04

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN MS19-04 (%) PASA
1 1/2"	38.1	
1"	25.4	
3/4"	19.05	100
1/2"	12.7	90-100
3/8"	9.525	
1/4"	6.35	
Nº 4	4.76	45-70
Nº 6	3.36	
Nº 8	2.38	25-55
Nº 10	2	
Nº 16	1.19	
Nº 20	0.84	
Nº 30	0.59	
Nº 40	0.426	
Nº 50	0.297	5-20
Nº 80	0.177	
Nº 100	0.149	
Nº 200	0.074	2-9

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del **MS19-04** son :

CUADRO 5.10 Las curvas del huso MS19 – Gradación 04

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"			
1"			
3/4"	100	100	100
1/2"	100	90	95
3/8"			
1/4"			
Nº 4	70	45	57.5
Nº 6			
Nº 8	55	25	40
Nº 10			
Nº 16			
Nº 20			
Nº 30			
Nº 40			
Nº 50	20	5	12.5
Nº 80			
Nº 100			
Nº 200	9	2	5.5

Fuente: Elaboración propia

4. Especificación del **MTC EG 2000**.

Norma de la mezcla asfáltica en caliente

Gradación MAC – 1; Gradación MAC – 2; Gradación MAC – 3

- EL huso **MAC - 1** es:

CUADRO 5.11 Huso MAC – 1

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN MAC-1 (%) PASA
1 1/2"	38.1	
1"	25.4	100
3/4"	19.05	80-100
1/2"	12.7	67-85
3/8"	9.525	60-77
1/4"	6.35	
Nº 4	4.76	43-54
Nº 6	3.36	
Nº 8	2.38	
Nº 10	2	29-45
Nº 20	0.84	
Nº 30	0.59	
Nº 40	0.426	14-25
Nº 50	0.297	
Nº 80	0.177	8-17
Nº 100	0.149	
Nº 200	0.074	4-8

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso **MAC-1** son:

CUADRO 5.12 Las curvas del huso MAC - 1

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"			
1"	100	100	100
3/4"	100	80	90
1/2"	85	67	76
3/8"	77	60	68.5
1/4"			
Nº 4	54	43	48.5
Nº 6			
Nº 8			
Nº 10	45	29	37
Nº 16			
Nº 20			
Nº 30			
Nº 40	25	14	19.5
Nº 50			
Nº 80	17	8	12.5
Nº 100			
Nº 200	8	4	6

Fuente: Elaboración propia.

- El huso **MAC-2** es:

CUADRO 5.13 Huso MAC - 2

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN MAC-2 (%) PASA
1 1/2"	38.10	
1"	25.40	
3/4"	19.05	100
1/2"	12.70	80-100
3/8"	9.525	70-88
1/4"	6.35	
Nº 4	4.76	51-68
Nº 6	3.36	
Nº 8	2.38	
Nº 10	2.00	38-52
Nº 16	1.19	
Nº 20	0.84	
Nº 30	0.59	
Nº 40	0.426	17-28
Nº 50	0.297	
Nº 80	0.177	8-17
Nº 100	0.149	
Nº 200	0.074	4-8

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso **MAC-2** son :

CUADRO 5.14 Las curvas del huso MAC – 2

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"			
1"			
3/4"	100	100	100
1/2"	100	80	90
3/8"	88	70	79
1/4"			
Nº 4	68	51	59.5
Nº 6			
Nº 8			
Nº 10	52	38	45
Nº 16			
Nº 20			
Nº 30			
Nº 40	28	17	22.5
Nº 50			
Nº 80	17	8	12.5
Nº 100			
Nº 200	8	4	6

Fuente: Elaboración propia

- El huso **MAC-3** es :

CUADRO 5.15 Huso MAC - 3

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN MAC-3 (%) PASA
1 1/2"	38.10	
1"	25.40	
3/4"	19.05	
1/2"	12.70	
3/8"	9.525	100
1/4"	6.35	
Nº 4	4.76	65-87
Nº 6	3.36	
Nº 8	2.38	
Nº 10	2.00	43-61
Nº 16	1.19	
Nº 20	0.84	
Nº 30	0.59	
Nº 40	0.426	16-29
Nº 50	0.297	
Nº 80	0.177	9-19
Nº 100	0.149	
Nº 200	0.074	5-10

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso **MAC-3** son:

CUADRO 5.16 Las curvas del huso MAC - 3

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"			
1"			
3/4"			
1/2"			
3/8"	100	100	100
1/4"			
Nº 4	87	65	76
Nº 6			
Nº 8			
Nº 10	61	43	52
Nº 16			
Nº 20			
Nº 30			
Nº 40	29	16	22.5
Nº 50			
Nº 80	19	9	14
Nº 100			
Nº 200	10	5	7.5

Fuente: Elaboración propia

5. Especificación del **Instituto del Asfalto** de mezcla asfáltica en caliente son:
Gradación IV A; Gradación IV B; Gradación IV C; Gradación IV D

- El huso **IV B** es :

CUADRO 5.17 Huso del Instituto del Asfalto Gradación IV B

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN IV B (%) PASA
1 1/2"	38.10	
3/4"	19.05	100
1/2"	12.70	80-100
3/8"	9.525	70-90
1/4"	6.35	
Nº 4	4.76	50-70
Nº 6	3.36	
Nº 8	2.38	35-50
Nº 10	2.00	
Nº 16	1.19	
Nº 20	0.84	
Nº 30	0.59	18-29
Nº 40	0.426	
Nº 50	0.297	13-23
Nº 80	0.177	
Nº 100	0.149	8-16
Nº 200	0.074	4-10

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso IV B son :

CUADRO 5.18 - Las curvas del huso del Instituto del Asfalto Gradación IV B

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"			
1"			
3/4"	100	100	100
1/2"	100	80	90
3/8"	90	70	80
1/4"			
Nº 4	70	50	60
Nº 6			
Nº 8	50	35	42.5
Nº 10			
Nº 16			
Nº 20			
Nº 30	29	18	23.5
Nº 40			
Nº 50	23	13	18
Nº 80			
Nº 100	16	8	12
Nº 200	10	4	7

Fuente: Elaboración propia

- El huso IV C es :

CUADRO 5.19 Huso del Instituto del Asfalto Gradación IV C

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN IV C (%) PASA
1 1/2"	38.10	100
1"	25.40	80-100
3/4"	19.05	
1/2"	12.70	60-80
3/8"	9.525	
1/4"	6.35	48-65
Nº 4	4.76	
Nº 6	3.36	35-50
Nº 8	2.38	
Nº 10	2.00	
Nº 16	1.19	
Nº 20	0.84	19-30
Nº 30	0.59	
Nº 40	0.426	13-23
Nº 50	0.297	
Nº 80	0.177	7-15
Nº 100	0.149	0-8
Nº 200	0.074	

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso IV C son:

CUADRO 5.20 Las curvas del huso del Instituto del Asfalto Gradación IV C

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"			
1"	100	100	100
3/4"	100	80	90
1/2"			
3/8"	80	60	70
1/4"			
Nº 4	65	48	56.5
Nº 6			
Nº 8	50	35	42.5
Nº 10			
Nº 16			
Nº 20			
Nº 30	30	19	24.5
Nº 40			
Nº 50	23	13	18
Nº 80			
Nº 100	15	7	11
Nº 200	8	0	4

Fuente: Elaboración propia

6. Especificación del **ASTM**

Gradación D – 3; Gradación D – 4; Gradación D – 5

- El huso **ASTM D - 3** es:

CUADRO 5.21 Huso del ASTM Gradación D - 3

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN D-3 (%) PASA
1 1/2"	38.10	100
1"	25.4	90 - 100
3/4"	19.05	
1/2"	12.7	56 - 80
3/8"	9.525	
1/4"	6.35	
Nº 4	4.76	29 - 59
Nº 6	3.36	
Nº 8	2.38	19 - 45
Nº 10	2.00	
Nº 16	1.19	
Nº 20	0.84	
Nº 30	0.59	
Nº 40	0.426	
Nº 50	0.297	5 - 17
Nº 80	0.177	
Nº 100	0.149	
Nº 200	0.074	

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso **ASTM D - 3** son :

CUADRO 5.22 Las curvas del huso del ASTM Gradación D – 3

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"	100	100	100
1"	100	90	80
3/4"			
1/2"	80	56	68
3/8"			
1/4"			
Nº 4	59	29	44
Nº 6			
Nº 8	45	19	32
Nº 10			
Nº 16			
Nº 20			
Nº 30			
Nº 40			
Nº 50	17	5	11
Nº 80			
Nº 100			
Nº 200	7	1	4

Fuente: Elaboración propia

- El huso **ASTM D - 4** es:

CUADRO 5.23 Huso del ASTM Gradación D – 4

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN D-4 (%) PASA
1 1/2"	38.10	
1"	25.40	100
3/4"	19.05	90-100
1/2"	12.70	
3/8"	9.525	56-80
1/4"	6.35	
Nº 4	4.76	35-65
Nº 6	3.36	
Nº 8	2.38	23-49
Nº 10	2.00	
Nº 16	1.19	
Nº 20	0.84	
Nº 30	0.59	
Nº 40	0.426	
Nº 50	0.297	5 - 19
Nº 80	0.177	
Nº 100	0.149	2-8
Nº 200	0.074	

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso **ASTM D - 4** son :

CUADRO 5.24 Las curvas del huso del ASTM Gradación D - 4

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"			
1"	100	100	100
3/4"	100	90	95
1/2"			
3/8"	80	56	68
1/4"			
Nº 4	65	35	50
Nº 6			
Nº 8	49	23	36
Nº 10			
Nº 16			
Nº 20			
Nº 30			
Nº 40			
Nº 50	19	5	12
Nº 80			
Nº 100			
Nº 200	8	2	5

Fuente: Elaboración propia.

- El huso **ASTM D - 5** es :

CUADRO 5.25 Huso del ASTM Gradación D - 5

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN D - 5 (%) PASA
1 1/2"	38.10	
1"	25.40	
3/4"	19.05	100
1/2"	12.70	90-100
3/8"	9.525	
1/4"	6.35	
Nº 4	4.76	44-74
Nº 6	3.36	
Nº 8	2.38	28-58
Nº 10	2.00	
Nº 16	1.19	
Nº 20	0.84	
Nº 30	0.59	
Nº 40	0.426	
Nº 50	0.297	5-21
Nº 80	0.177	
Nº 100	0.149	
Nº 200	0.074	2-10

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso **ASTM D - 5** son :

CUADRO 5.26 Las curvas del huso ASTM Gradación D - 5

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"			
1"			
3/4"	100	100	100
1/2"	100	90	95
3/8"			
1/4"			
Nº 4	74	44	59
Nº 6			
Nº 8	58	28	43
Nº 10			
Nº 16			
Nº 20			
Nº 30			
Nº 40			
Nº 50	21	5	13
Nº 80			
Nº 100			
Nº 200	10	2	6

Fuente: Elaboración propia.

- De las especificaciones presentadas se tomara la del INSTITUTO DEL ASFALTO gradación IV B.

Se escoge este huso porque su granulometría optimiza la cantidad de cemento asfáltico por m³ y también se incrementa el rendimiento de mezcla asfáltica en cantidad de m²/m³. Y también porque nos permite producir mezcla asfáltica densa, y nos permite alcanzar la mejor resistencia al deslizamiento en la superficie de textura arenosa.

- El huso **IV B** es:

CUADRO 5.27 Huso del Instituto del Asfalto Gradación IV B

MALLAS		GRANULOMETRIA
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	GRADACIÓN IV B (%) PASA
1 1/2"	38.10	
3/4"	19.05	100
1/2"	12.70	80 - 100
3/8"	9.525	70 - 90
1/4"	6.35	
Nº 4	4.76	50 -70
Nº 6	3.36	
Nº 8	2.38	35 - 50
Nº 10	2.00	
Nº 20	0.84	
Nº 30	0.59	18 - 29
Nº 40	0.426	
Nº 50	0.297	13 - 23
Nº 100	0.149	8 - 16
Nº 200	0.074	4 - 10

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Y las curvas obtenidas a partir del huso **IV B** son:

CUADRO 5.28 – Las curvas del INSTITUTO del ASFALTO Gradación IV B

SERIE AMERICANA	CURVA A (%) PASA	CURVA B (%) PASA	CURVA C (Promedio A y B) (%) PASA
1 1/2"			
1"			
3/4"	100	100	100
1/2"	100	80	90
3/8"	90	70	80
1/4"			
Nº 4	70	50	60
Nº 6			
Nº 8	50	35	42.5
Nº 10			
Nº 16	40	27	33.5
Nº 20			
Nº 30	29	18	23.5
Nº 40			
Nº 50	23	13	18
Nº 80			
Nº 100	16	8	12
Nº 200	10	4	7

Fuente: Elaboración propia

La granulometría de la curva C del huso IV B del Instituto del Asfalto, es el promedio de la curva A y curva B, con la cual se produce la granulometría del agregado global ideal para el huso IV B.

Se obtiene los módulos finura de las curvas A, B, C del huso IV B.

Los valores son:

Del anexo A, cuadro A.4, MF curva A o huso superior = 3.82

Del anexo A, cuadro A.6, MF curva C o huso central = 4.31 (Promedio)

Del anexo A, cuadro A.5, MF curva B o huso inferior = 4.79

De los cálculos anteriores hallaremos la variación del Modulo de Finura Global (MFG), que cumplan las especificaciones IV B, esta es desde el valor MF curva A = 3.82 hasta MF curva B = 4.79

5.2 SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE LOS AGREGADOS

APLICACIÓN DEL METODO DE AGREGADO GLOBAL

Empleado como aplicación al expediente N° 155-2009-JBO de la empresa JBO Ingenieros S.A.C. a efecto de comparar.

Los datos que se emplean en esta aplicación es Exp. N° 155-2009-JBO que se encuentra en el anexo B.

1. Es una carretera de primer orden, clima de costa, se encontró canteras de arena y piedra.
2. Se determinó que se trabajara con una mezcla asfáltica en caliente, con las Especificación del Instituto del Asfalto de gradación IV B.
3. La curva ideal óptima de referencia es la que corresponde a la curva C o huso central, con MF igual 4.31

Ver gráfico N° 1 de la granulometría Curva C, en el anexo A.

4. Subdivisión de la curva ideal óptima de referencia por la malla N° 4, de la cual se obtiene la piedra ideal y la arena ideal, se halla los módulos de finura respectivamente.

Del anexo A, en el cálculo A.1, se obtiene MF piedra ideal es 6.5

Del anexo A, en el cálculo A.2, se obtiene MF arena ideal es 3.55

5. Del Exp. N° 155-2009-JBO, que se encuentra en el anexo B se tiene los datos siguientes:

a) Los materiales que se utilizaron para hacer el diseño son:

Arena 1, la que se representa como A1.

Arena 2, la que se representa como A2.

Piedra1, la que se representa como P1.

De sus respectivas granulometrías se obtiene los módulos de finura.

Del anexo A, en el cuadro A.7, MFA1 = 2.72

Del anexo A, en el cuadro A.8, MFA2 = 3.08

Del anexo A, en el cuadro A.9, MFP1 = 6.56

b) Se combina la arena A1 con A2 por el Metodo del Agregado Global. Las formulas del agregado global son:

$$\begin{aligned} \text{MF (A1+A2) en Peso} &= A1 \times \text{MFA1} + A2 \times \text{MFA2} \\ 1 &= A1 + A2 \end{aligned}$$

MF (A1+A2) = Modulo de finura de la mezcla de los agregados A1 y A2.

A1 = Factor que interviene A1 en la mezcla.

A2 = Factor que interviene A2 en la mezcla.

MFA1 = Modulo de finura del agregado A1.

MFA2 = Modulo de finura del agregado A2.

Consideraciones:

MF (A1+A2) = MF de arena ideal = 3.55

MFA1 = 2.72, MFA2 = 3.08

Se debe realizar revisión antes de hacer los cálculos los módulos de finura que se van combinar.

Se observa que: MFA1 = 2.72, MF A2 = 3.08, MF de arena ideal = 3.55

Para que se pueda combinar debe cumplir con la condición:

MFA1 < MF combinación < MF A2

Remplazamos datos MFA1 = 2.72 < MF combinación = 3.55 < MFA2 = 3.08

Como se observa que no se cumple no se puede combinar las arenas.

Por la cual se puede utilizar las arenas individuales para combinar con la piedra mas no combinadas. Por la cual se genera dos combinaciones, combinar la arena A2 y piedra y no se necesita A1. Y la otra combinación la arena A1 y la piedra y no se necesita A2.

I) Se condiciona que no se necesita arena de la cantera A1.

Por lo tanto se combina la piedra P1 y la arena A2 por método del agregado global.

Considerando:

MFG = MF uso central = 4.31, MF P1 = 6.56, MF A2 = 3.08

Se considera como:

P1= Factor de la piedra que interviene en mezcla

A2= Factor de la arena 2 que interviene en mezcla

P1 =? ; A2=?

Reemplazando datos se tiene:

$$4.31 = P1 \times MFP1 + A2 \times MFA2$$

$$1.00 = P1 + A2$$

Resolviendo las dos ecuaciones, en el anexo A, del cálculo A.4 se tiene

$$P1 = 0.3535 \text{ y } A2 = 0.6465$$

En la combinación:

Piedra P1 = 35.35 %; arena A2 = 64.65 %

II) Se condiciona que no se necesita arena de la cantera A2.

Por lo tanto se combina la piedra P1 y la arena A1 por método del agregado global.

Considerando:

MF G = MF huso central = 4.31, MFP1 = 6.56, MFA1 = 2.72

Se considera como:

P1=Factor de la piedra que interviene en la mezcla

A1=Factor de la arena 1 que interviene en la mezcla

P1 =? , A1 =?

Reemplazando datos se tiene:

$$4.31 = P1 \times MFP1 + A1 \times MFA1$$

$$1.00 = P1 + A1$$

Resolviendo las dos ecuaciones, en el anexo A, del cálculo A.5 se tiene

$$P1 = 0.4141 \text{ y } A1 = 0.5859$$

En la combinación:

Piedra P1 = 41.41 %, arena A1 = 58.59 %

De los cálculos anteriores resulta:

i) P1 = 35 %, A2 = 65 %

ii) P1 = 41%, A1 = 59 %

Se observa en los gráficos de granulometría que las dos cumple con Especificación del Instituto del Asfalto de gradación IV B. Pero la información de la empresa JBO Ingenieros S.A.C. nos dice que arena A2 se obtiene chancando la piedra P1.

Por lo cual se descarta la combinación de piedra P1 más arena A2.

Se realizará el diseño de la mezcla con la combinación de la piedra P1 más la arena A1. Con lo cual el diseño de mezcla asfáltica se obtendrá un diseño más económico. Porque no se usará chancadora, la cantidad de cemento asfáltico será menor, porque disminuye la cantidad de arena.

La selección de las proporciones de los agregados por el Método de Agregado Global es:

P1 = 41%, A1 = 59 %

6. El módulo de finura de la proporción obtenida en la tesis es 4.31 y la comparamos con el valor del módulo de finura obtenida por las proporciones de agregado hallada por la empresa JBO Ingenieros S.A.C. se realizara su comparación.

A) MF G tesis = MF curva C o huso central = Hallada en la tesis = 4.31

B) MF G JBO =?

Proporciones de los agregados obtenidos por empresa JBO Ingenieros S.A.C. son:

P1 = 45%, A1 = 30 %, A2 = 25 %

MFP1 = 6.56, FMA1 = 2.72, MFA2 = 3.08

I) El método de Agregado Global se aplica en combinación de dos agregados. Por lo tanto en este caso se combina primero las arenas A1 y A2. Luego esta combinación de arenas se combina con la piedra.

Del anexo A, en el cálculo A.1, se obtiene MF piedra ideal es 6.5

Del anexo A, en el cálculo A.2, se obtiene MF arena ideal es 3.55

•Combinación de la arena A1 con arena A2.

MF G AT = MF combinación de las arenas

Proporciones totales: A1 = 30 %, A2 = 25 %

Se halla proporciones parciales:

A1p% = $(30/55) \cdot 100 = 55 \%$, A2p% = $(25/55) \cdot 100 = 45 \%$

Aplicando el método de AGREGADO GLOBAL en este caso para arenas.

$$MF_{GAT} = MF_{comb. Arenas} = A1p \times MF_{A1} + A2p \times MF_{A2}$$

$$MF_{GAT} = 0.55 \times 2.72 + 0.45 \times 3.08$$

$$MF_{GAT} = 2.882$$

•Se combina piedra P1 con combinación de la arenas

$$P1 = 45 \%, \text{ combinación de las arenas} = 55 \%$$

$$MF_{GJBO} = P1 \times MF_{P1} + \text{factor comb.de las arenas} \times MF_{GAT}$$

$$MF_{GJBO} = .45 \times 6.56 + .55 \times 2.882$$

$$MF_{GJBO} = 4.537$$

•Comparación en EXP. 155-2009-JBO

$$MF_{proporción agregados hallada en la tesis} = 4.310$$

$$MF_{proporción agregados hallada por JBO} = 4.537$$

$$\text{Diferencia MF} = 4.537 - 4.310 = 0.227$$

5.3 PESO UNITARIO DE MEZCLA ASFALTICA

El peso específico es hallado en proceso de diseño de mezcla asfáltica por el Método de Marshall el valor es:

$$P.E. = 2362 \text{ kg/m}^3 \text{ mezcla asfáltica}$$

5.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CUBICO

Proporciones de agregados hallados método de agregado global y cantidad de cemento hallado por el método Marshall son:

$$\text{Piedra P1} = 41 \%$$

$$\text{Arena A1} = 59 \%$$

$$\text{Cemento} = 6.3 \%$$

Como las cantidades de piedra, arena y cemento asfáltico suman más 100%.

Entonces lo ajustamos al 100 %.

$$\text{Para los agregados } 100 - 6.3 = 93.7 \%$$

Ajuste de porcentajes mezcla asfáltica son:

$$\text{Piedra P1} = 41 \%; \quad WP1 = .41 \times 0.937 = .3842$$

$$\text{Arena A1} = 59 \%; \quad WA1 = .59 \times 0.937 = .5528$$

Porcentaje de mezcla asfáltica ajustado en peso son:

$$\text{Piedra P1} = 38.42 \%$$

Arena A1 = 55.28 %

Cemento = 6.30 %

Peso de los componentes de mezcla asfáltica para m³ son:

Piedra P1 = $0.3842 \times 2362 \text{ kg/m}^3 = 907.48 \text{ kg/m}^3$

Arena A1 = $0.5528 \times 2362 \text{ kg/m}^3 = 1305.71 \text{ kg/m}^3$

Cemento asfáltico = $0.063 \times 2362 \text{ kg/m}^3 = 148.81 \text{ kg/m}^3$.

5.5 APLICACIÓN DE SELECCIÓN DE PROPORCIONES DE LOS AGREGADOS POR EL METODO AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLA ASFALTICA EN LOS EXPEDIENTES JBO INGENIEROS S.A.C.

Se trabaja en cada expediente según sea el caso de los materiales conformados, y con las granulometrías de cada material Arena 1, Arena 2, Piedra 1, Hormigón. Se hallan su respectiva Material que los conforman y luego aplica método de agregado global para hallar proporciones de los agregados para la mezcla asfáltica. Con las proporciones se hace el dibujo de su granulometría de la combinación en el huso respectivo.

a) Los expedientes que se trabajan, utilizando el huso IV B del INSTITUTO DEL ASFALTO.

MF curva A = 3.82

MF curva B = 4.79

MF curva C = 4.31 (promedio)

De la curva C se obtiene:

MF piedra ideal de la curva C = 6.5

MF arena ideal de la curva C = 3.55

• **EXPEDIENTE: 155 - 2009 - JBO**

RESUMEN EXP 155		CURVA C DEL HUSO IV B		
DESCRIPCION	MF	DESCRIPCION	MF	MFG
Arena1	2.72	Arena ideal	3.55	
Arena 2	3.08	Piedra ideal	6.50	
Piedra	6.56	GLOBAL		4.31

No se utiliza la Arena 2 por utilizar chancadora para obtenerla

$$\text{MFG} = \text{FACT.ARENA1} * \text{MFA1} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP}$$
$$4.31 = A1 * 2.72 + P * 6.56$$

Proporción de los agregados obtenidos por el METODO DEL AGREGADO GLOBAL:

PIEDRA: 0.4141
ARENA1: 0.5859

ARENA 1

CUADRO 5.29 Módulo finura de la arena 1 del Exp.155

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	88.00	12.00	12.00
N° 8	2.360	77.00	11.00	23.00
N° 10	2.000	72.00	5.00	28.00
N° 16	1.180	57.00	15.00	43.00
N° 20	0.850	49.00	8.00	51.00
N° 30	0.600	42.00	7.00	58.00
N° 40	0.425	36.00	6.00	64.00
N° 50	0.300	30.00	6.00	70.00
N° 80	0.177	24.00	6.00	76.00
N° 100	0.150	22.00	2.00	78.00
N° 200	0.075	16.00	6.00	84.00
- N° 200	ASTM C117		16.00	100.00

Fuente: Elaboración Propia

SUMAR.A (%) 272.00

MOD. FINURA 2.72

ARENA2

CUADRO 5.30 – Módulo de finura de la arena 2 del Exp. 155

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	
N° 6	3.350	81.00	19.00	19.00
N° 8	2.360	67.00	14.00	33.00
N° 10	2.000	61.00	6.00	39.00
N° 16	1.180	47.00	14.00	53.00
N° 20	0.850	40.00	7.00	60.00
N° 30	0.600	34.00	6.00	66.00
N° 40	0.425	29.00	5.00	71.00
N° 50	0.300	25.00	4.00	75.00
N° 80	0.177	20.00	5.00	80.00
N° 100	0.150	19.00	1.00	81.00
N° 200	0.075	14.00	5.00	86.00
- N° 200	ASTM C117		14.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 308.00

MOD.FINURA 3.08

PIEDRA

CUADRO 5.31 – Módulo de finura de la piedra del exp. 155

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00		
1/2"	12.500	74.00	26.00	26.00
3/8"	9.500	44.00	30.00	56.00
1/4"	6.250	19.00	25.00	81.00
N° 4	4.750		19.00	100.00
N° 6	3.350			100.00
N° 8	2.360			100.00
N° 10	2.000			100.00
N°16	1.180			100.00
N° 20	0.850			100.00
N° 30	0.600			100.00
N° 40	0.425			100.00
N° 50	0.300			100.00
N° 80	0.177			100.00
N° 100	0.150			100.00
N° 200	0.075			100.00
- N° 200	ASTM C 117			100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 656.00
MOD. FINURA 6.56

5.1 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp. 155

EXPEDIENTE N° 155-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería, Rimac DEL AGREGADO GLOBAL PARA
MEZCLAS ASFALTICAS
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 155-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera C cotaquite

PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 100 kg aprox.

Ver Gráfi

M ALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b
1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	10.8	89.2	80	100
3/8"	9.525	12.4	76.8	70	90
1/4"	6.350	10.3	66.5		
N°4	4.760	7.9	58.6	50	70
N°6	3.360	7.0	51.6		
N°8	2.380	6.5	45.1	35	50
N°10	2.000	2.9	42.2		
N°16	1.190	8.8	33.4		
N°20	0.840	4.7	28.7		
N°30	0.590	4.1	24.6	18	29
N°40	0.426	3.5	21.1		
N°50	0.297	3.5	17.6	13	23
N°80	0.177	3.5	14.1		
N°100	0.149	1.2	12.9	8	16
N°200	0.074	3.5	9.4	4	10
- N°200	ASTM C 117 - 04	9.4	-		

RESUMEN DE ENSAYO

PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS

(1) Piedra Chancada (C cotaquite) = 41%
(2) Arena Natural sin Piedra (Cotaquite) = 59%
(3) Arena de Piedra Chancada (Cotaquite) = 00%

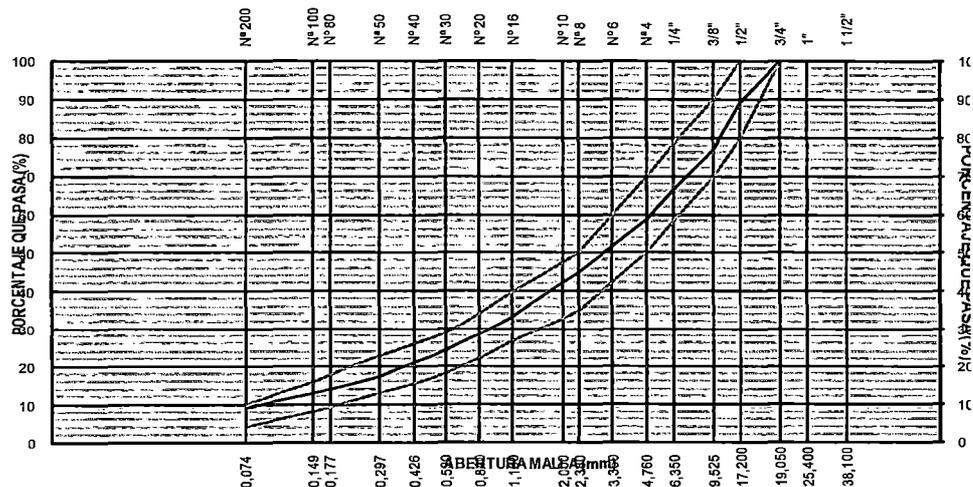
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE

- AGREGADO GRUESO = 41%
- AGREGADO FINO = 59%

OBSERVACIONES :

- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

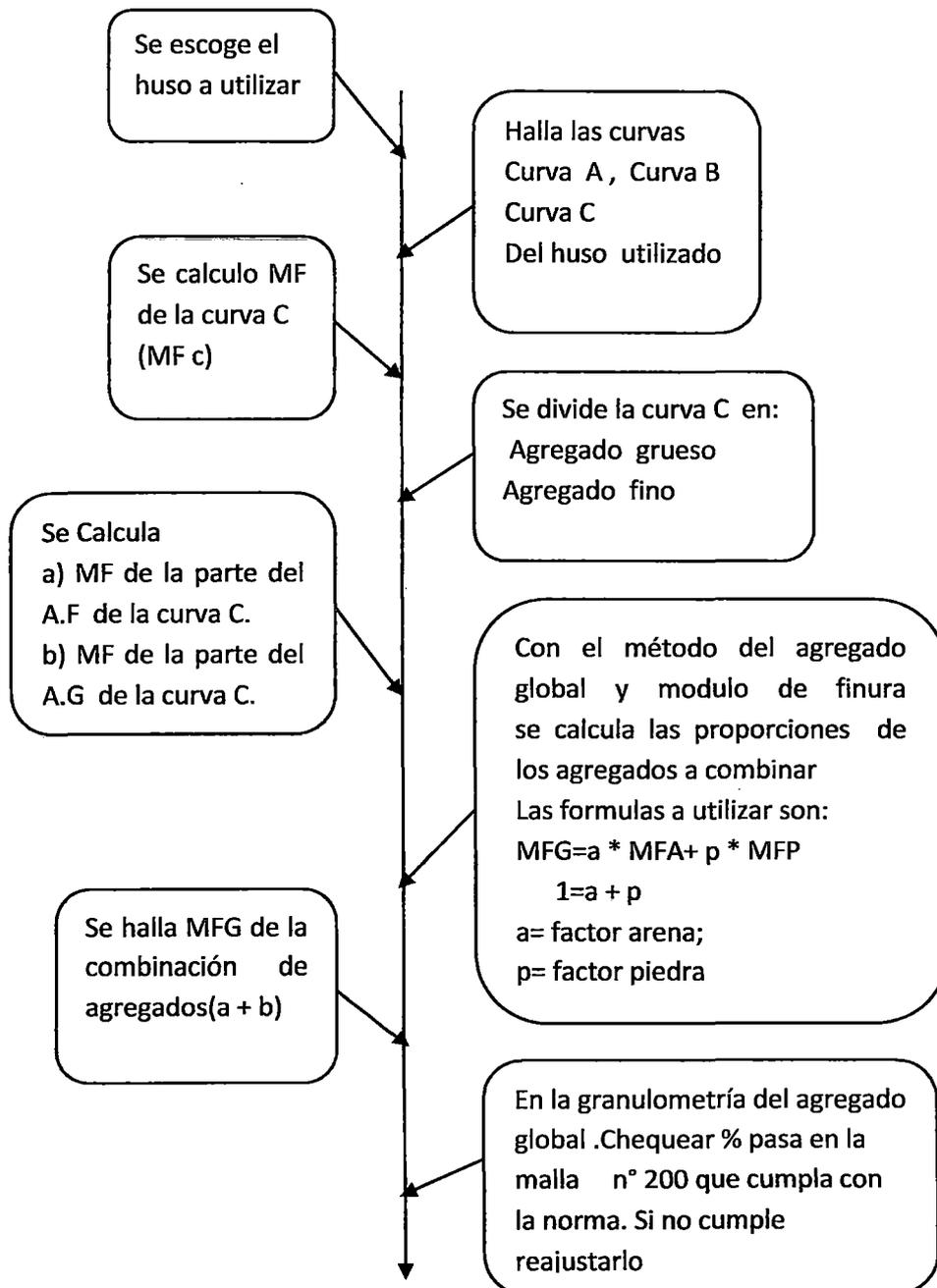
Téc: D.C.O.

Fecha de emisión : Lima. 01 de Junio del 2010

Rev: F.C.S.

Se plantea un esquema básico que se aplica a cada expediente que se utiliza el huso del Instituto del Asfalto gradación IV B, para hallar las proporciones de los agregados por el Método Agregado Global y Modulo de Finura para mezcla asfáltica.

FIGURA 5.1 Aplicación Método Agregado Global y Módulo de Finura a los exp. Con el huso del Instituto del Asfalto gradación IV B.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los cálculos de los siguientes expedientes se encuentran en el Anexo D

B) Los expedientes que se trabajan, utilizando el huso **ASTM D - 5**.

MF curva A = 3.60

MF curva B = 5.09

MF curva C = 4.34 (promedio)

De la curva C se obtiene:

MF piedra ideal de la curva C = 6.34

MF arena ideal de la curva C = 3.45

EXPEDIENTE: 331 I – 2009 – JBO

RESUMEN EXP 331 I		CURVA C DEL HUSO ASTM D - 5		
DESCRIPCION	MF	DESCRIPCION	MF	MFG
ARENA	3.76	ARENA IDEAL	3.45	
HORMIGON	4.58	PIEDRA IDEAL	6.34	
PIEDRA	5.76	GLOBAL		4.34

COMBINACION ARENA1 + PIEDRA

$$MFG = \text{FACT.ARENA} * MFA + \text{FACT.PIEDRA} * MFP$$

$$4.34 = A * 3.76 + P * 5.76$$

Proporción de agregados obtenido por método de agregado global

$$P: 0.2900$$

$$A: 0.7100$$

Combinación arena1 + hormigón

$$MFG = \text{FACT.ARENA} * MFA + \text{FACT.HORMIGON} * MFP$$

$$4.34 = A * 3.76 + H * 4.58$$

Proporción de agregados obtenido por método de agregado global

$$H: 0.7073$$

A: 0.2927

Se escoge la combinación piedra + arena porque cumple mejor el huso

ASTM D - 5

P: 0.2900

A: 0.7100

Se hace un ajuste a la combinación piedra + arena aumentando filler para

Optimizar el porcentaje de vacíos del agregado mineral, por consiguiente

Optimizar el % de cemento asfáltico.

Los % agregados son:

PIEDRA	0.98	*	0.2900	=	0.2842
ARENA	0.98	*	0.7100	=	0.6958
FILLER					0.02

Se hace un ajuste en el gráfico de la granulometría de la combinación
obteniendo:

PIEDRA: 0.3640

ARENA: 0.6160

FILLER: 0.0200

ARENA 1

CUADRO 5.61 Módulo de finura de la arena 1 del Exp. 331 I

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250	100.00	-	-
N° 4	4.750	93.00	7.00	7.00
N° 6	3.350	78.00	15.00	22.00
N° 8	2.360	66.00	12.00	34.00
N° 10	2.000	57.00	9.00	43.00
N° 16	1.180	36.00	21.00	64.00
N° 20	0.850	25.00	11.00	75.00
N° 30	0.600	18.00	7.00	82.00
N° 40	0.425	11.00	7.00	89.00
N° 50	0.300	7.00	4.00	93.00
N° 80	0.177	4.00	3.00	96.00
N° 100	0.150	4.00	-	96.00
N° 200	0.075	3.00	1.00	97.00
- N° 200	ASTM C 117		-	-

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 376.00
MOD.FINURA 3.76

HORMIGÓN

CUADRO 5.62 Módulo del hormigón del Exp. 331 I

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500	100.00	-	-
1/4"	6.250	75.00	25.00	25.00
N° 4	4.750	50.00	25.00	50.00
N° 6	3.350	38.00	12.00	62.00
N° 8	2.360	33.00	5.00	67.00
N° 10	2.000	30.00	3.00	70.00
N° 16	1.180	23.00	7.00	77.00
N° 20	0.850	19.00	4.00	81.00
N° 30	0.600	16.00	3.00	84.00
N° 40	0.425	13.00	3.00	87.00
N° 50	0.300	11.00	2.00	89.00
N° 80	0.177	9.00	2.00	91.00
N° 100	0.150	9.00	-	91.00
N° 200	0.075	8.00	1.00	92.00
- N° 200	ASTM C 117		8.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 458.00

MOD. FINURA 4.58

PIEDRA

CUADRO 5.63 Módulo de finura de la piedra del Exp. 331 I

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	80.00	20.00	20.00
3/8"	9.500	57.00	23.00	43.00
1/4"	6.250	29.00	28.00	71.00
N° 4	4.750	22.00	7.00	78.00
N° 6	3.350	17.00	5.00	83.00
N° 8	2.360	15.00	2.00	85.00
N° 10	2.000	14.00	1.00	86.00
N° 16	1.180	11.00	3.00	89.00
N° 20	0.850	9.00	2.00	91.00
N° 30	0.600	8.00	1.00	92.00
N° 40	0.425	7.00	1.00	93.00
N° 50	0.300	6.00	1.00	94.00
N° 80	0.177	5.00	1.00	95.00
N° 100	0.150	5.00	-	95.00
N° 200	0.075	4.00	1.00	96.00
- N° 200	ASTM C 117		4.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 576.00

MOD. FINURA 5.76

5.2 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp. 331

EXPEDIENTE N° 331-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n Urb. Ingeniería, AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS
Distrito del Rimac ASFALTICAS

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 331-2009-JBO UBICACIÓN
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de JUNIO del 2010 FECHA DE INICIO : 01 de JUNIO del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN Cantera Río Pachachaca

PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 80 kg aprox.

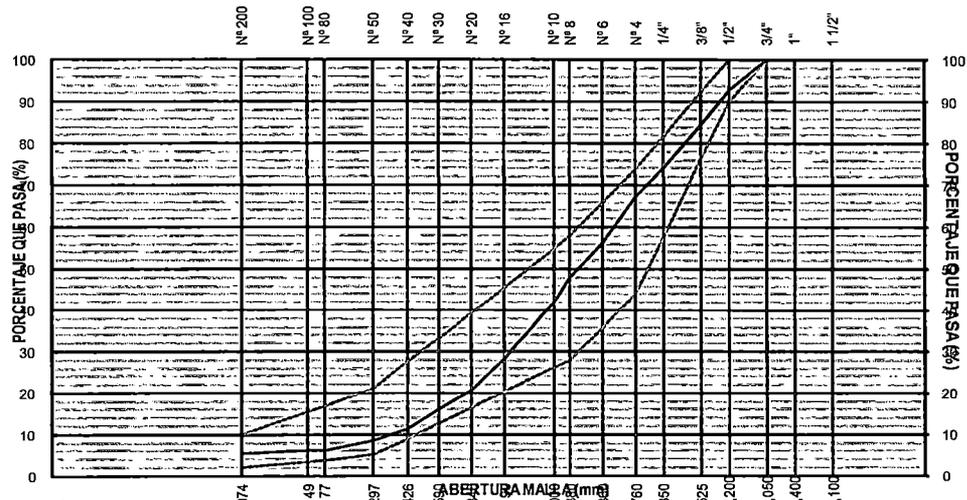
Ver Gráfico

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-5
1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050		100.0	100
1/2"	12.700	7.3	92.7	90 - 100
3/8"	9.525	8.3	84.4	
1/4"	6.350	10.2	74.2	
N°4	4.760	6.9	67.3	44 - 74
N°6	3.380	11.1	56.2	
N°8	2.380	8.1	48.1	28 - 58
N°10	2.000	5.9	42.2	
N°16	1.190	14.0	28.2	
N°20	0.840	7.5	20.7	
N°30	0.590	4.7	16.0	
N°40	0.426	4.7	11.3	
N°50	0.297	2.8	8.5	5 - 21
N°80	0.177	2.2	6.3	
N°100	0.149	-	6.3	
N°200	0.074	1.0	5.3	2 - 10
-N°200	ASTM C 117-04	5.3	-	

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra Natural	= 36%
(2) Hormigón (mat. Pasante 3/8")	= 00%
(3) Arena Natural	= 62%
(4) Filler	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 33%
- AGREGADO FINO	= 67%

OBSERVACIONES :
- H uso granulométrico D-5 de las ESP ECIFICACIONES ASTM D-3515.
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :
ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

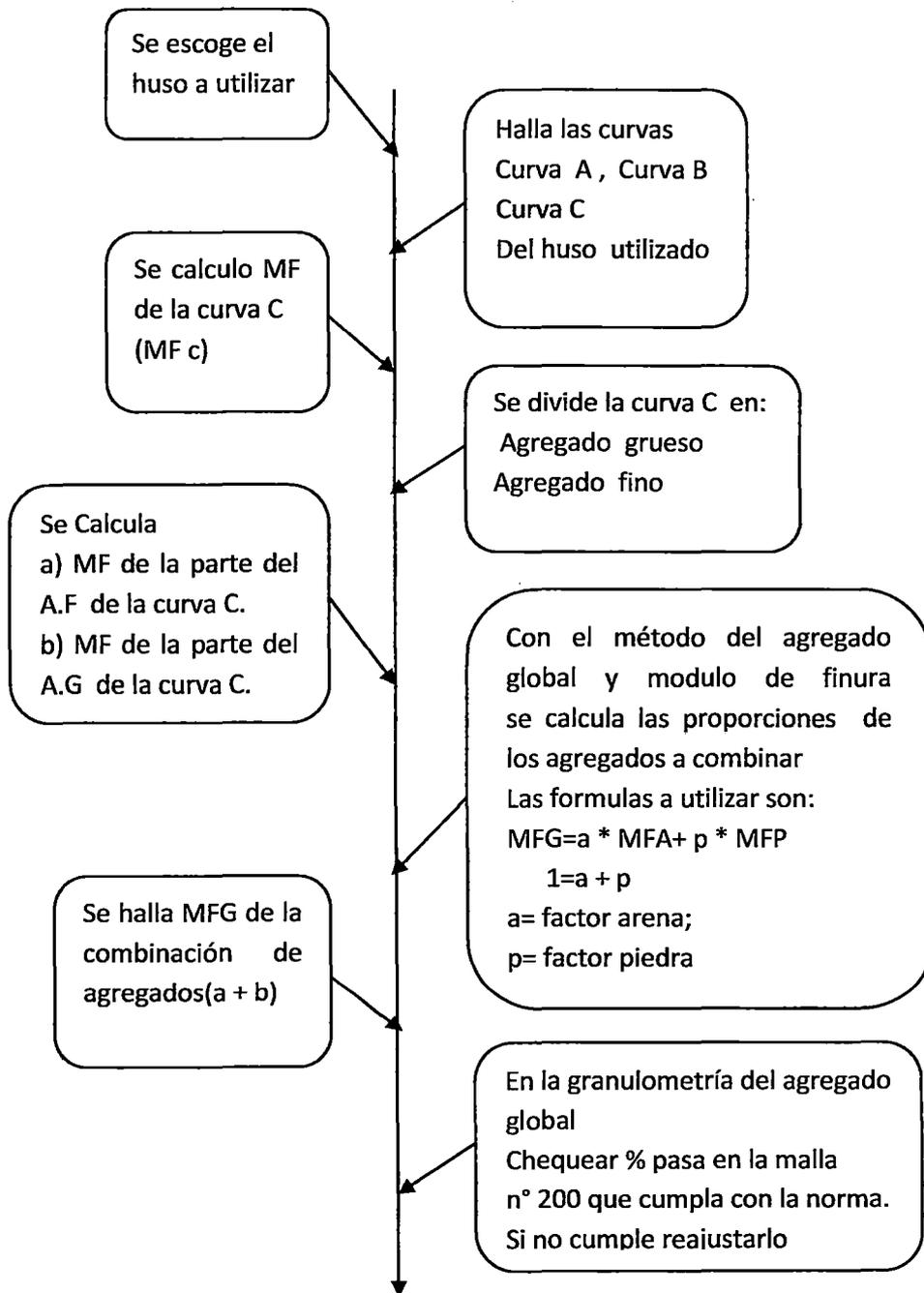
Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 20 de Junio del 2010

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Se plantea un esquema básico que se aplica a cada expediente que se utiliza el huso del ASTM gradación D-5, para hallar las proporciones de los agregados por el Método Agregado Global y Modulo de Finura para mezcla asfáltica.

FIGURA 5.2 Aplicación Método Agregado Global y Modulo de Finura a los exp. Con el huso ASTM D-5



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Los cálculos de los siguientes expedientes se encuentran en el Anexo D

CUADRO 5.78 Resumen de los módulos de finura de la combinación de agregados (agregado global) de los Expedientes de diseño con el huso del Instituto del Asfalto IV B.

RESUMEN MODULO DE FINURA DE LOS EXP. APLICADO EL AGREGADO GLOBAL

a) Metodo de Agregado Global para los exp. Diseño IV B

CALCULADO MF EN TESIS METODO DEL AGREGADO GLOBAL

N° EXP. JBO	MODULOS DE FINURA				FACTOR DE LOS AGREGADOS COMB.GLOBAL					MF DEL AG. GLOBAL
	ARENA1	ARENA2	PIEDRA	HORMIG.	FILLER	ARENA1	ARENA2	PIEDRA	HORMIG.	
155	2.72	3.08	6.56	0	0	0.5859	0	0.4141	0	4.31
226 I	3	0	6.51	0	0	0.6268	0	0.3732	0	4.31
226 II	2.24	0	6.6	0	0	0.5252	0	0.4748	0	4.31
356	2.95	0	6.54	0	0	0.6212	0	0.3788	0	4.31
429	2.79	0	6.45	0	0	0.5847	0	0.4153	0	4.31
642	2.4	3.2	6.56	0	0	0.5409	0	0.4591	0	4.31
937	2.99	0	6.51	0	0	0.625	0	0.375	0	4.31
956	2.85	0	6.52	0	0	0.6022	0	0.3978	0	4.31
974 I	2.77	0	6.44	0	0	0.5804	0	0.4196	0	4.31
974 II	4.26	1.16	6.49	0	0	0.5717	0.1698	0.2585	0	4.31
1023 I	1.11	3.15	6.47	0	0	0	0.6506	0.3494	0	4.31
1023 II	1.11	3.45	6.5	0	0	0	0.718	0.282	0	4.31
1023 III	2.05	3.24	6.46	0	0	0	0.6677	0.3323	0	4.31

CUADRO 5.79 Ajuste al huso IV B de las combinaciones de los agregados (agregado global) con filler de los Expedientes de diseño con el huso del Instituto del Asfalto IV B.

a) Metodo de Agregado Global para los exp. Diseño IV B

CALCULADO MF EN TESIS METODO DEL AGREGADO GLOBAL

SE HACE UN AJUSTE A LA COMBINACION AUMENTANDO FILLER PARA OPTIMIZAR EL PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO MINERAL, POR CONSIGUIENTE OPTIMIZAR EL % DE CEMENTO ASFALTICO

N° EXP.	MODULOS DE FINURA				FACTOR DE LOS AGREGADOS COMB.GLOBAL					MF DEL	
	JBO	ARENA1	ARENA2	PIEDRA	HORMIG.	FILLER	ARENA1	ARENA2	PIEDRA	HORMIG.	AG. GLOBAL
155	2.72	3.08	6.56	0	0	0	0.5859	0	0.4141	0	4.31
226 I	3	0	6.51	0	0.02	0	0.6143	0	0.3657	0	4.22
226 II	2.24	0	6.6	0	0	0	0.5252	0	0.4748	0	4.31
356	2.95	0	6.54	0	0	0	0.6212	0	0.3788	0	4.31
429	2.79	0	6.45	0	0	0	0.5847	0	0.4153	0	4.31
642	2.4	3.2	6.56	0	0.02	0.4	0.13	0.45	0	0	4.33
937	2.99	0	6.51	0	0.02	0	0.6125	0	0.3675	0	4.22
956	2.85	0	6.52	0	0.02	0	0.5902	0	0.3898	0	4.22
974 I	2.77	0	6.44	0	0	0	0.5804	0	0.4196	0	4.31
974 II	4.26	1.16	6.49	0	0.05	0.389	0.183	0.378	0	0	4.32
1023 I	1.11	3.15	6.47	0	0	0	0.6506	0.3494	0	0	4.31
1023 II	1.11	3.45	6.5	0	0.02	0.07	0.564	0.346	0	0	4.27
1023 III	2.05	3.24	6.46	0	0	0	0.6677	0.3323	0	0	4.31

CUADRO 5.80

CUADRO 5.81 Ajuste al huso ASTM D-5 de las combinaciones de los agregados (agregado global) con filler de los Expedientes de diseño con el huso D-5.

b) Metodo de Agregado Global para los exp. Diseño D-5

CALCULADO MF EN TESIS METODO DEL AGREGADO GLOBAL

N° EXP. JBO	MODULOS DE FINURA				FACTOR DE LOS AGREGADOS COMB.GLOBAL					MF DEL
	ARENA1	ARENA2	PIEDRA	HORMIG.	FILLER	ARENA1	ARENA2	PIEDRA	HORMIG.	AG. GLOBAL
331	3.76	0	5.76	0	0	0.71	0	0.29	0	4.34
459	2.27	0	6.46	0	0	0.5056	0	0.494	0	4.34
460	4.06	1.26	6.49	0	0	0.5531	0.1541	0.2928	0	4.34
654	2.82	0	6.4	0	0	0.5754	0	0.4246	0	4.34
732	2.99	0	6.5	0	0	0.6154	0	0.3846	0	4.34
735	2.55	0	6.5	0	0	0.5468	0	0.4532	0	4.34
1003	2.49	3.46	6.47	0	0	0.5352	0	0.4648	0	4.34

b) Metodo de Agregado Global para los exp. Diseño D-5

CALCULADO MF EN TESIS METODO DEL AGREGADO GLOBAL

SE HACE UN AJUSTE A LA COMBINACION AUMENTANDO FILLER PARA OPTIMIZAR EL PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO MINERAL , POR CONSIGUIENTE OPTIMIZAR EL PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO

N° EXP. JBO	MODULOS DE FINURA				FACTOR DE LOS AGREGADOS COMB.GLOBAL					MF DEL
	ARENA1	ARENA2	PIEDRA	HORMIG.	FILLER	ARENA1	ARENA2	PIEDRA	HORMIG.	AG. GLOBAL
331	3.76	0	5.76	0	0.02	0.616	0	0.364	0	4.41
459	2.27	0	6.46	0	0.03	0.456	0	0.514	0	4.36
460	4.06	1.26	6.49	0	0.04	0.491	0.1479	0.3211	0	4.26
654	2.82	0	6.4	0	0	0.5754	0	0.4246	0	4.34
732	2.99	0	6.5	0	0	0.6154	0	0.3846	0	4.34
735	2.55	0	6.5	0	0	0.5468	0	0.4532	0	4.34
1003	2.49	3.46	6.47	0	0.04	0.468	0	0.492	0	4.35

Se realiza las comparaciones entre el Método del Agregado Global, utilizada en la tesis y el Método del Intituto del Asfalto utilizadas por la empresa JBO Ingenieros S.A.C.

CUADRO 5.82 – Comparación de los Módulos de Finura de los agregados globales de los mismos Exp. De los husos: a) IVB y b) ASTM D-5 hechos en la Tesis y los hechos por la empresa JBO Ingenieros S.A.C

RESUMEN MODULO DE FINURA DE LOS EXP. APLICADO EL AGREGADO GLOBAL

a) Metodo de Agregado Global para los exp. Diseño IV B

CALCULADO MF EN TESIS METODO DEL AGREGADO GLOBAL											CALCULO FM		DIFERENCIAL
SE HACE UN AJUSTE A LA COMBINACION AUMENTANDO FILLER PARA OPTIMIZAR EL PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO MINERAL, POR CONSIGUIENTE OPTIMIZAR EL % DE CEMENTO ASFALTICO											EMPLEADO JBO		MF JBO-MF TESIS
N° EXP.	MODULOS DE FINURA				FACTOR DE LOS AGREGADOS COMB.GLOBAL					MF DEL	EXP.	MF DEL AG. GLOBAL	DIF
	JBO	ARENA1	ARENA2	PIEDRA	HORMIG.	FILLER	ARENA1	ARENA2	PIEDRA	HORMIG.			
155	2.72	3.08	6.56	0	0	0.5859	0	0.4141	0	4.31	155	4.54	0.23
226 I	3	0	6.51	0	0.02	0.6143	0	0.3657	0	4.22	226 I	4.34	0.12
226 II	2.24	0	6.6	0	0	0.5252	0	0.4748	0	4.31	226 II	4.34	0.03
356	2.95	0	6.54	0	0	0.6212	0	0.3788	0	4.31	356	4.39	0.08
429	2.79	0	6.45	0	0	0.5847	0	0.4153	0	4.31	429	4.31	0.00
642	2.4	3.2	6.56	0	0.02	0.4	0.13	0.45	0	4.33	642	4.33	0.00
937	2.99	0	6.51	0	0.02	0.6125	0	0.3675	0	4.22	937	4.44	0.22
956	2.85	0	6.52	0	0.02	0.5902	0	0.3698	0	4.22	956	4.33	0.11
974 I	2.77	0	6.44	0	0	0.5804	0	0.4196	0	4.31	974 I	4.37	0.06
974 II	4.26	1.16	6.49	0	0.05	0.389	0.183	0.378	0	4.32	974 II	4.4	0.08
1023 I	1.11	3.15	6.47	0	0	0	0.6506	0.3494	0	4.31	1023 I	4.48	0.17
1023 II	1.11	3.45	6.5	0	0.02	0.07	0.564	0.346	0	4.27	1023 II	4.51	0.24
1023 III	2.05	3.24	6.46	0	0	0	0.6677	0.3323	0	4.31	1023 III	4.43	0.12

RESUMEN MODULO DE FINURA DE LOS EXP. APLICADO EL AGREGADO GLOBAL

b) Metodo de Agregado Global para los exp. Diseño D-5

CALCULADO MF EN TESIS METODO DEL AGREGADO GLOBAL											CALCULO FM		
SE HACE UN AJUSTE A LA COMBINACION AUMENTANDO FILLER PARA OPTIMIZAR EL PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO MINERAL, POR CONSIGUIENTE OPTIMIZAR EL PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO											EMPLEADO JBO	DIFERENCIAL	
N° EXP.	MODULOS DE FINURA				FACTOR DE LOS AGREGADOS COMB.GLOBAL					MF DEL	COMBINACION METODO INSTITUTO DEL ASFALTO JBO	MF JBO-MF TESIS	
	JBO	ARENA1	ARENA2	PIEDRA	HORMIG.	FILLER	ARENA1	ARENA2	PIEDRA	HORMIG.			AG. GLOBAL
331	3.76	0	5.76	0	0.02	0.616	0	0.364	0	4.41	331	4.64	0.23
459	2.27	0	6.46	0	0.03	0.456	0	0.514	0	4.36	459	4.22	0.14
460	4.06	1.26	6.49	0	0.04	0.491	0.1479	0.3211	0	4.26	460	4.51	0.25
654	2.82	0	6.4	0	0	0.5754	0	0.4246	0	4.34	654	4.59	0.25
732	2.99	0	6.5	0	0	0.6154	0	0.3846	0	4.34	732	4.33	0.01
735	2.55	0	6.5	0	0	0.5468	0	0.4532	0	4.34	735	4.49	0.15
1003	2.49	3.46	6.47	0	0.04	0.468	0	0.492	0	4.35	1003	4.50	0.15

De los dos últimos cuadro anteriores se observa en diferencial MF JBO – MF TESIS las variaciones están ± 0.2 .

Citamos el libro del autor Ing. Enrique Pasquel Carbajal titulado “Tópicos de Tecnología del Concreto” que en su capítulo 9 Diseño de Mezclas de Concreto Normales, en 9.6 El Método del Modulo de Fineza Total, se presentan 13 granulometrías totales muy disimiles con la particularidad de tener un módulo de finura común, con la que se investigó la repercusión en las características resistentes y de trabajabilidad en mezclas con igual contenido de cemento y relaciones de agua/cemento.

En el libro la tabla 9.6 se consignan los resultados obtenidos, que demuestran que manteniendo el módulo de finura total independiente de la granulometría, se mantiene también constante la trabajabilidad y la resistencia.

También se dice en condiciones de agregados normales, variaciones de ± 0.2 en el módulo de finura total no deben reflejarse modificando alguna de las características originales de los diseños.

Cumpliendo con lo anterior expuesto se considera, como válido para nuestra tesis los ensayos del diseño mezcla asfáltica por el método de Marshall a los respectivos expedientes.

CAPITULO 6

ENSAYOS A REALIZAR

Para efectuar el diseño de una mezcla asfáltica, se deberá verificar en primer término, que los materiales a utilizar cumplan con las especificaciones respectivas, en nuestro caso del Perú será la EG – 2000 del MTC

Agregado grueso

La porción del agregado comprendidas entre los tamaños menores e iguales a una pulgada pero mayores a la N°4 se designara agregado grueso y serán de procedencia de la trituración de rocas o de gravas o por la combinación de ambas, escoria triturada o grava zarandeada.

Dichos materiales serán limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exentos de polvo, tierra, terrones de arcilla, u otras sustancias perjudiciales que puedan impedir la adhesión completa del asfalto y tendrán forma lo mas cubica posible.

No deberán utilizarse en capas de superficies agregados con tendencia a pulirse por acción del tráfico.

Los agregados deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

CUADRO 6.1 Requerimientos para los Agregados Gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	MTC E 209	12% máx.	10% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)		18 máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	SEGÚN FIGURA 6.2	
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 206	1.00%	Según Diseño
Adherencia	MTC E 519	+95	

Fuente: MTC

CUADRO 6.2 Requerimientos para Caras Fracturadas

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	65/40	50/30
3 – 30	85/50	60/40
> 30	100/80	90/70

Fuente: MTC

Agregados finos

Serán considerados materiales finos aquellos que pasen la malla N° 4, estará constituida por arena natural y/o material obtenido de la trituración de piedra grava o escoria o de una combinación de los mismos.

Estos materiales se conformaran por partículas limpias, duras y de superficie rugosa y moderadamente angular y cumplirán los siguientes requerimientos:

CUADRO 6.3 Requerimientos para los Agregados Finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Equivalente de Arena	MTC E 209	SEGÚN FIGURA 6.4	
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	SEGÚN FIGURA 6.5	
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4% mín.	6% mín.
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	NP
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	Max 4	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	0.50%	Según Diseño

Fuente: MTC

CUADRO 6.4 Requerimientos del Equivalente de Arena

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Porcentaje de Equivalente Arena (mínimo)
≤ 3	45
> 3 – 30	50
> 30	55

Fuente: MTC

CUADRO 6.5 Angularidad el Agregado Fino

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	30 mín.	30mín.
> 3 – 30	40 mín.	40 mín.
> 30	40 mín.	40 mín.

Fuente: MTC

Si el material fino tiene una variación mayor de 0.25 del modulo de finura del material representativo, será rechazado.

Polvo mineral o llenante

El material de relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacios, reemplazante del asfalto o como mejorador de adherencia del par agregado bitumen, se compondrá de polvo calcáreo, polvo de roca, polvo de escoria, cemento portland, cal hidratada u otra sustancia aprobada no plástica.

Estos materiales están conformados por la pasante N°200 y deberán carecer de materias extrañas y objetables.

Cemento asfáltico

El cemento asfáltico a emplear en los riegos de liga y en las mezclas asfálticas elaboradas en caliente será clasificado por viscosidad absoluta y por penetración. Su empleo será según las características climáticas de la región, la

correspondiente carta viscosidad del cemento asfáltico y tal como lo indica la Tabla, y las consideraciones del Proyecto.

**CUADRO 6.6 Mezclas en Caliente
Tipo de Cemento Asfáltico Clasificado según Penetración**

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C-15°C	15°C-5°C	Menos de 5°C
40 – 50 ó 60-70 ó Modificado	60-70	85 – 100 120 - 150	Asfalto Modificado

Fuente: MTC

El cemento asfáltico debe presentar un aspecto homogéneo, libre de agua y no formar espuma cuando es calentado a temperatura de 175°C.

CUADRO 6.7 Especificaciones del Cemento Asfáltico Clasificado por Penetración

Características	Ensayo	Grado de Penetración							
		40 - 50		60 - 70		85 - 100		120 - 150	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Penetración 25°C, 100 g, 5s, 0.1 mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150
Punto de Inflamación COC, °C	MTC E 312	232	-	232	-	232	-	218	-
Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm	MTC E 306	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	MTC E 302	99	-	99	-	99	-	99	-
Susceptibilidad Térmica									
Ensayo de Película Delgada en Horno, 3.2 mm, 163°C, 5 hrs	MTC E 316								
> Pérdida de masa, %		-	0.8	-	0.8	-	1	-	1.5
> Penetración del residuo, % de la penetración origina.	MTC E 304	55	-	52	-	47	-	42	-
> Ductilidad del residuo, 25°C, 5cm/min, cm.	MTC E 306	-	-	50	-	75	-	100	-
Índice de Susceptibilidad térmica		-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
Ensayo de la Mancha con solvente Heptano – Xileno 20% (opcional)	MTC E 314	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	

Fuente: MTC

CUADRO 6.8 Especificaciones del Cemento Asfáltico Clasificado por Viscosidad

Características	Ensayo	Grado de Viscosidad			
		AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosidad Absoluta 60°C, Pa.s (Poises)	MTC E 308	50±5 (500±100)	100±20 (1000±200)	200±40 (2000±400)	400±80 (4000±800)
Viscosidad Cinemática, 135°C mm ² /s, mínimo	MTC E 301	100	150	210	300
Penetración 25°C, 100 gr. 5s mínimo	MTC E 304	120	70	40	20
Punto de Inflamación COC, °C,	MTC E 303	177	219	232	232
Solubilidad en tricloroetileno % masa, mínimo	MTC E 302	99	99	99	99
Susceptibilidad Términa Ensayo de Película Delgada en Horno	MTC E 316				
➤ Viscosidad Absoluta, 60°C, Pa.s (Poises) máximo	MTC E 304	200 -2000	400 -4000	800 -8000	1600 -16000
➤ Ductilidad, 25°C, 5 cm/min, cm. Mínimo	MTC E 306	100	50	20	10
Ensayo de la mancha con solvente Heptano-xileno	MTC E 314	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fuente: MTC

ENSAYO MARSHALL PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE (ASTM D-1559)

Propósito

El ensayo Marshall es un método que mide la resistencia al flujo plástico de especímenes cilíndricos de mezclas bituminosas, sometiéndolas a cargas en la superficie lateral por medio de aparatos Marshall. **Este método se aplica a mezclas en caliente de cementos asfálticos y agregados cuyo tamaño máximo sea de 1" o menor.** Al final el objetivo es determinar el porcentaje de cemento asfáltico óptimo para una combinación específica de agregados y conseguir la combinación ideal entre la estabilidad más alta, el flujo, y los vacíos más bajos para emplear en la mezcla bituminosa de la carpeta asfáltica.

Este ensayo se realiza al agregado que previamente cumple los requisitos de calidad de agregados, para lo cual previamente se realizan los ensayos requeridos, incluyendo los de adherencia y para agregado grueso y fino por separado (Grava y arena). Si el agregado no cumple con las especificaciones técnicas, no se realiza el ensayo.

Este método puede ser usado tanto en el control en campo, como en el diseño en laboratorio.

Para obtener buenos resultados en el ensayo Marshall y cualquier otro ensayo el paso más importante y donde se debe enfocar la "mayor atención" es en la selección de la muestra a ensayar porque de ello dependerá en gran parte el éxito del ensayo.

Método Marshall de Diseño de Mezclas

A continuación se presenta una descripción general de los procedimientos seguidos en el Diseño Marshall de Mezclas. El procedimiento completo y detallado que debe ser seguido se encuentra en la norma AASTHO t 245 (o ASTM D 1559)

A) Preparación para efectuar los Procedimiento Marshall

Se sabe, diferentes agregados y asfaltos presentan diferentes características. Estas características tienen un impacto directo sobre la naturaleza del pavimento. El primer paso en el método de diseño, es determinar las cualidades (estabilidad, durabilidad, trabajabilidad, resistencia al deslizamiento, etc.) que debe tener la mezcla asfáltica para la pavimentación, y seleccionar un tipo de agregado y un tipo compatible de asfalto que puedan combinarse para producir esas cualidades una vez hecho esto, se puede empezar con la preparación de los ensayos.

B) Selección de las Muestras de Material

La primera preparación para los ensayos consta de reunir muestras del asfalto y del agregado que van a ser usados en la mezcla de pavimentación. Es importante que las muestras de asfalto tengan características idénticas a las del asfalto que va a ser usado en la mezcla final. Lo mismo debe ocurrir con las muestras de agregado. La razón es simple: los datos extraídos de los procedimientos de diseño de mezclas determinan la fórmula o "receta" para la mezcla de pavimentación. La receta será exacta solamente si los ingredientes ensayados en el laboratorio tienen características idénticas a los ingredientes usados en la realidad.

C) Preparación del Agregado

La relación viscosidad - temperatura del cemento asfáltico que va a ser usado, debe ser ya conocida para poder establecer las temperaturas de mezclado y compactación en el laboratorio. En consecuencia, los procedimientos preliminares se enfocan hacia el agregado, con el propósito de identificar exactamente sus características. Estos procedimientos incluyen secar el agregado, determinar su peso específico, y efectuar un análisis granulométrico por lavado.

C.1) Secado el Agregado

El Método Marshall requiere que los agregados ensayados estén libres de humedad, tan práctico como sea posible. Esto evita que la humedad afecte los resultados de los ensayos.

Una muestra de cada agregado a ser ensayado se coloca en una bandeja, por separado, y se calienta en un horno a una temperatura de 110° C (230°F). Después de cierto tiempo, la muestra caliente se pesa, y se vuelve a pesar y a registrar su valor. Este procedimiento se repite hasta que el peso de la muestra permanezca constante después de dos calentamientos consecutivos, lo cual indica que la mayor cantidad posible de humedad se ha evaporado de la muestra.

C.2) Análisis Granulométrico por Vía Húmeda

El análisis granulométrico por vía húmeda es un procedimiento usado para identificar las proporciones de partículas de tamaño diferente en las muestras del agregado. Esta información es importante porque las especificaciones de la mezcla deben estipular las proporciones necesarias de partículas de agregado de tamaño diferente, para producir una mezcla en caliente final con las características deseadas.

El análisis granulométrico por vía húmeda consta de los siguientes pasos:

- 1) Cada muestra de agregado es secada y pesada.
- 2) Luego cada muestra es lavada a través de un tamiz de 0.075 mm (N° 200), para remover cualquier polvo mineral que este cubriendo al agregado.
- 3) Las muestras lavadas son secadas siguiendo el procedimiento de calentado y pesado.
- 4) El peso seco de cada muestra es registrado. La cantidad de polvo mineral puede ser determinada si se comparan los pesos registrados de las muestras antes y después del lavado.

5) Para obtener pasos detallados del procedimiento referirse a la norma AASHTO T11

C.3) Determinación del Peso específico

El peso específico de una sustancia es la proporción peso-volumen de una unidad de esa sustancia comparada con la proporción peso-volumen de una unidad igual de agua. El peso específico del agregado se expresa en múltiplos del peso específico del agua (la cual siempre tiene un valor de 1). El cálculo del peso específico de la muestra seca de agregado establece un punto de referencia para medir los pesos específicos necesarios en la determinación de las proporciones de agregado, asfalto y vacíos que van a usarse en los métodos de diseño.

D) Preparación de las Muestras (Probetas) de Ensayo

Las probetas de ensayo de las posibles mezclas de pavimentación son preparadas haciendo que cada una contenga una ligera cantidad de diferente de asfalto. El margen de contenidos de asfalto usado en las briquetas de ensayo esta determinado con base en experiencia previa con los agregados de la mezcla. Este margen le da al laboratorio un punto de partida para determinar el contenido exacto de asfalto en la mezcla final. La proporción de agregado en las mezclas esta formulada por lo resultados del análisis granulométrico.

Las muestras son preparadas de la siguiente manera.

- 1) El asfalto y el agregado se calientan y mezclan completamente hasta que todas las partículas de agregado estén revestidas. Esto simula los procesos de calentamiento y mezclado que ocurren en la planta.
- 2) Las mezclas asfálticas en caliente se colocan en los moldes pre-calentados Marshall como preparación para la compactación, en donde se usa el martillo Marshall de compactación, el cual también es calentado para que no enfríe la superficie de la mezcla al golpearla.
- 3) Las briquetas son compactadas mediante golpes del martillo Marshall de compactación. El número de golpes del martillo (35,50 o 75) depende de la cantidad de tránsito para la cual la mezcla está siendo diseñada. Ambas caras de cada biqueta reciben el mismo número de golpes. Así, una probeta Marshall de 75 golpes recibe, realmente, un total de 150 golpes.

6.1 Procedimientos del Ensayo Marshall

Existen tres procedimientos en el método del ensayo Marshall. Estos son: determinación del peso específico total, medición de la estabilidad y la fluencia Marshall, y análisis de la densidad y el contenido de vacíos de las probetas.

Determinación del peso Específico Total

El peso específico total de cada probeta se determina tan pronto como las probetas recién compactadas se hayan enfriado a la temperatura ambiente. Esta medición de peso específico es esencial para un análisis preciso de densidad – vacíos. El peso específico total se determina usando el procedimiento descrito en la norma AASHTO T 166.

6.1.1 y 6.1.2 Ensayos de Estabilidad y Fluencia

El ensayo de estabilidad está dirigido a medir la resistencia a la deformación de la mezcla. La fluencia mide la deformación, bajo carga, que ocurre en la mezcla.

El procedimiento de los ensayos es el siguiente.

- 1) Las probetas se calientan en un baño de agua 60°C (140°F). esta temperatura representa, normalmente, la temperatura más caliente que un pavimento en servicio va a experimentar.
- 2) La probeta es removida del baño, secada, y colocada rápidamente en el aparato Marshall, el aparato consiste de un dispositivo que aplica una carga sobre la probeta, y de unos medidores de carga y deformación (fluencia).
- 3) La carga del ensayo es aplicada a la probeta a una velocidad constante de 51mm (2 pulgadas) por minuto hasta que la muestra falle. La falla está definida como la carga máxima que la briqueta puede resistir.
- 4) La carga de falla se registra como el valor de estabilidad Marshall y la lectura del medidor de fluencia se registra como la fluencia.

a) Valor de Estabilidad Marshall

El valor de estabilidad Marshall es una medida de la carga bajo la cual una probeta cede o falla totalmente. Durante un ensayo, cuando la carga es aplicada lentamente, el cabezal superior e interior del aparato se acercan, y la carga sobre la briqueta aumenta al igual que la lectura en el indicador de cuadrante. Luego se suspende la carga una vez se obtiene la carga máxima. La carga máxima indicada por el medidor es el valor de estabilidad Marshall.

La estabilidad Marshall indica la resistencia de una mezcla a la deformación. Las estabilidades extremadamente altas se obtienen a costa de durabilidad.

b) Valor de Fluencia Marshall

La fluencia Marshall, medida en centésimas de pulgada, representa la deformación que ocurre durante el ensayo Marshall. La deformación está indicada por la disminución en el diámetro vertical de la briqueta.

Las mezclas que tienen valores bajos de fluencia y valores muy altos de estabilidad Marshall son consideradas demasiado frágiles y rígidas para un pavimento en servicio. Aquellas que tienen valores altos de fluencia son consideradas demasiado plásticas, y tienen tendencia a deformarse fácilmente bajo las cargas del tránsito.

6.1.3 Análisis de Densidad y Vacíos

Una vez que se completan los ensayos de estabilidad y fluencia, se procede a efectuar un análisis de densidad y vacíos para cada serie de probetas de prueba. El propósito del análisis es el de determinar el porcentaje de vacíos en la mezcla compactada.

Análisis de Vacíos

Los vacíos son las pequeñas bolsas de aire que se encuentran entre las partículas de agregado revestidas de asfalto. El porcentaje de vacíos se calcula a partir del peso específico total de cada probeta compactada y el peso específico teórico de la mezcla de pavimentación (sin vacíos).

Este último puede ser calculado a partir de los pesos específicos del asfalto y el agregado de la mezcla. El peso específico total de las probetas compactadas se determina pesando las probetas en aire y en agua.

Análisis de peso Unitario

El peso unitario promedio para cada muestra se determina multiplicando el peso específico total de la mezcla por 1000 kg/m^3 (62.4 lb/ft^3)

6.1.4 Vacíos en el Agregado Mineral

Se obtiene de la figura 6.11 en función del tamaño máximo del agregado.

Si fuera el caso de no conocer el tamaño máximo del agregado se aplica la siguiente fórmula:

$$V.M.A. = 100 - \frac{P_{\text{agt.}} \times G_{\text{mo}}}{G_{\text{ag}}}$$

$P_{\text{agt.}}$ = Porcentaje en peso del agregado total de la mezcla

G_{mo} = Peso específico de la mezcla compactada

$G_{\text{ag.}}$ = Peso específico medio del agregado total de la mezcla

6.1.5 VACIOS LLENOS DE ASFALTO (VFA)

La porción de asfalto en la mezcla es importante y debe ser determinada exactamente en el laboratorio, y luego controlada en la obra. El contenido óptimo de asfalto de una mezcla asfáltica depende, en gran parte de las características del agregado, tales como la granulometría y la capacidad de absorción.

EQUIPOS Y PROCEDIMIENTOS DEL ENSAYO MARSHALL

- a) Equipo para la densidad
 - Balanza de 2000 gr de capacidad y sensibilidad de 0,1 gr. Con dispositivo hidrostático y recipiente adecuado para sumergir los especímenes.
 - Parafina y "pincel ancho para aplicarlas".
- b) Equipo para determinar la estabilidad y el flujo
 - Prensa mecánica provista de anillo dinamómetro de 0 a 10000 lb capaz de aplicar una carga a velocidad constante de 2" pulgadas por minuto.
 - Mordazas de rotura para ensayos de las probetas.
 - Medidor de deformación o cualquier otro dispositivo que permita medir la variación de diámetro de los especímenes durante el ensayo de estabilidad.
 - Baño de agua control termostático para sumergir y calentar probetas que mantengan la temperatura a 60°C.
 - Equipo para determinar la máxima gravedad específica de la muestra (RICE).
- c) Equipo necesario para el manejo, elaboración y extracción de la briqueta
 - Taras de aluminio para mezclar los áridos con el bitumen.
 - Horno capaz de mantener la temperatura hasta 150 °C.
 - Espátulas de 4" para manejar los áridos calientes.
 - Pírex de 500 ml para calentar y añadir el asfalto.
 - Termómetro con escala de 0 a 200 °C, con sensibilidad de 2.8°C.
 - Balanza de 2000 gramos de capacidad y sensibilidad de 0,1 gr.
 - Baño con agua hirviendo para sumergir los moldes y el pisón de compactación.
 - Base de compactación consistente en un trozo de poste cuadrado de madera de sección transversal mínima de 15 x 15 cm, con una placa de acero de 1" de grosor en su parte superior instalada sobre una base rígida de hormigón.

- Molde de compactación, compuesto por una placa de base, molde y collar. La placa de base y el collar a ambos lados del molde propiamente dicho. Las dimensiones del molde son de 4" de diámetro por 3" de altura.
 - Soporte del molde, cualquier dispositivo que permita mantener el molde de compactación mientras se está compactando
 - Guantes de asbesto para manejar el material caliente.
 - Pintura o tiza para marcar especímenes.
 - Papel filtro en círculos de 10 cm de diámetro.
 - Extractor para sacar los especímenes compactados.
- d) Procedimiento para briquetas Marshall
- Se secan los agregados a temperatura ambiente.
 - Se determinada las proporciones de los agregados.
 - De acuerdo a la granulometría de los agregados se preparan una serie de tres especímenes por lo menos para cada contenido de ligante bituminoso, considerando que la variación de asfalto será de 0.5% cada vez, y que se necesitan tantas mezclas para que se tengan dos puntos por encima y dos puntos por debajo del óptimo.
 - Para determinar el peso de los agregados, se considera que el peso conjunto de agregados mas asfalto es de 1100 a 1300 gr a prox. (1200gr en promedio), distribuyendo el correspondiente a los agregados proporcionalmente a su granulometría.
 - Se colocan los agregados así preparados en el horno a 110°C, hasta un peso constante, teóricamente el peso debe ser igual a la que se colocó inicialmente, dado que previamente los agregados han sido secados.
 - Considerando un peso promedio de mezcla, se calcula el peso de asfalto que irá en cada punto. Se inicia el tanteo con un determinado porcentaje de asfalto, y se va aumentando el porcentaje en 0,5% cada vez:

$$\% \text{ de cemento asfáltico.} = \frac{\text{Peso de cemento asfáltico}}{\text{Peso de los áridos} + \text{Peso del cemento asf.}}$$

Por ejemplo si usamos el peso promedio de una mezcla de 1200 gr, y se empieza el tanteo con el 5% de asfalto.

CUADRO 6.9 Ejemplo del cálculo de materiales para las briquetas para el ensayo Marshall de la mezcla asfáltica

Cemento Asfáltico (%).	5.0	5.5	6.0	6.5
Peso C. Asfáltico (gr).	60	66	72	78
Peso Agregados (gr).	1140	1134	1128	1122
Peso Mezcla (gr).	1200	1200	1200	1200

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

- Se pone a calentar el asfalto y las taras con los agregados hasta temperatura constante de 130 a 140°C. no debe mantenerse el ligante a temperatura de mezcla por más de una hora.
- Se pesa para cada espécimen de ensayo la cantidad necesaria de agregado en el recipiente donde se va a efectuar la mezcla, se agita la mezcla de áridos y se forma una cavidad.
- se añade la cantidad de asfalto caliente para el porcentaje de C. Asfáltico deseado, y se mezcla bien hasta conseguir una muestra homogénea. Al terminar el mezclado, la temperatura de la muestra dispuesta para la compactación debe estar en el intervalo antes mencionado (130 a 140 °C). Es conveniente mantener lo más exacto posible la temperatura para distintas amasadas en el momento de la compactación, para obtener resultados uniformes.
- El conjunto del molde y la base del martillo compactador se limpia y se calienta a temperatura entre 100 y 140°C. colocando el molde de compactación caliente sobre la mesa de trabajo, se coloca un disco de papel filtro de 10 cm de diámetro sobre la superficie de la base del molde. Esta labor también se puede desarrollar con el molde sobre la base de compactación.
- Se coloca sobre el molde la muestra recién amasada, por medio de una espátula, evitando las segregaciones del material, se revuelve la muestra vigorosamente y se chusea 15 veces alrededor del perímetro y 10 veces sobre el interior, dando al final una forma redondeada a la superficie colocándose sobre ella un disco de papel filtro.
- Se traslada el molde con la mezcla a la base de compactación y se le aplica el número de golpes especificado con el martillo de compactación. Mantener el eje del martillo de compactación perpendicular a la base del molde durante la compactación.

- Después de apisonar la primera cara se desmonta el collar, y se invierte el molde, se vuelve a poner el collar y se aplica el mismo número de golpes de compactación al reverso de la cara del espécimen. Normalmente se aplican 50 golpes para un diseño de pavimento de tráfico medio, y 75 golpes para el diseño de un tráfico pesado. Se procede igual con todos los especímenes.
 - Después de compactar se dejan que enfrién las briquetas en los moldes a temperatura ambiente durante toda la noche para lo cual se deben haber identificado bien de acuerdo al porcentaje de asfalto de la mezcla.
 - Se remueve la base y se coloca el molde y el collar sobre el extractor de muestras: se coloca el molde con el collar de extensión hacia arriba en la máquina de ensayo, se aplica presión y se fuerza el espécimen dentro del collar de extensión, y se levanta el collar del espécimen. Se transfiere cuidadosamente la briketa a una superficie plana y se le marca su identificación. Lo mismo se hace con todas las briquetas.
- e) Determinación del Peso Especifico Bulk de las Briquetas
- Se anota el peso de la briketa al aire.
 - Se sumerge la briketa en un recipiente con parafina caliente. Si es necesario, con un pincel se recubren las zonas mal cubiertas.
 - Se deja que enfrié la parafina durante media hora, se anota el peso de la briketa mas parafina. En el aire a temperatura ambiente, e inmediatamente se sumerge en agua y se anota su peso en agua.
- f) Determinación de Estabilidad y Flujo
- Se comprueba el cero del medidor de deformación.
 - Se sumergen las briquetas en un baño maría a 60°C por un tiempo entre 30 y 40 minutos.
 - Se limpian perfectamente las superficies interiores de las mordazas de rotura y se engrasan las varillas de guía con una película de aceite de manera que la mordaza superior se deslice libremente.
 - Se extrae la briketa del baño y se seca la superficie cuidadosamente con un paño. Se coloca centrada sobre la mordaza inferior, se monta entonces la mordaza superior y el conjunto se sitúa centrado en la prensa.
 - Se monta el medidor de flujo sobre la varilla guía marcada y se comprueba la lectura inicial.

- Se aplica entonces la carga a la probeta a velocidad de deformación constante de 2" por minuto hasta que se produce la rotura. El punto de rotura viene definido por la carga máxima obtenida. La carga máxima para producir la rotura de la briqueta a 60°C es el valor de la estabilidad Marshall.
- Mientras se está determinando la estabilidad, se mantiene firmemente el medidor de deformación en su posición sobre la varilla de guía y cuando se llega a la carga máxima se lee y anota la medida.

Esta medida es el valor de la deformación, expresada en centésimas de pulgada.

El proceso desde el momento de sacar la probeta del baño maría hasta la rotura de la misma debe realizarse en un tiempo inferior a 30 segundos.

Con los valores medios de la estabilidad corregida, flujo, porcentaje de vacíos de la mezcla, porcentaje de vacíos llenos con cemento asfáltico, V.M.A. y peso específico bulk. Para cada contenido de cemento asfáltico, se deben graficar los siguientes gráficos:

- Porcentaje de asfalto vs Estabilidad
- Porcentaje de asfalto vs Flujo
- Porcentaje de asfalto vs Porcentaje de vacíos
- Porcentaje de asfalto vs peso específico bulk
- Porcentaje de asfalto vs V.M.A
- Porcentaje de asfalto vs % de vacíos llenos con C. Asfáltico

En cada gráfico, tomando como referencia los puntos hallados, se traza una línea curva de trazo continuo y suave y se obtienen los valores corregidos, leídos sobre la curva, para cada tanto por ciento de asfalto.

Para el trazo de curvas se debe tener en cuenta que:

- Los gráficos de estabilidad y peso específico tienen forma invertida, donde tiene un valor máximo al cual corresponde un determinado porcentaje de asfalto
- El porcentaje de vacíos disminuye con el aumento en el contenido de asfalto
- El gráfico de V.M.A tiene la forma de parábola, con un valor mínimo al cual le corresponde un determinado porcentaje de asfalto.
- El porcentaje de vacíos llenos con cemento asfáltico aumenta con el aumento de asfalto.

- El flujo aumenta con el contenido de asfalto.
Los valores muy alejados al promedio se descartan. Para la máxima gravedad específica (RICE) se separa por cada porcentaje de vacíos una muestra similar, solo que no se compacta.
Al final se elige como óptimo el contenido de cemento asfáltico el promedio de los valores correspondientes a los máximos de estabilidad, peso específico, y el porcentaje de asfalto correspondiente a un porcentaje de vacío de 4%.

RESULTADOS Y GRAFICOS

6.2 POR EL METODO DE MARSHALL

6.2.1 ESTABILIDAD

La estabilidad de un asfalto es su capacidad para resistir desplazamiento y deformación bajo las cargas de tránsito. Un pavimento estable es capaz de mantener su forma y lisura bajo cargas repetidas, un pavimento inestable desarrolla ahuellamientos (canales), ondulaciones (corrugación) y otras señales que indican cambios en la mezcla.

Los requisitos de estabilidad solo pueden establecerse después de un análisis completo de tránsito, debido a que las especificaciones de estabilidad para un pavimento dependiendo del tránsito esperado.

6.2.2 FLUENCIA

El valor de fluencia de Marshall, representa la deformación de la briqueta. La deformación está indicada por la disminución en el diámetro vertical de la briqueta.

6.2.3 VACIOS DE MEZCLA

Los vacíos de aire son espacios pequeños de aire, o bolsas de aire, que están presentes entre los agregados revestidos en la mezcla final compactada. Es necesario que todas las mezclas densamente graduadas contengan cierto porcentaje de vacíos para permitir alguna compactación adicional bajo el tráfico, y proporcionar espacios a donde pueda fluir el asfalto durante esta compactación adicional. El porcentaje permitido de vacíos (en muestra de laboratorio) para capas de superficie debe estar entre 3 y 5 %, dependiendo del diseño especificado.

La durabilidad de un pavimento asfáltico en función del contenido de vacíos. La razón de esto es que entre mayor sea la cantidad de vacíos, menor va ser la permeabilidad de la mezcla. Un contenido demasiado alto de vacíos proporciona pasajes, a través de la mezcla, por lo cuales puede entrar el agua y el aire, y causar deterioro. Por otro lado, un contenido demasiado bajo de vacíos puede producir exudación de asfalto; una condición en donde el exceso de asfalto es exprimido fuera de la mezcla hacia la superficie.

La densidad y el contenido de vacíos están directamente relacionados. Entre más alto la densidad, menor es el porcentaje de vacíos en la mezcla, y viceversa. Las especificaciones de la obra requieren, usualmente, una densidad que permite acomodar el menor número posible pasadas de los rodillos (en la realidad).

6.2.4 VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL (V.M.A)

Los vacíos en el agregado mineral (VMA) son los espacios de aire que existen entre las partículas de agregado en una mezcla compactada de pavimentación incluyendo los espacios que están llenos de asfalto.

El VMA representa el espacio disponible para acomodar el volumen efectivo de asfalto (todo el asfalto menos la porción que se pierde, por absorción, en el agregado) y el volumen de vacíos necesario en la mezcla. Cuando mayor sea el VMA, más espacio habrá disponible para las películas de asfalto. Existen valores mínimos para VMA los cuales están recomendados y especificados como función del tamaño del agregado. Estos valores se basan en el hecho de que cuando más gruesa sea la película de asfalto que cubre las partículas de agregado, más durable será la mezcla. Para que pueda lograrse un espesor durable de película de asfalto, se deben tener valores mínimos de VMA. Un aumento en la densidad de la granulometría del agregado, hasta el punto donde se obtengan valores de VMA por debajo del mínimo especificado, puede resultar en películas delgadas de asfalto y en mezclas de baja durabilidad y apariencia seca. Por lo tanto, es contraproducente y perjudicial, para la calidad del pavimento, disminuir el VMA para economizar en el contenido de asfalto.

Se presenta un cuadro donde en función de tamaño máximo nominal del agregado se da valor mínimo V.A.M. en función del % de vacíos que se tiene.

CUADRADO 6.10 Vacios en el Agregado Mineral (Requisitos de VMA)

Tamaño Máximo en mm Porcentaje	VMA mínimo, por ciento			
	vacios de diseño, por ciento			
mm	In.	3	4	5
1.18	Nº 16	21.5	22.5	23.5
2.36	Nº 8	19	20	21
4.75	Nº 4	16	17	18
9.5	3/8"	14	15	16
12.5	1/2"	13	14	15
19	3/4"	12	13	14
25	1	11	12	13
37.5	1.5	10	11	12
50	2	9.5	10.5	11.5
63	2.5	9	10	11

1. Especificación Normal para tamaños de Tamices usados en Pruebas, ASTM e 11 (AASHTO M 92)

2. El tamaño máximo nominal de partícula es un tamaño más grande, que el primer tamiz que retiene más 10 por ciento del material.

Fuente: JBO INGENIEROS S.A.C.

6.2.5 VACIOS LLENOS DE ASFALTO (VFA)

Los vacios llenos de asfalto VFA, son el porcentaje de vacios intergranulares entre las partículas de agregado (VMA) que se encuentran llenos de asfalto. El VMA abarca asfalto y aire, y por lo tanto, el VFA se calcula al restar los vacios de aire del VMA, Y luego dividiendo por el VMA, y expresado el valor final como un porcentaje.

6.2.6 DENSIDAD

La densidad de la mezcla compactada está definida como su peso unitario (el peso de un volumen específico de mezcla). La densidad es una característica muy importante para el supervisor, debido que es esencial tener una alta densidad en el pavimento terminado para obtener un rendimiento duradero. La densidad obtenida en el laboratorio se convierte en la densidad patrón, y es usada como referencia para determinar si la densidad del pavimento terminado es, o no, adecuada.

FIGURA 6.11 Resultado del Diseño de la Mezcla en Caliente con el huso del Instituto del Asfalto Gradación IV B

DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE HUSO IV B REALIZADO POR EMPRESA JBO INGENIEROS S.A.C.

N°	EXP. N° JBO	PROYECTO	% C	P.E. gr/cm ³	ESTABILIDAD lb	FLUJO 0.01*	% VACIOS	% VMA	% VLLA	ESTABILIDAD/FLUJO kg/cm	ABSORCIÓN
1	155	CANTERA TAQUITI	6.3	2.362	1978	13.8	5.0	17.9	71.9	144	0.2
2	226	CANTERA MENACUCHO	6.1	2.333	2766	16.1	4.1	17.5	76.3	3062	0.2
3	226	CANTERA VILCANOTA - CERRO PASTO GRANDE - 1	6.4	2.326	2765	17.9	4.7	18.6	75.0	2766	0.1
4	226	CANTERA VILCANOTA - CERRO PASTO GRANDE - 2	6.5	2.326	2542	19.9	4.7	17.7	73.3	2287	0.2
5	356	CANTERA LUCUMAYO	5.4	2.421	1944	13.9	4.0	16.2	75.4	2502	0.3
6	429	CANTERA PACHACHACA	5.4	2.386	1836	15.6	4.0	16.4	75.6	2109	0.3
7	642	CANTERA EL MIRADOR	5.9	2.344	1673	15.0	4.0	17.0	76.4	1989	0.2
8	937	CANTERA GAMERO	5.3	2.351	930	17.1	4.0	16.3	75.6	974	0.1
9	956	CANTERA RIO HUAHURA	6.1	2.351	1356	12.9	4.1	17.6	76.9	1883	0.1
10	974	CANTERA N° 1 - CHIMBOTE	5.8	2.485	1980	14.7	4.0	17.8	76.9	2410	0.1
11	974	CANTERA RIO SANTA - CHIMBOTE	5.5	2.370	1873	14.6	4.0	16.6	76.4	2289	0.1
12	1023	CANTERA PAMPA GRANDE - CANTERA RIO CAMANA	5.6	2.398	2252	16.2	4.0	17.2	76.7	2487	0.1
13	1023	CANTERA RIO CAMANA	5.9	2.283	1872	13.5	5.0	18.0	72.4	2476	0.1
14	1023	CANTERA PEÑA BEYATO	5.8	2.392	2026	15.0	4.0	17.4	77.4	2406	0.1

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 6.12 Resultado del Diseño Mezcla en Caliente con el huso del ASTM
Gradación D-5

DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE HUSO ASTM D-5 REALIZADO POR EMPRESA JBO INGENIEROS S.A.C.

N°	EXP. N°	JBO	PROYECTO	% C	P.E. gr/cm3	ESTABILIDAD lb	FLUJO 0.01"	% VACIOS	% VMA	% VLLA	ESTABIL/FLUJO KG/CM	ABSORCIÓN
1	331		CANTERA RIO PACHACHACA	5.6	2.253	446	18.8	8.3	20.8	60.1	424	0.1
2	459		CANTERA CAUSE DEL RIO	5.6	2.220	800	15	7.0	20.0	57.0	954	0.1
3	460		CANTERA RIO ALTO MUNDO 60/70	5.8	2.349	1330	14.4	4.0	16.9	76.2	1655	0.2
4	460		CANTERA RIO ALTO MUNDO 85/100	6.0	2.384	1316	15.6	3.2	15.6	86.7	1506	0.1
5	654		CANTERA YUNGAYPAMPA	6.1	2.346	1380	15.7	4.0	16.8	76.3	1572	0.4
6	732 - ALT 1		CANTERA RIO CACHI	6.2	2.249	1123	15.1	5.0	16.8	70.3	1325	0.8
7	732 - ALT 2		CANTERA RIO CACHI	6.3	2.242	886	14.2	5.0	16.9	69.7	1113	0.8
8	732 - ALT 3		CANTERA RIO CACHI	6.3	2.241	812	14.4	5.0	17.2	71.0	1011	0.8
9	735 - ALT 1		CANTERA TURUBAMBA 85/100	6.3	2.321	1477	15.8	5.0	17.6	71.5	1666	0.6
10	735 - ALT 2		CANTERA TURUBAMBA 85/100	6.3	2.311	1589	15.4	5.0	17.8	71.9	1847	0.5
11	735 - ALT 3		CANTERA TURUBAMBA 85/100	6.3	2.303	1397	14.9	5.0	18.0	72.2	1672	0.4
12	735 - ALT 1		CANTERA TURUBAMBA 120/150	6.3	2.220	820	16.3	9.0	21.1	57.6	901	0.6
13	735 - ALT 2		CANTERA TURUBAMBA 120/150	6.3	2.273	951	14.5	6.5	18.9	65.2	1174	0.6
14	1003		CANTERA 44+150 - SATIPO - ASF. MODIF.POLIM.	6.0	2.317	1471	13.9	4.6	17.8	74.2	1894	0.2

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 7 ANALISIS DE RESULTADOS

7.1 ANALISIS DE RESULTADOS

A) Graficando los Resultados

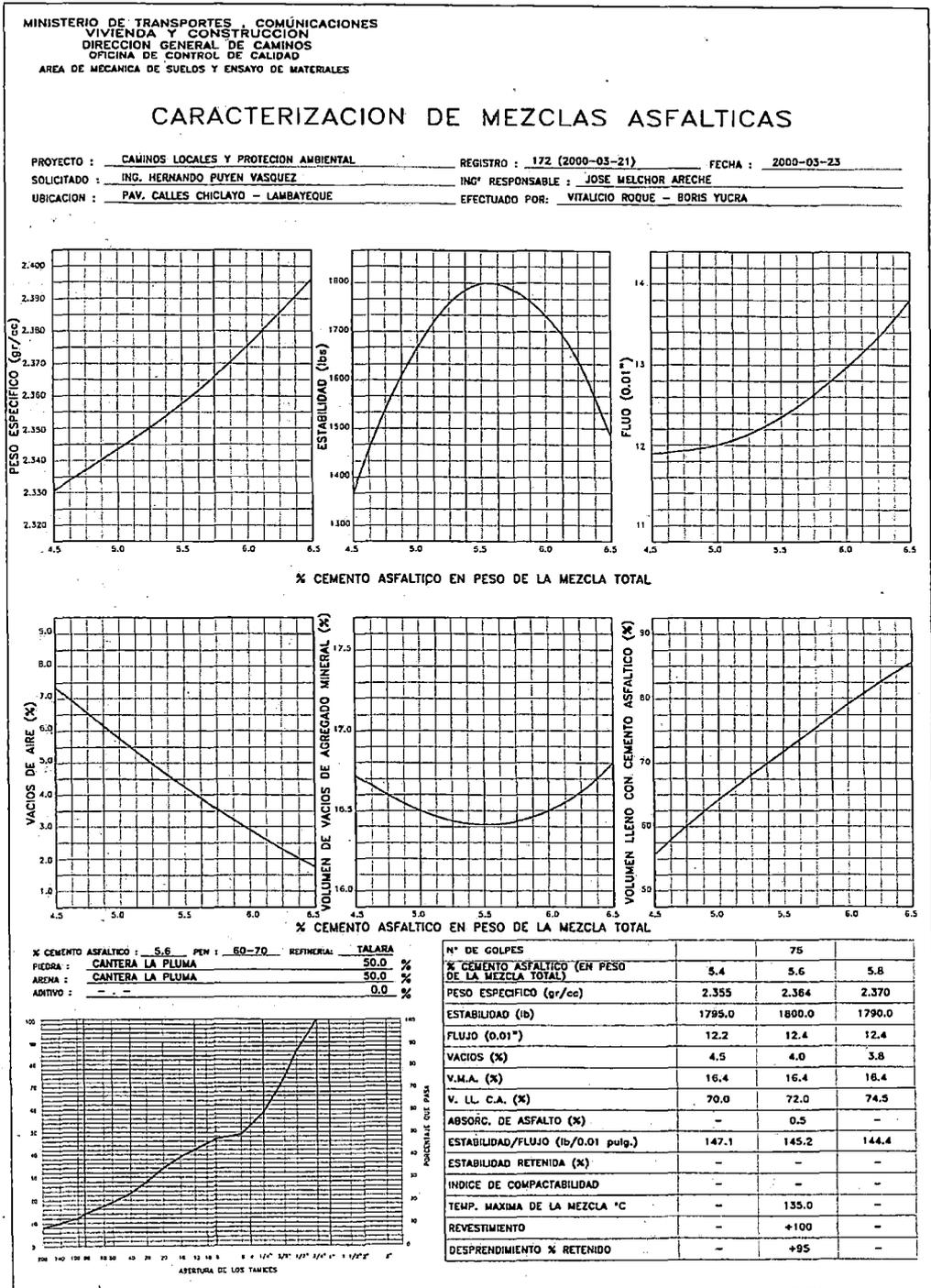


FIGURA 7.1 CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA

Los técnicos de laboratorio trazan los resultados del ensayo Marshall en gráficas, para poder entender las características particulares de cada probeta usada en la serie. Mediante el estudio de las gráficas se puede determinar cual de la probeta, de la serie, cumple mejor los criterios establecidos para el pavimento terminado. Las proporciones del asfalto y agregado en esta probeta se convierten en las proporciones usadas en la mezcla final.

La figura 7.1 muestra seis gráficas de resultados del ensayo Marshall. Cada gráfica tiene trazados los resultados de las diferentes pruebas. Los valores de estos resultados están representados por puntos.

7.1.1 ESTABILIDAD

La segunda grafica representa los valores de estabilidad Marshall.

7.1.2 FLUENCIA

La tercera grafica representa los valores de fluencia Marshall.

7.1.3 VACIOS DE LA MEZCLA

La cuarta gráfica representa los valores del porcentaje de vacíos.

7.1.4 VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL (V.A.M.)

La quinta grafica representa los porcentajes de vacíos en el agregado mineral (VMA).

7.1.5 VACIOS LLENOS DE ASFALTO (VFA)

La sexta grafica representa los porcentajes de vacíos llenos de asfalto (VFA).

7.1.6 PESO ESPECÍFICO

La primera grafica representa los pesos específicos o pesos unitarios (densidades).

En cada gráfica, los puntos que representan los diferentes valores son conectados mediante líneas para formar curvas suaves.

A) Relaciones y Observaciones de los Resultados de los Ensayos

Cuando los resultados de los ensayos se trazan en gráficas, como las de la Figura 7.1, usualmente revelan ciertas tendencias en las relaciones entre el contenido de asfalto y las propiedades de la mezcla.

A continuación se enuncian ciertas tendencias que pueden observarse al estudiar las gráficas de la figura 7.1

- El porcentaje de vacíos disminuye a medida que aumenta el contenido de asfalto (Grafica 4).

- El porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VMA) generalmente disminuye hasta un valor mínimo, y luego aumenta con aumentos en el contenido de asfalto (Grafica 5)
- El porcentaje de vacíos llenos de asfalto (VFA) aumenta con aumentos en el contenido de asfalto (Grafica 6)
- La curva para el peso unitario (densidad) de la mezcla es similar a la curva de estabilidad, excepto que el peso unitario máximo se presenta a un contenido de asfalto ligeramente mayor que el que determina la máxima estabilidad (Grafica 1).
- Hasta cierto punto, los valores de estabilidad aumentan a medida que el contenido de asfalto aumenta, más allá de este punto, la estabilidad disminuye con cualquier aumento en el contenido de asfalto (Grafica 2)
- Los valores de fluencia aumentan con aumentos en el contenido de asfalto (Grafica 3).

C) Determinación del Contenido Óptimo de Asfalto.

El contenido de diseño de asfalto en la mezcla final de pavimentación se determina a partir de los resultados descritos anteriormente. Primero, determine el contenido de asfalto para el cual el contenido de vacíos es de 4 por ciento. Luego, evalúe todas las propiedades calculadas y medidas para este contenido de asfalto, y compárelas con los criterios de diseño de la norma EG 2000 – Cap.4 Pavimento Asfáltico, tabla N° 410 – 9 denominado Requisitos para Mezcla de Concreto Bituminoso. Si se cumplen todos los criterios, este es el contenido de diseño de asfalto. Si no se cumplen todos los criterios, será necesario hacer algunos ajustes o volver a diseñar la mezcla.

D) Verificando los Criterios de Diseño.

Usando los datos de la Figura 7.1, podemos observar que le contenido de asfalto (Grafica 4), para un contenido de vacíos de 4 por ciento, es de 5.625 por ciento. Los valores de las otras propiedades de la mezcla son luego revisados para garantizar que cumplen con los criterios de diseño Marshall.

Refiriéndonos de nuevo a las gráficas de la figura 7.1, encontramos que un contenido de asfalto de 5.625 por ciento representa los siguientes valores de las otras propiedades.

Estabilidad (Gráfico 2) = 7,983 N (1,800 lbf)

Fluencia (Grafico 3) = 12.40

Porcentaje de VFA (Grafico 6) = 72.50

Porcentajes de VMA (Gráfico 5) = 16.40

Podemos ahora comparar estos valores con los valores recomendados por el MTC (Perú) en los criterios de Diseño Marshall (Tabla N° 410-9), para una mezcla superficial con tránsito pesado. El valor de estabilidad de 7983 N (1800 lbf), no excede el criterio mínimo de 8,007 N (1,800 lbf). El valor de flujo (de 12.40) cae dentro del margen establecido por los criterios, el cual es de 8 a 14. El porcentaje de vacíos llenos de asfalto (VFA) de 72.50 cae dentro del margen establecido por los criterios, el cual es de 65 a 75.

El porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral también puede ser revisado usando la figura 7.1, donde debe ser comparado con el VMA de la graduación del agregado en cuestión. Asuma que los datos de la figura 7.1 son para una graduación con un tamaño máximo nominal de agregado de 12.5 mm (1/2 pulgada). Podemos observar, entonces, que el valor del VMA de 16.4 sobrepasa el mínimo requerido de 14 para una mezcla de 12.5 mm que tiene un contenido de vacíos de 4 por ciento.

B) EVALUACION Y AJUSTES EN EL DISEÑO DE LA MEZCLA

En el proceso de evaluación de un diseño para mezcla es necesario preparar varias mezclas de prueba para encontrar una que cumpla con todos los criterios del método de diseño que se está usando. El análisis de cada mezcla de prueba sirve como guía para poder hacer ajustes en las demás mezclas de prueba.

Las mezclas de prueba usadas para establecer la fórmula de mezcla de la obra deben tener una granulometría de agregado dentro de las especificaciones de la obra. Cuando las mezclas iniciales de prueba no cumplan con los criterios del diseño, será necesario modificar la mezcla o, en algunos casos, volver a diseñarla usando diferente granulometría de agregado.

Las curvas granulométricas son de gran ayuda al hacer los ajustes necesarios en los diseños de mezcla.

Generalmente, cualquier desviación de estas curvas resulta en densidades menores y valores más altos de VMA. La magnitud del cambio en la densidad y en el VMA depende de la cantidad de ajustes hechos en el contenido de agregado grueso o fino de la mezcla.

A continuación se presenta una guía general para hacer ajustes en la mezcla de prueba y así poder cumplir con los criterios de diseño. El encabezado de cada sub-sección describe la condición, en la mezcla, que necesita ser corregida. Las sugerencias enunciadas podrán no aplicarse en todos los casos.

B.1 Bajo Contenido de Vacíos, Baja Estabilidad.

El nivel de vacíos puede aumentarse de varias maneras. Una de ellas consiste en aumentar el VMA mediante la adición de agregado grueso o agregado fino. El aumento de VMA proporciona más espacio, en la mezcla, para una mayor cantidad de vacíos.

Una graduación densa de agregado firme, duro y resistente a la separación, contribuye, de tres maneras, a la durabilidad del pavimento. Una graduación densa proporciona un contacto más cercano entre las partículas de agregado. Lo cual mejora la impermeabilidad de la mezcla. Un agregado firme y duro resiste la desintegración bajo las cargas del tránsito. Un agregado resistente a la separación resiste a la acción del agua y el tránsito, las cuales tienden a separar la película de asfalto de las partículas de agregado, conduciendo a la desintegración del pavimento.

La resistencia de una mezcla a la separación puede ser mejorada, bajo ciertas condiciones, mediante el uso de compuestos adhesivos, o rellenos minerales como la cal hidratada.

La intrusión de aire y agua en el pavimento puede minimizarse si se diseña y compacta la mezcla para darle al pavimento la máxima impermeabilidad posible (ver impermeabilidad en la sección siguiente) Existen muchas causas y efectos asociados con un poco durabilidad del pavimento.

Otra manera de aumentar la cantidad de vacíos es la de disminuir el contenido de asfalto. Esto puede hacerse solamente si hay exceso de asfalto en la mezcla, y si no se reduce el contenido de asfalto por debajo del límite donde el espesor de la película, y eventualmente la durabilidad del pavimento, se encuentra en un nivel aceptable.

El aumento de la cantidad de materiales triturados en la mezcla proporciona texturas superficiales ásperas y formas angulares de partícula, las cuales mejoran el VMA y la fricción entre partículas. Sin embargo, sucede que en algunos agregados (cuarzo y tipos similares de roca) las caras fracturadas son muy lisas, y por consiguiente, no se logra un aumento apreciable en la estabilidad.

B.2 Bajo Contenido de Vacíos, Estabilidad Satisfactoria

Un contenido bajo de vacíos puede causar exudación después de que el pavimento ha sido expuesto al tránsito por un período determinado de tiempo. Un contenido insuficiente de vacíos también puede resultar en inestabilidad y

exudación cuando ocurre degradación en el agregado. Por estas razones, las mezclas con contenidos bajos de vacíos deben ser modificadas usando uno de los métodos descritos anteriormente, aun cuando la estabilidad sea satisfactoria.

B.3 Contenido Satisfactorio de Vacíos, Baja Estabilidad.

Una estabilidad baja, cuando los vacíos y la graduación de agregado son satisfactorios, puede indicar deficiencias en el agregado. Se debe considerar mejorar la calidad.

B.4 Contenido Alto de Vacíos, Estabilidad Satisfactoria

Los contenidos altos de vacíos están frecuentemente asociados, aunque no siempre, con altas permeabilidades. Por lo tanto, aun cuando la estabilidad de la mezcla sea satisfactoria, se debe disminuir el contenido excesivo de vacíos. Esto puede lograrse, usualmente, si se aumenta el contenido de polvo mineral en la mezcla. Sin embargo, en algunos casos, la graduación del agregado debe ser modificada para aumentar la densidad (disminuir los vacíos)

B.5 Contenido Alto de Vacíos, Baja Estabilidad.

Cuando el contenido de vacíos es alto y la estabilidad es baja, el contenido de vacíos deber ser disminuido usando los métodos descritos anteriormente. Si esta modificación no mejora ni el contenido de vacíos o la estabilidad, entonces se debe revisar el tipo de agregado.

C Seleccionando un Diseño de Mezcla.

El diseño de mezcla seleccionado para ser usado en un pavimento es, generalmente, aquel que cumple, de la manera más económica, con todos los criterios establecidos. Sin embargo, no se deberá diseñar una mezcla para optimizar una propiedad en particular. Por ejemplo, las mezclas con valores muy altos de estabilidad son, con frecuencia, poco deseable, debido a que los pavimentos que contienen este tipo de mezclas tienden a ser menos durables y pueden agrietarse prematuramente bajo volúmenes grandes de tránsito.

CAPITULO 8

ESTADISTICA DE RESULTADOS Y DEFICICION DE VARIABLES

Calculo del diferencial del modulo de finura de la combinación agregados obtenido por la empresa JBO INGENIEROS S.A.C. y el modulo de finura de la combinación agregados obtenido por TESISTA para cada expediente donde se utilizo el huso del INSTITUTO DEL ASFALTO - GRADACION IV B. Los datos están en cuadro 5.82

CANTIDAD	N° EXP. JBO	MFJBO-MF TESIS
1	155	0.23
2	226 I	0.12
3	226 II	0.03
4	356	0.08
5	429	0.00
6	642	0.00
7	937	0.22
8	956	0.11
9	974 I	0.06
10	974 II	0.08
11	1023 I	0.17
12	1023 II	0.24
13	1023 III	0.12

n	13
Sum x	1.4600
Sum x ²	0.2460
Sum x/n	0.1123
X dn	0.0794
X dn-1	0.0826
Sum x/n – xdn-1	0.0297
Sum x/n + xdn-1	0.1949

MF JBO = Modulo de Finura del agregado combinación obtenido por empresa JBO Ingenieros S.A.C.

MF TESIS = Modulo de Finura del agregado combinación obtenido en la investigación.

Calculo del diferencial del modulo de finura de la combinación agregados obtenido por la empresa JBO Ingenieros S.A.C. y el modulo de finura de la combinación agregados obtenido en investigación para cada expediente donde se utilizo el huso del ASTM - GRADACION D – 5. Los datos están en el cuadro 5.82.

CANTIDAD	N° EXP. JBO	MFJBO-MF TESIS
1	331	0.23
2	459	0.14
3	460	0.25
4	654	0.25
5	732	0.01
6	735	0.15
7	1003	0.15

n	7
Sum x	1.1800
Sum x ²	0.2426
Sum x/n	0.16857
X dn	0.07899
X dn-1	0.08532
Sum x/n – xdn-1	0.08325
Sum x/n + xdn-1	0.25389

CAPITULO 9

ESTABLECIMIENTO DE PARAMETROS MINIMOS A CONTROLAR EN LOS DISEÑOS DE MEZCLA ASFALTICA

CONDICIONES PARA LA APLICACIÓN DEL AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS ASFALTICAS

1. Se tiene los agregados globales, que cumple los requisitos de los agregados que exige norma para mezclas asfálticas, y luego se realiza un diseño mezcla en el laboratorio por el método Marshall, con este resultado la producción de la mezcla se hace por el método agregado global.
2. Aplicación de las especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras (EG 2000), para mezclas asfálticas en caliente.
3. Aplicación del diseño de mezcla asfáltica por el método Marshall, existen tres procedimientos en este método. El aplicado en nuestro medio es el que se mide la Estabilidad y la Fluencia Marshall.
4. Se remplazara el método de obtención de la proporción de agregados del MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO por el MÉTODO DE AGREGADO GLOBAL.
5. Se utilizo en nuestro tesis los husos del INSTITUTO DEL ASFALTO el huso IV B y del ASTM el huso D-5, a los respectivos expedientes de empresa JBO INGENIEROS para obtener los porcentaje de agregados de la combinación. Pero por el Método Agregado Global se puede obtener las proporciones agregados para cualquier producto asfaltico y otros productos, aplicando el huso correspondiente producto (mezcla en frio, mezcla en caliente, tratamiento superficial, material base, material sub base, etc.)
6. Para la combinación de agregados. Se utiliza un huso y línea promedio ideal que se obtiene del huso que se empleara.
7. Para la elección de un huso, se emplea el criterio tamaño máximo nominal del agregado debe ser la mitad de la capa que se realizara.
8. Tamaño máximo nominal está limitado por el condicionamiento hecho por el MÉTODO DE MARSHALL.
9. El porcentaje material que pasa la malla 200 está limitado por el huso utilizado y condicionamiento hecho por el MÉTODO DE MARSHALL.

10. Verificación límite líquido y límite plástico del material pasa malla N° 200.
11. La combinación de agregados por METODO DE AGREGADO GLOBAL, siempre se hace de dos en dos. Dos arenas y piedra, una arena y dos piedras, dos arenas y dos piedras, dos hormigones, dos arenas y hormigón, una arena y dos hormigones, dos arenas y confitillo, una arena y dos confitillos, dos arenas y dos confitillos, etc.
12. Para realizar la combinación de dos agregados debe cumplirse lo siguiente: $MF1 < MF C < MF2$ o $MF2 < MF C < MF1$
De donde se tiene que:
Agregado 1, tiene MF1
Agregado 2, tiene MF2
Del huso ideal, se obtiene MF C (modulo de finura de combinación correspondiente características de los agregados 1 y 2)
13. Utilización de la curva c de cada huso, como curva de optimización de combinación de agregados.
14. El empleo del modulo de finura, porque el modulo de finura está relacionado con la del área superficial, y el área superficial con la cantidad de cemento asfáltico.
15. La combinación del método agregado global se hace de dos en dos agregados, porque el número de ecuaciones son dos y resuelve dos incógnitas.

Consideraciones para mezclas asfálticas en:

- Granulometría y tamaño máximo del agregado grueso.

Si la mezcla para pavimentación debe ser fácilmente trabajable y compactable, la forma de la curva de granulometría en el gráfico usual semilogarítmico será generalmente cóncavo hacia arriba. Las curvas de granulometría con la concavidad hacia abajo deberían ser evitadas, porque la mezcla para pavimentación tiende a ser difícil de manejar y compactar y tiene usualmente alto contenido de vacíos, alto V.M.A, baja estabilidad y baja densidad de compactación.

Al determinar la granulometría de un agregado es importante que se efectúe un análisis de tamiz húmedo. Si se empleara solamente un análisis a tamiz seco, podría resultar un error serio en la granulometría, particularmente para la fracción que pasa el tamiz N°200, en los casos en que se adhieren a las partículas secas de

agregado, polvo o arcilla, o donde pequeños terrones de arcilla o de esquistos blandos suspendidos en el agua, no podrían haberse detectado de otra manera.

Para alcanzar la mejor resistencia al deslizamiento de una superficie es de textura arenosa, el tamaño máximo nominal de la partícula de agregados, para capas superficiales de mezcla asfáltico no debería exceder de ½ pulgada.

- **Agregado global**

El polvo mineral o llenante provendrá de los procesos de los agregados pétreos o podrá ser del aporte de productos comerciales, generalmente cal hidratada o cemento portland. Podrá usarse una fracción del material filler proveniente de su clasificación, siempre que se verifique que no tenga actividad y que sea no plástico.

- **Propiedades hidrófobas e hidrófilas**

Un tratamiento que es usualmente muy efectivo en mezclas para pavimentación susceptibles de ser dañadas por agua, consiste en la incorporación a la mezcla, de 0.5% a 1% en peso, de cal hidratada.

CONCLUSIONES

- En la tesis se planteó a la producción de mezcla asfáltica utilizando el método de agregado global y módulo de finura en los agregados.
- Para emplear los agregados de la cantera, primero se realizara los ensayos de calidad de los agregados que tienen que cumplir con la norma de mezcla asfáltica EG 2000 “Especificaciones Técnicas Generales para la construcción de carreteras” del MTC.
- La combinación de los agregados debe cumplir con el huso de mezclas asfálticas, del Instituto del Asfalto (huso IV B) y del ASTM (huso D-5) para las mezclas en caliente.
- Se utilizó el Método de Marshall para el diseño de mezcla asfáltica, con los porcentajes de los agregados obtenido por el Método de Agregado Global y Módulo de Finura.
- Para la comparación del método del agregado global y módulo de finura, se empleó trabajos de diseño realizados por la empresa JBO Ingenieros S.A.C. Y que se realizan mediante combinaciones físicas de los agregados hasta alcanzar un estado óptimo de combinación.

CONCLUSIONES

1. La combinación de agregados, por el método de agregado global y módulo de finura, se puede aplicar para todo tipo de mezclas asfálticas.
2. El uso del método permite incrementar la producción de agregados, porque se puede utilizar canteras de la zona, al mejorar el sistema de combinación.
3. El método permite estudiar y emplear los agregados en forma global, se ahorra en costo de producción, porque se utiliza los agregados de forma ya combinada y no se emplea el tamizado de los agregados para separar en agregado grueso, agregado fino, filler como se produce cotidianamente.
4. La optimización de los porcentajes hallados por el método de agregado global y módulo de finura, se obtiene cuando se toma una curva óptima, promedio entre los límites del huso a utilizar. Este criterio se puede aplicar para asfalto, suelos y concreto.
5. El concepto de módulo de finura global y agregado global permite estudiar la conformación del agregado grueso y fino y determinar una

- adecuada relación que permite predeterminar la buena calidad de la mezcla asfáltica.
6. Cuando se aplica la combinación de agregados globales, por el método de modulo de finura, se puede combinar 2 hormigones, un hormigón y una arena, una piedra con un hormigón, una piedra y una arena, combinar 2 piedras y combinar 2 arenas y luego estas dos combinaciones mezclarlas, un confitillo y una arena, un confitillo y una piedra esta combinación con una arena.
 7. Se obtiene ahorro de tiempo al utilizar el método del agregado global y módulo de finura para hallar las proporciones de agregados para la mezcla asfáltica.
 8. La aplicación del método de agregado global y módulo de finura en el diseño de concreto asfáltico de obras ya realizadas, nos permite establecer que el método es eficiente y rápido frente al método de combinar artesanalmente los agregados en forma sucesiva hasta alcanzar el óptimo.
 9. El método de diseño Marshall de mezcla asfáltica, es la estructura básica para implementar el control de calidad, y a partir de la cual, con la incorporación de los conceptos de módulo de finura global y agregado global se puede diseñar y dosificar los diferentes tipos de mezcla asfálticas.
 10. Utilizando el concepto de módulo de finura global del agregado, podemos estudiar y determinar las imperfecciones granulométricas de los agregados, y por lo tanto modificar la producción de los mismos y perfeccionar la calidad de la mezcla asfáltica.
 11. Mediante el manejo del modulo de finura global del agregado, podemos mejorar el comportamiento de la mezcla asfáltica en su colocación y compactación.
 12. Se ha aplicado el método de agregado global y modulo de finura en el diseño y producción de mezcla asfáltica en frio con RC 250, en la empresa CL Construcciones Generales S.R.L. Los materiales para su producción son: arena con filler, confitillo con arena y filler, y el RC 250. La proporción de los agregados de la mezcla asfáltica se obtenía por el método de tanteo. En el 2010 la empresa plantea el problema de optimizar su mezcla asfáltica en frio, la cual se halla las proporciones de

sus agregados globales por el método de finura del agregado global. Y se observa que a la mezcla asfáltica le falta filler, con lo cual se aumenta filler, con lo cual se hace más rentable la mezcla asfáltica en frío.

13. Se aplicó en el método diseño y producción de mezcla asfalto en frío con RC 250, para el Ing. Andrés Peña de la empresa CICA Ingenieros Consultores S.A.C. para el puerto Punta Lobitos (Huarney - Ancash - Antamina), para el bacheo de la carpeta asfáltica. Se empleó para hallar las proporciones de los agregados el método de módulo de finura del agregado global, donde el tiempo para hallar las proporciones fue más corto. Se hizo también tratamiento superficial de mantenimiento de las pistas, para esto se define el espesor del tratamiento superficial y el agregado a utilizar será la mitad del espesor del tratamiento superficial. Utilizando el método del módulo de finura y aplicación de la curva óptima (curva C) del huso, se observó que debería utilizarse arena gruesa para el tratamiento y se combinó con la emulsión asfáltica curado lento

RECOMENDACIONES

1. Cuando trabajamos con la curva optima, esta se puede subdividir en dos curvas en la malla N° 4, la cual genera una curva para agregado grueso del cual se halla MF_{AGC} y de igual manera para la curva del agregado fino el cual se halla MF_{AFC} . estos valores sirven como óptimos si se quiere combinar dos agregados finos o gruesos, para luego combinarse entre el agregado combinado grueso y el agregado combinado fino y hallar el agregado global total para la mezcla asfáltica.
2. Para hallar la combinación de dos agregados con sus respectivos MF_1, MF_2 y el huso con MF_A, MF_B debe cumplir:
 $MF_1 < MF_{COMBINACION} < MF_2$ y $MF_A < MF_{COMBINACION} < MF_B$
3. La solución de las proporciones de los agregados a, b son ajustados con filler en un porcentaje 0-2% en la malla N°200. Con la cual se optimiza la curva que se aproxima mejor a la curva optima y cumple con el % de finos de la malla N° 200 que exige la norma del MTC. Este ajuste se hace a las mezclas que lo necesitan.
4. El uso del módulo de finura de los agregados en el diseño y dosificación de la mezcla asfáltica, nos permite optimizar las propiedades y características, en el comportamiento de la mezcla asfáltica.
5. Las principales exigencias de servicio para pavimento flexibles densos: Durabilidad, resistencia al deslizamiento, flexibilidad y estabilidad. Es el cumplimiento del objetivo final del diseño y practica constructiva de un buen pavimento flexible.
6. Las mezclas asfálticas de distinta composición granulométrica requieren cantidad de cemento asfáltica muy distintas, para obtener iguales o parecidas propiedades.
7. Para una misma energía de compactación, la influencia de la composición granulométrica es mayor, cuanto menor es la cantidad de cemento.
8. Se indica la necesidad de elegir el grado correcto de cemento asfáltico en base al clima, volumen de tráfico y resistencia de la fundación sobre la que se coloca el pavimento.
9. Se considera el sentido práctico de las exigencias del diseño para los vacíos de aire y los vacíos en el agregado mineral con respecto a su influencia sobre el comportamiento del pavimento.

10. Se debe hacer los ensayos de límite líquido e índice plástico al material pasante la malla N° 200, para verificar su calidad y que dicho material no genere problemas a la mezcla asfáltica.
11. El peso específico de un agregado es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ASPHALT INSTITUTE; Principio de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente MS – 22;** libro E.E.U.U. - 1992.
2. **BOWLES JOSEPH E; Manual de Laboratorio de suelos en Ingeniería Civil;** libro Colombia - Bogotá - 1981
3. **CABALLERO ROMERO ALEJANDRO; Guías Metodológicas para los Planes y Tesis de Maestría y Doctorado;** libro Perú - Lima - 2004
4. **CACHAY HUAMAN RAFAEL; Diseño de Mezclas por El Método de Agregado Global y Modulo de Finura para concretos de Mediana a Alta Resistencia;** Tesis Perú - Lima - 1992
5. **DIETERICH STEFFAN HEINZ; Nueva Guía para la Investigación Científica;** libro Perú - Lima - 2006
6. **MONTEJO FONSECA ALFONSO; Ingeniería de Pavimentos. Evaluación Estructural, Obras de Mejoramiento y Nuevas Tecnologías;** libro Colombia -Bogotá - 2006
7. **MTC; Manual de Ensayo de Laboratorio EM 2000. Tomo I y Tomo II;** Libros Perú - Lima - 2000.
8. **MTC; 1ra. Reunión de Capacitación AF;** Libro Perú - Lima – 2001
9. **MTC; Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción de Carreteras (EG-2000).Tomo I y Tomo II;** Libros Perú – Lima - 2000
10. **PASQUEL CARBAJAL ENRIQUE ; Tópicos de Tecnología del Concreto;** Libro Perú - Lima - 1998
11. **THE ASPHALT INSTITUTE; Manual del Asfalto;** Libro E.E.U.U. - 1965.
12. **VALLE RODAS RAUL; Carreteras, Calles y Aeropistas;** Libro Argentina - Buenos Aires - 1962.
13. **VIVAR ROMERO GERMAN; Diseño y Construcción de Pavimentos;** Libro Perú - Lima – 1994

ANEXO A

ANEXO A

Calculo A.1

Hallaremos modulo de finura de la piedra (MFP) en el uso central IV B, tomando lo retenido mayores o igual a la malla N° 4. Dato uso central IV B según el grafico de la granulometria

% Ret. Acumul. Uso central	0	20	40		
Mallas	3/4"	3/8"	N° 4		
P.RET. PARC.	0	20	20	SUMA ANT.	40
% RET. PARC.	0	50	50		
RET.ACUMUL.	0	50	100		

$$MFP = \frac{650}{100} = 6.5$$

Calculo A.2

hallaremos modulo de finura de la arena (MFA) en el uso central IV B, tomando lo retenido entre la malla N° 4 y N° 200

% ret. Acumul. Uso central	57.5	66.5	76.5	82	88	
	N° 8	N° 16	N° 30	N° 50	N° 100	
RET. PARC.	17.5	9	10	5.5	6	SUM.ANT.48
% RET. PARC.	36.46	18.75	20.83	11.46	12.50	
% RET. ACUM.	36.46	55.21	76.04	87.5	100	

$$MFA = \frac{355.21}{100} = 3.55$$

RESUMEN MODULO DE FINURA DE LA PIEDRA Y ARENA DEL USO CENTRAL IV B	
MFP	6.5
MFA	3.55

Calculo A.3

Hallaremos los porcentajes de la combinacion de las arenas, que cumplan con el modulo de finura de la arena de la curva central del uso IV B.

MFA de la curva central del uso IV B = 3.55

$$3.55 = a * 2.72 + b * 3.08$$

$$1 = a + b$$

RESOLVER

$$1 - b = a$$

$$3.55 = (1 - b) * 2.72 + 3.08 * b$$

$$3.55 = 2.72 + (3.08 - 2.72) * b$$

$$0.83 = 0.36b$$

$$2.3 = b$$

$$-1.3 = a$$

no necesita arena cantera A1

Calculo A.4

Teniendo en cuenta que no se emplea la arena 1. Se hace la combinación de la piedra y la arena 2, la cual nos tiene que dar el modulo finura global, de la curva central del uso IV B

Modulo de finura agregado global curva central de IV B = 4.31

MFA2 del exp. 155 = 3.55 MFP del exp 155 = 6.56

RESOLVER

$$4.31 = a * 3.55 + b * 6.56$$

$$1 = a + b$$

$$1 - b = a$$

$$4.31 = (1 - b) * 3.55 + b * 6.56$$

$$4.31 = 3.55 + (-3.55 + 6.56)b$$

$$4.31 - 3.55 = (6.56 - 3.55)b$$

$$0.76 = 3.01b$$

$$0.2525 = b$$

$$0.7475 = a$$

a	35%	PIEDRA
b	65%	ARENA

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : FIDEL CASTRO SOSA PROYECTO : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DIRECCIÓN : UBICACIÓN :

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 000-2009-JBO FECHA DE RECEPCIÓN : FECHA DE INICIO :

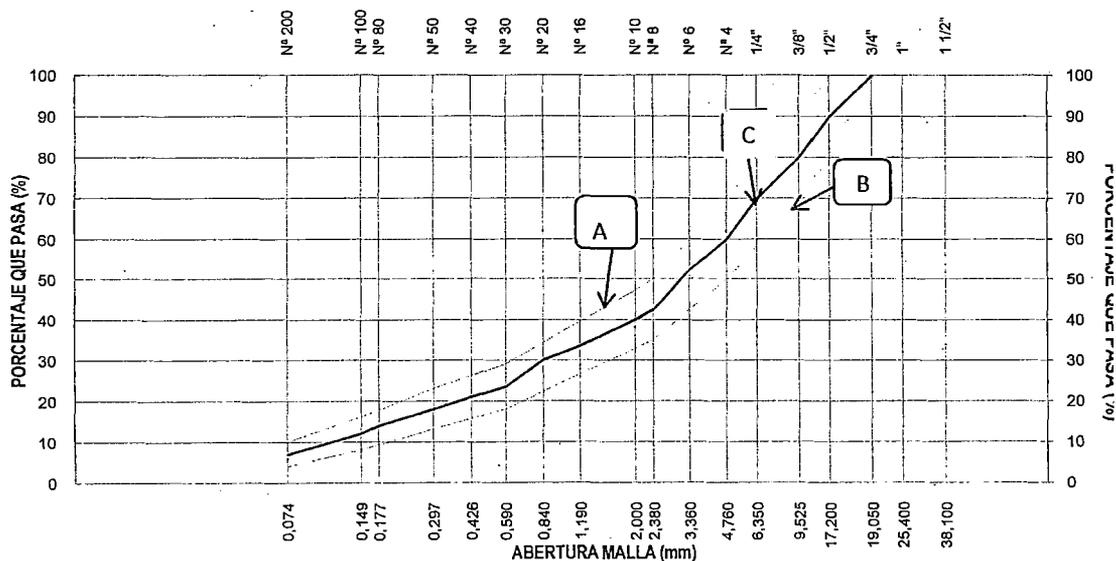
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Mecla de Arena Natural, Piedra, y su Arena de piedra (Ccolaquiti) PRESENTACIÓN : CANTIDAD :

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				RESUMEN DE ENSAYO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b		<p>para mezcla asfáltica IVB. USO SUPERIOR O CURVA A USO CENTRAL O CURVA C USO INFERIOR O CURVA B</p> <p>OBSERVACIONES : - Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO</p>			
1 1/2"	38.100								
1"	25.400								
3/4"	19.050		100.0	100					
1/2"	12.700	10.0	90.0	80	-			100	
3/8"	9.525	10.0	80.0	70	-			90	
1/4"	6.350	10.0	70.0						
N° 4	4.760	10.0	60.0	50	-			70	
N° 6	3.360	7.5	52.5						
N° 8	2.380	10.0	42.5	35	-			50	
N° 10	2.000	2.5	40.0						
N° 16	1.190	6.5	33.5						
N° 20	0.840	3.5	30.0						
N° 30	0.590	6.5	23.5	18	-			29	
N° 40	0.426	2.5	21.0						
N° 50	0.297	3.0	18.0	13	-			23	
N° 80	0.177	4.0	14.0						
N° 100	0.149	2.0	12.0	8	-			16	
N° 200	0.074	5.0	7.0	4	-			10	
-N° 200	ASTM C 117 - 04	7.0	-						

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: J.S.G.

Fecha de emisión :

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : FIDEL CASTRO SOSA
 DIRECCIÓN :

PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
 AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS
 ASFALTICAS

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 155-2009-JBO

UBICACIÓN :

FECHA DE RECEPCIÓN :

FECHA DE INICIO :

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
 ASTM C 136-05**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Mecla de Arena Natural, Piedra, y su Arena de
 piedra (Ccoataquiti)

PRESENTACIÓN :

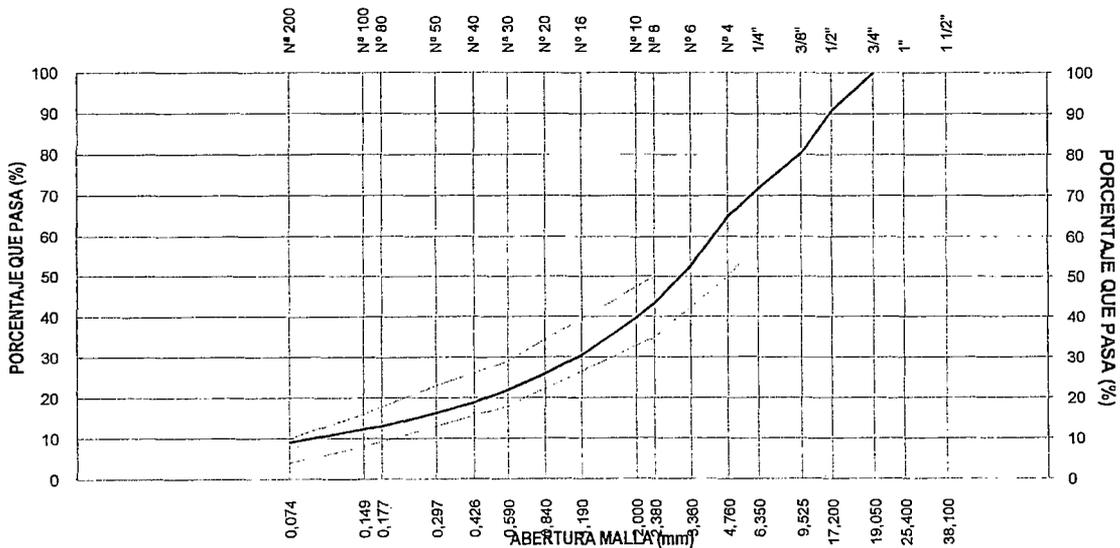
CANTIDAD :

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	9.1	90.9	80	100
3/8"	9.525	10.5	80.4	70	90
1/4"	6.350	8.7	71.7		
N° 4	4.760	6.7	65.0	50	70
N° 6	3.360	12.3	52.7		
N° 8	2.360	9.1	43.6	35	50
N° 10	2.000	3.9	39.7		
N° 16	1.190	9.1	30.6		
N° 20	0.840	4.6	26.0		
N° 30	0.590	3.9	22.1	18	29
N° 40	0.426	3.2	18.9		
N° 50	0.297	2.6	16.3	13	23
N° 80	0.177	3.3	13.0		
N° 100	0.149	0.6	12.4	8	16
N° 200	0.074	3.3	9.1	4	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	9.1	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra Chancada (Ccoataquiti)	= 35%
(2) Arena Natural sin Piedra(Ccoataquiti).	= 00%
(3) Arena de Piedra Chancada (Ccoataquiti)	= 65%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 35%
- AGREGADO FINO	= 65%

OBSERVACIONES :
 - Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: J.S.G.

Fecha de emisión :

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL
ASTM C 136-05**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN
DESCRIPCIÓN

CANTERA CCOTAQUITI

EXP. 155

SERIE	AMERICANA	ABERTURA (mm)		P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM.. (%)
	3"	75.000		0.00		-
	2 1/2"	62.500				-
	2"	50.000				-
	1 1/2"	37.500				-
	1"	25.000		100.000		-
	3/4"	19.000		100.000	-	-
	1/2"	12.500		88.300	11.70	11.70
	3/8"	9.500		74.800	13.50	25.20
	1/4"	6.250		63.600	11.20	36.40
	N° 4	4.750		55.000	8.60	45.00
	N° 6	3.350		46.700	8.30	53.30
	N° 8	2.360		39.900	6.80	60.10
	N° 10	2.000		36.900	3.00	63.10
	N° 16	1.180		28.900	8.00	71.10
	N° 20	0.850		24.700	4.20	75.30
	N° 30	0.600		21.100	3.60	78.90
	N° 40	0.425		18.100	3.00	81.90
	N° 50	0.300		15.300	2.80	84.70
	N° 80	0.177		12.200	3.10	87.80
	N° 100	0.150		11.400	0.80	88.60
	N° 200	0.075		8.300	3.10	91.70
	- N° 200				8.30	100.00
					SUMA R.A (%)	453.60
					MODULO FINI	4.54

CUADRO A.10

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL (PIEDRA)
ASTM C 136-05**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

EXP. 155

IDENTIFICACIÓN

CANTERA CCOTAQUITI

DESCRIPCIÓN

SERIE	AMERICANA	ABERTURA (mm)		P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM.. (%)
	3"	75.000		0.00		-
	2 1/2"	62.500				-
	2"	50.000				-
	1 1/2"	37.500				-
	1"	25.000		100.000		-
	3/4"	19.000		100.000	-	-
	1/2"	12.500		74.000	26.00	26.00
	3/8"	9.500		44.000	30.00	56.00
	1/4"	6.250		19.000	25.00	81.00
	N° 4	4.750			19.00	100.00
	N° 6	3.350			-	100.00
	N° 8	2.360			-	100.00
	N° 10	2.000			-	100.00
	N° 16	1.180			-	100.00
	N° 20	0.850			-	100.00
	N° 30	0.600			-	100.00
	N° 40	0.425			-	100.00
	N° 50	0.300			-	100.00
	N° 80	0.177			-	100.00
	N° 100	0.150			-	100.00
	N° 200	0.075			-	100.00
	- N° 200				-	100.00
					SUMA R.A (%)	656.00
					MODULO FINI	6.56

CUADRO A.9

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL (ARENA1)
ASTM C 136-05**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN
DESCRIPCIÓN

CANTERA CCOTAQUITI

EXP. 155

SERIE	AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM.. (%)
	3"	75.000	0.00		-
	2 1/2"	62.500			-
	2"	50.000			-
	1 1/2"	37.500			-
	1"	25.000	100.000		-
	3/4"	19.000	100.000	-	-
	1/2"	12.500	100.000	-	-
	3/8"	9.500	100.000	-	-
	1/4"	6.250	100.000	-	-
	N° 4	4.750	100.000	-	-
	N° 6	3.350	88.000	12.00	12.00
	N° 8	2.360	77.000	11.00	23.00
	N° 10	2.000	72.000	5.00	28.00
	N°16	1.180	57.000	15.00	43.00
	N° 20	0.850	49.000	8.00	51.00
	N° 30	0.600	42.000	7.00	58.00
	N° 40	0.425	36.000	6.00	64.00
	N° 50	0.300	30.000	6.00	70.00
	N° 80	0.177	24.000	6.00	76.00
	N° 100	0.150	22.000	2.00	78.00
	N° 200	0.075	16.000	6.00	84.00
	- N° 200			16.00	100.00
				SUMA R.A (%)	272.00
				MODULO FINI	2.72

CUADRO A.7

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL (ARENA 2)
ASTM C 136-05**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN
DESCRIPCIÓN

CANTERA CCOTAQUITI

EXP. 155

SERIE	AMERICANA	ABERTURA (mm)		P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM.. (%)
3"		75.000		0.00		-
2 1/2"		62.500				-
2"		50.000				-
1 1/2"		37.500				-
1"		25.000		100.000		-
3/4"		19.000		100.000	-	-
1/2"		12.500		100.000	-	-
3/8"		9.500		100.000	-	-
1/4"		6.250		100.000	-	-
N° 4		4.750		100.000	-	-
N° 6		3.350		81.000	19.00	19.00
N° 8		2.360		67.000	14.00	33.00
N° 10		2.000		61.000	6.00	39.00
N°16		1.180		47.000	14.00	53.00
N° 20		0.850		40.000	7.00	60.00
N° 30		0.600		34.000	6.00	66.00
N° 40		0.425		29.000	5.00	71.00
N° 50		0.300		25.000	4.00	75.00
N° 80		0.177		20.000	5.00	80.00
N° 100		0.150		19.000	1.00	81.00
N° 200		0.075		14.000	5.00	86.00
- N° 200					14.00	100.00
					SUMA R.A (%)	308.00
					MODULO FINO	3.08

CUADRO A.8

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL (USO SUPERIOR O CURVA A)
ASTM C 136-05**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN

HUSO IV B

DESCRIPCIÓN

SERIE	AMERICANA	ABERTURA (mm)		P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM.. (%)
	3"	75.000		0.00		-
	2 1/2"	62.500				-
	2"	50.000				-
	1 1/2"	37.500				-
	1"	25.000		100.000		-
	3/4"	19.000		100.000	-	-
	1/2"	12.500		100.000	-	-
	3/8"	9.500		90.000	10.00	10.00
	1/4"	6.250		90.000	-	10.00
	N° 4	4.750		70.000	20.00	30.00
	N° 6	3.350		70.000	-	30.00
	N° 8	2.360		50.000	20.00	50.00
	N° 10	2.000		50.000	-	50.00
	N°16	1.180		40.000	10.00	60.00
	N° 20	0.850		40.000	-	60.00
	N° 30	0.600		29.000	11.00	71.00
	N° 40	0.425		29.000	-	71.00
	N° 50	0.300		23.000	6.00	77.00
	N° 80	0.177		23.000	-	77.00
	N° 100	0.150		16.000	7.00	84.00
	N° 200	0.075		14.000	2.00	86.00
	- N° 200				14.00	100.00
					SUMA R.A (%)	382.00
					MODULO FINI	3.82

CUADRO A.4

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL (USO INFERIOR O CURVA B)
ASTM C 136-05**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN

HUSO IV B

DESCRIPCIÓN

SERIE	AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM.. (%)
	3"	75.000	0.00		-
	2 1/2"	62.500			-
	2"	50.000			-
	1 1/2"	37.500			-
	1"	25.000	100.000		-
	3/4"	19.000	100.000	-	-
	1/2"	12.500	80.000	20.00	20.00
	3/8"	9.500	70.000	10.00	30.00
	1/4"	6.250	70.000	-	30.00
	N° 4	4.750	50.000	20.00	50.00
	N° 6	3.350	50.000	-	50.00
	N° 8	2.360	35.000	15.00	65.00
	N° 10	2.000	61.000	26.00	39.00
	N° 16	1.180	27.000	34.00	73.00
	N° 20	0.850	40.000	13.00	60.00
	N° 30	0.600	18.000	22.00	82.00
	N° 40	0.425	18.000	-	82.00
	N° 50	0.300	13.000	5.00	87.00
	N° 80	0.177	13.000	-	87.00
	N° 100	0.150	8.000	5.00	92.00
	N° 200	0.075	14.000	6.00	86.00
	- N° 200			14.00	100.00
				SUMA R.A (%)	479.00
				MODULO FINI	4.79

CUADRO A.5

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL (HUSO CENTRAL O CURVA C)
ASTM C 136-05**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN

HUSO IVB

DESCRIPCIÓN

SERIE	AMERICANA	ABERTURA (mm)		P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM.. (%)
	3"	75.000		0.00		-
	2 1/2"	62.500				-
	2"	50.000				-
	1 1/2"	37.500				-
	1"	25.000		100.000		-
	3/4"	19.000		100.000	-	-
	1/2"	12.500		90.000	10.00	10.00
	3/8"	9.500		80.000	10.00	20.00
	1/4"	6.250		80.000	-	20.00
	N° 4	4.750		60.000	20.00	40.00
	N° 6	3.350		60.000	-	40.00
	N° 8	2.360		42.500	17.50	57.50
	N° 10	2.000		42.500	-	57.50
	N° 16	1.180		33.500	9.00	66.50
	N° 20	0.850		33.500	-	66.50
	N° 30	0.600		23.500	10.00	76.50
	N° 40	0.425		23.500	-	76.50
	N° 50	0.300		18.000	5.50	82.00
	N° 80	0.177		18.000	-	82.00
	N° 100	0.150		12.000	6.00	88.00
	N° 200	0.075		7.000	5.00	93.00
	- N° 200				7.00	100.00
					SUMA R.A (%)	430.50
					MODULO FINI	4.31

CUADRO A.6

SERIE	AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	R.ACUM.. (%)
	3"	75.000	0.00	-
	2 1/2"	62.500		-
	2"	50.000		-
	1 1/2"	37.500		-
	1"	25.000	100.000	-
	3/4"	19.000	100.000	-
	1/2"	12.500	90.000	10.00
	3/8"	9.500	80.000	20.00
	1/4"	6.250	80.000	20.00
	N° 4	4.750	60.000	40.00
	N° 6	3.350	60.000	40.00
	N° 8	2.360	42.500	57.50
	N° 10	2.000	42.500	57.50
	N° 16	1.180	33.500	66.50
	N° 20	0.850	33.500	66.50
	N° 30	0.600	23.500	76.50
	N° 40	0.425	23.500	76.50
	N° 50	0.300	18.000	82.00
	N° 80	0.177	18.000	82.00
	N° 100	0.150	12.000	88.00
	N° 200	0.075	7.000	93.00
	- N° 200			100.00

CUADRO A.3

ANEXO B



JBO Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 348-9494 / 348-6919
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE: 155-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE: 155-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE: 155-2009-JBO

DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 155-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho, Apurímac

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 20 de Enero del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 20 de Enero del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Mecla de Arena Natural, Piedra, y su Arena de
piedra (Ccotaquiti) PRESENTACIÓN :
CANTIDAD

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra Chancada (Ccotaquiti)		Arena Natural sin Piedra(Ccotaquiti).		Arena de Piedra Chancada (Ccotaquiti)		RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)				
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	26	74								
3/8"	9.525	30	44								
1/4"	6.350	25	19								
N° 4	4.760	19	-		100		100				
N° 6	3.360	-	-	12	88	19	81				
N° 8	2.380	-	-	11	77	14	67				
N° 10	2.000	-	-	5	72	6	61				
N° 16	1.190	-	-	15	57	14	47				
N° 20	0.840	-	-	8	49	7	40				
N° 30	0.590	-	-	7	42	6	34				
N° 40	0.426	-	-	6	36	5	29				
N° 50	0.297	-	-	6	30	4	25				
N° 80	0.177	-	-	6	24	5	20				
N° 100	0.149	-	-	2	22	1	19				
N° 200	0.074	-	-	6	16	5	14				
-200	-	-	-	16	-	14	-				

Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75- μ m (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

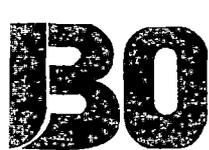
Téc: D.C.O.

Rev: J.S.G.

Fecha de emisión : Lima, 29 de Enero del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE: 155-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE: 155-2009-JBO
DIRECCIÓN
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 155-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho, Apurímac
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 20 de Enero del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 20 de Enero del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

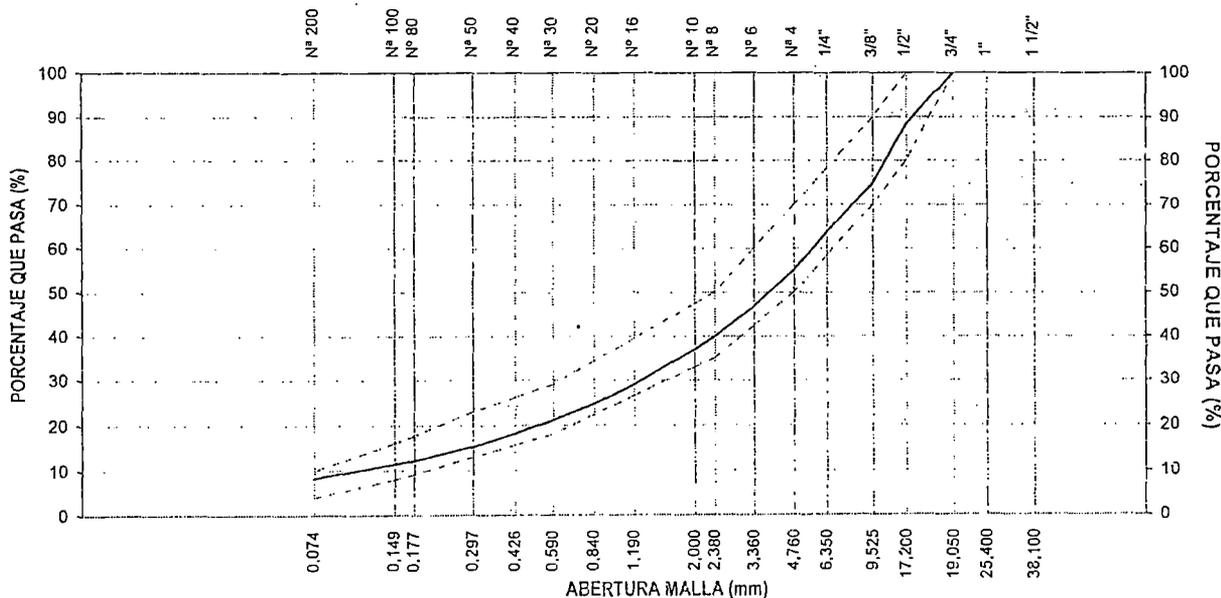
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Mecla de Arena Natural, Piedra, y su Arena de piedra (Ccotaquiti) PRESENTACIÓN :
CANTIDAD :

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	11.7	88.3	80	100
3/8"	9.525	13.5	74.8	70	90
1/4"	6.350	11.2	63.6		
N° 4	4.760	8.6	55.0	50	70
N° 6	3.360	8.3	46.7		
N° 8	2.380	6.8	39.9	35	50
N° 10	2.000	3.0	36.9		
N° 16	1.190	8.0	28.9		
N° 20	0.840	4.2	24.7		
N° 30	0.590	3.6	21.1	18	29
N° 40	0.426	3.0	18.1		
N° 50	0.297	2.8	15.3	13	23
N° 80	0.177	3.1	12.2		
N° 100	0.149	0.8	11.4	8	16
N° 200	0.074	3.1	8.3	4	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	8.3	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra Chancada (Ccotaquiti)	= 45%
(2) Arena Natural sin Piedra (Ccotaquiti)	= 30%
(3) Arena de Piedra Chancada (Ccotaquiti)	= 25%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 45%
- AGREGADO FINO	= 55%
OBSERVACIONES :	
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO	
- Huso granulométrico D-5 de las ESPECIFICACIONES ASTM D-3515.	
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.	

CURVA GRANULOMÉTRICA



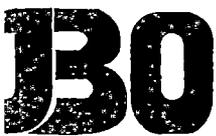
Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: J.S.G.

Fecha de emisión : Lima, 29 de Enero del 2009

Juan Sergio Sanchez Guando
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 155-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 155-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 155-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho, Apurímac
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 20 de Enero del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 20 de Enero del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

CANTERA : CCOTAQUITI
Piedra Chancada : 45 %
Arena Natural (Pasa malla N° 4) : 30 %
Arena Chancada : 25 %
Filler (Cal hidratada) : 0 %
T. Máximo : 3/4 pulg

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : BETUTEC 40
CLASIFICACIÓN : ASFALTO MODIFICADO
ORIGEN : TDM ASFALTOS S.A.C.
REFINERÍA : --
ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.3 %
TEMP. DE MEZCLA (°C) : 145

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

		75		
N° DE GOLPES				
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		6.1	6.3	6.5
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.351	2.362	2.374
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		1900	1978	2071
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		13.4	13.8	13.9
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		5.4	5.0	4.7
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		18.4	17.9	17.5
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		70.4	71.9	73.6
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)		0.2		
ESTABILIDAD / FLUJO (lb/0,01") (ASTM D-1559)		142	144	149
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)		145.0		

OBSERVACIONES:

- La granulometría de los agregados cumple la gradación del huso IVb del Instituto del Asfalto.
- Los agregados han sido procesados (Chancados) en el laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.
- Cemento asfáltico modificado proporcionado por el solicitante.
- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 14 de Marzo del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 226-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 226-2009-JBO
DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 226-2009-JBO UBICACIÓN : Trujillo
FECHA DE RECEPCIÓN : 18 de marzo del 2009 FECHA DE INICIO : 18 de marzo del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Menacucho.

PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 70 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra Chancada (Menacucho)		Arena Natural (Menacucho)		Filler (Cal hidratada)					
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	24	76								
3/8"	9.525	27	49								
1/4"	6.350	25	24								
N° 4	4.760	24	-		100						
N° 6	3.360	-	-	12	88						
N° 8	2.380	-	-	12	76						
N° 10	2.000	-	-	5	71						
N° 16	1.190	-	-	16	55						
N° 20	0.840	-	-	9	46						
N° 30	0.590	-	-	9	37						
N° 40	0.426	-	-	8	29						
N° 50	0.297	-	-	8	21						
N° 80	0.177	-	-	8	13						
N° 100	0.149	-	-	2	11						
N° 200	0.074	-	-	4	7	-	100				
-200	-	-	-	7	-	100	-				

Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75- μ m (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 20 de Abril del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 226-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 226-2009-JBO
 DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 226-2009-JBO UBICACIÓN : Trujillo
 FECHA DE RECEPCIÓN : 18 de marzo del 2009 FECHA DE INICIO : 18 de marzo del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

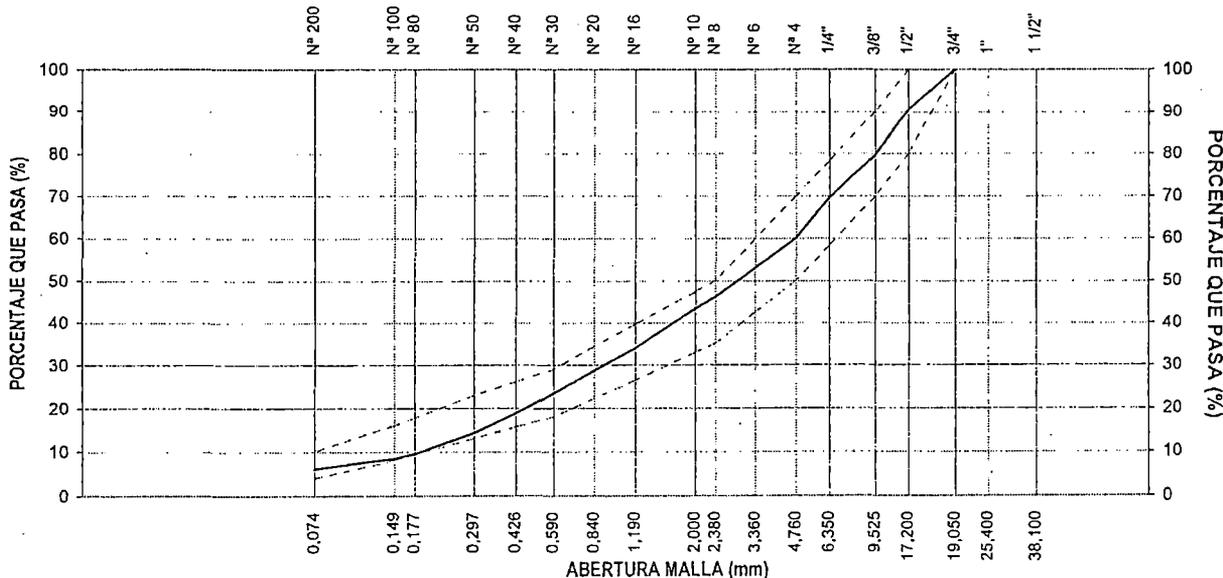
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Menacucho. PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 70 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	9.6	90.4	80	100
3/8"	9.525	10.8	79.6	70	90
1/4"	6.350	10.0	69.6		
N° 4	4.760	9.6	60.0	50	70
N° 6	3.360	7.0	53.0		
N° 8	2.380	6.9	46.1	35	50
N° 10	2.000	2.9	43.2		
N° 16	1.190	9.3	33.9		
N° 20	0.840	5.2	28.7		
N° 30	0.590	5.2	23.5	18	29
N° 40	0.426	4.7	18.8		
N° 50	0.297	4.6	14.2	13	23
N° 80	0.177	4.7	9.5		
N° 100	0.149	1.1	8.4	8	16
N° 200	0.074	2.3	6.1	4	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	6.1	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra Chancada (Menacucho)	= 40%
(2) Arena Natural (Menacucho)	= 58%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 40%
- AGREGADO FINO	= 60%
OBSERVACIONES :	
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO	
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 20 de Abril del 2009

Juan Sergio Sanchez Guando
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 226-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 226-2009-JBO

DIRECCIÓN :

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 226-2009-JBO UBICACIÓN : Trujillo

FECHA RECEPCIÓN : 18 de marzo del 2009 FECHA DE INICIO : 18 de marzo del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)		LIGANTE BITUMINOSO	
CANTERA	: Vilcanota, Cerro Pasto Grande	TIPO DE ASFALTO	: Sólido
Piedra Chancada (Esperanza)	: 40 %	CLASIFICACIÓN	: PEN 60/70
Arena Natural Lavada(Esperanza)	: 58 %	ORIGEN	: Petro Perú
Arena Chancada	: 0 %	REFINERÍA	: Conchán
Filler (Cal hidratada)	: 2 %	ÓPTIMO CONT. ASFALTO	: 6.5 %
T. Máximo	: 3/4 pulg	TEMP. DE MEZCLA (°C)	: 145.0
		ADITIVO	: --

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		6.2	6.5	6.8
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.323	2.326	2.329
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		2483	2542	2584
FLUJO (0.01") (ASTM D-1559)		19.2	19.9	18.2
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		4.9	4.7	4.5
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		17.9	17.7	17.5
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		72.7	73.3	73.6
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)			0.4	
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		2316	2287	2535
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)			145.0	

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados fueron tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 60/70 proporcionado por el Solicitante.
- La Arena natural lavada usada en el ensayo solo se considera el material pasante N° 4.
- La piedra ha sido chancada en Laboratorio por el personal técnico de JBO INGENIEROS S.A.C.

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
- ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
- ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
- ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

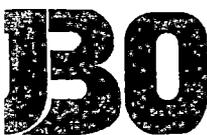
Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 02 de Abril del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
miembro del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE EXPEDIENTE N° 356-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 356-2009-JBO
DIRECCIÓN
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 356-2009-JBO UBICACIÓN : Cusco
FECHA DE RECEPCIÓN : 22 de Abril del 2009 FECHA DE INICIO : 22 de Abril del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN Cantera Lucumayo, km 90+380 L.I. PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 100 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra Chancada		Arena Natural							
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050			100							
1/2"	12.700	29	71								
3/8"	9.525	25	46								
1/4"	6.350	26	20								
N° 4	4.760	20	-		100						
N° 6	3.360	-	-	21	79						
N° 8	2.380	-	-	8	71						
N° 10	2.000	-	-	5	66						
N° 16	1.190	-	-	13	53						
N° 20	0.840	-	-	7	46						
N° 30	0.590	-	-	7	39						
N° 40	0.426	-	-	8	31						
N° 50	0.297	-	-	6	25						
N° 80	0.177	-	-	6	19						
N° 100	0.149	-	-	2	17						
N° 200	0.074	-	-	5	12						
-200	-	-	-	12	-						

Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75- μ m (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 02 de Mayo del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 5978



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE EXPEDIENTE N° 356-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 356-2009-JBO

DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 356-2009-JBO UBICACIÓN : Cusco

FECHA DE RECEPCIÓN : 22 de Abril del 2009 FECHA DE INICIO : 22 de Abril del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

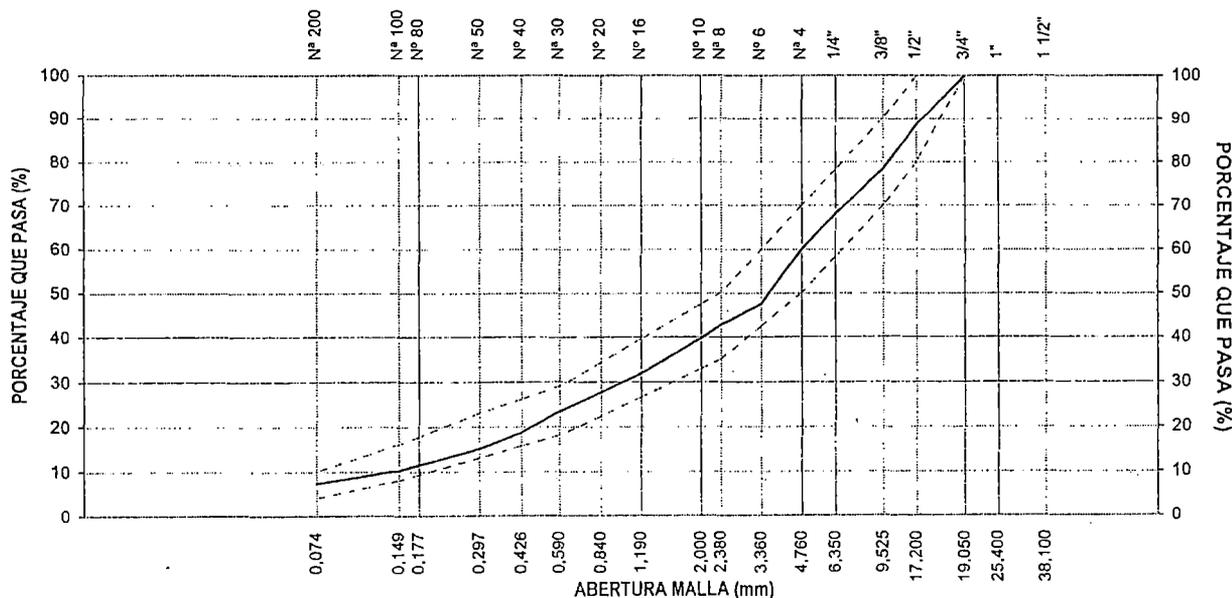
IDENTIFICACIÓN Cantera Lucumayo, km 90+380 L.I. PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 100 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	11.6	88.4	80	100
3/8"	9.525	10.0	78.4	70	90
1/4"	6.350	10.4	68.0		
N° 4	4.760	8.0	60.0	50	70
N° 6	3.360	12.6	47.4		
N° 8	2.380	4.8	42.6	35	50
N° 10	2.000	3.0	39.6		
N° 16	1.190	7.8	31.8		
N° 20	0.840	4.2	27.6		
N° 30	0.590	4.2	23.4	18	29
N° 40	0.426	4.8	18.6		
N° 50	0.297	3.6	15.0	13	23
N° 80	0.177	3.6	11.4		
N° 100	0.149	1.2	10.2	8	16
N° 200	0.074	3.0	7.2	4	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	7.2	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra Chancada	= 40%
(2) Arena Natural	= 60%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 40%
- AGREGADO FINO	= 60%

OBSERVACIONES :
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO
- El agregado grueso fue chancado en el laboratorio de JBO Ingenieros SAC.
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 02 de Mayo del 2009

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 352-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 352-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 356-2009-JBO UBICACIÓN : Cusco
 FECHA RECEPCIÓN : 22 de Abril del 2009 FECHA DE INICIO : 22 de Abril del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)	LIGANTE BITUMINOSO
CANTERA : Lucumayo, km 90+380 L.I.	TIPO DE ASFALTO : Sólido
Piedra Chancada : 40 %	CLASIFICACIÓN : PEN 60/70
Arena Natural : 60 %	ORIGEN : Petro Perú
T. Máximo : 3/4"	REFINERÍA : Conchán
	ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 5.4 %
	TEMP. DE MEZCLA (°C) : 145.0
	ADITIVO : Bitucote (0,5% en peso del asfalto)

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES	75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)	5.1	5.4	5.7
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)	2.411	2.421	2.425
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)	1831	1944	2033
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)	13.1	13.9	14.7
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)	4.9	4.0	3.4
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)	16.3	16.2	16.2
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)	70.4	75.4	79.1
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)	0.3		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)	2506	2505	2470
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)	145.0		

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 60/70 proporcionado por el Solicitante.
- El aditivo mejorador de adherencia fue proporcionado por JBO Ingenieros SAC.
- La Piedra ha sido chancada en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros SAC.

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
 ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
 ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
 ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 02 de Mayo del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 429-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 429-2009-JBO
DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 429-2009-JBO UBICACIÓN : Apurímac
FECHA DE RECEPCIÓN : 25 de Mayo del 2009 FECHA DE INICIO : 25 de Mayo del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA RÍO PACHACHACA PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD : 100 kg aprox.									
		"Piedra chancada"		"Arena natural"		Filter (Cal hidratada)					
ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	37	63								
3/8"	9.525	20	43		100						
1/4"	6.350	28	15	4	96						
N° 4	4.760	3	12	1	95						
N° 6	3.360	11	1	10	85						
N° 8	2.380	1	-	6	79						
N° 10	2.000	-	-	5	74						
N° 16	1.190	-	-	14	60						
N° 20	0.840	-	-	10	50						
N° 30	0.590	-	-	9	41						
N° 40	0.426	-	-	8	33						
N° 50	0.297	-	-	6	27						
N° 80	0.177	-	-	6	21						
N° 100	0.149	-	-	2	19		100				
N° 200	0.074	-	-	6	13	-	100				
-200	-	-	-	13	-	100	-				

Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Junio del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 429-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 429-2009-JBO
 DIRECCIÓN :

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 429-2009-JBO UBICACIÓN : Apurímac
 FECHA DE RECEPCIÓN : 25 de Mayo del 2009 FECHA DE INICIO : 25 de Mayo del 2009

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
 ASTM C 136-05**

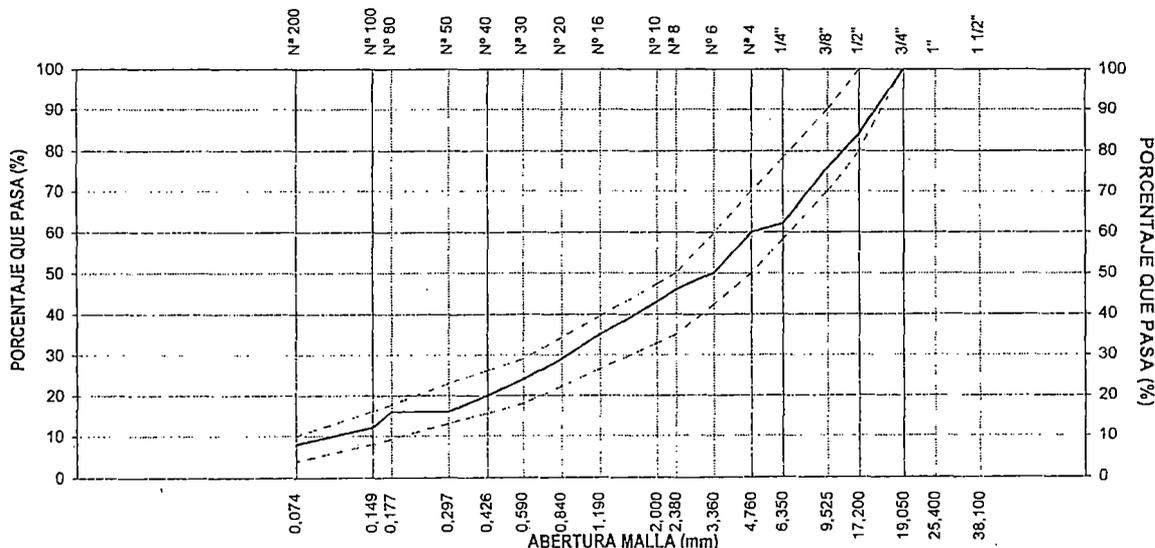
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA RÍO PACHACHACA PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 100 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	16.0	84.0	80	100
3/8"	9.525	8.0	76.0	70	90
1/4"	6.350	14.0	62.0		
N° 4	4.760	2.0	60.0	50	70
N° 6	3.360	10.0	50.0		
N° 8	2.380	4.0	46.0	35	50
N° 10	2.000	3.0	43.0		
N° 16	1.190	8.0	35.0		
N° 20	0.840	6.0	29.0		
N° 30	0.590	5.0	24.0	18	29
N° 40	0.426	4.0	20.0		
N° 50	0.297	4.0	16.0	13	23
N° 80	0.177	-	16.0		
N° 100	0.149	4.0	12.0	8	16
N° 200	0.074	4.0	8.0	4	10
-N° 200	ASTM C 117-04	8.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) "Piedra chancada"	= 42%
(2) "Arena natural"	= 57%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 01%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 40%
- AGREGADO FINO	= 60%
OBSERVACIONES:	
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO	
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.	

CURVA GRANULOMÉTRICA



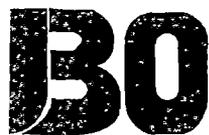
Referencias:

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Junio del 2009
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Juan Sergio Sanchez Guando
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



JBO Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 348-9494 / 348-6919
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 429-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 429-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 429-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 429-2009-JBO UBICACIÓN : Apurímac
FECHA RECEPCIÓN : 25 de Mayo del 2009 FECHA DE INICIO : 25 de Mayo del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)	LIGANTE BITUMINOSO
CANTERA : PACHACHACA	TIPO DE ASFALTO : Sólido
Piedra chancada : 42 %	CLASIFICACIÓN : PEN 85/100
Arena natural : 57 %	ORIGEN : Petro Perú
Filler (Cal hidratada) : 1 %	REFINERÍA : Conchán
T. Máximo : 3/4 pulg	ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 5.4 %
	TEMP. DE MEZCLA (°C) : 145.0

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

IDENTIFICACIÓN : Bitucote
DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del Asfalto

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES	75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)	5.1	5.4	5.7
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)	2.372	2.386	2.395
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)	1877	1836	1766
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)	15.0	15.6	16.1
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)	5.0	4.0	3.2
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)	16.7	16.4	16.2
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)	70.0	75.6	80.1
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)	0.3		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)	2238	2109	1959
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)	145.0		

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 85/100 proporcionado por el Solicitante.
- El aditivo mejorador de adherencia fue proporcionado por JBO Ingenieros SAC.

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 04 de Junio del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SÁNCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N°642-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N°642-2009-JBO
DIRECCIÓN :

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 642-2009-JBO UBICACIÓN : Ancash
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : 01 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cántera El Mirador, km 88 + 780 PRESENTACIÓN : 5 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 140 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	"Piedra Chancada"		"Arena Natural"		"Arena de Piedra"		Filler (Cal hidratada)		RET. (%)	PASA (%)
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)		
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	26	74								
3/8"	9.525	30	44								
1/4"	6.350	25	19								
N° 4	4.760	19	-		100		100				
N° 6	3.360	-	-	3	97	26	74				
N° 8	2.380	-	-	3	94	11	63				
N° 10	2.000	-	-	3	91	5	58				
N° 16	1.190	-	-	18	73	14	44				
N° 20	0.840	-	-	8	65	6	38				
N° 30	0.590	-	-	12	53	5	33				
N° 40	0.426	-	-	9	44	5	28				
N° 50	0.297	-	-	13	31	4	24				
N° 80	0.177	-	-	18	13	6	18				
N° 100	0.149	-	-	4	9	2	16			100	
N° 200	0.074	-	-	6	3	6	10	1	99		
-200	-	-	-	3	-	10	-	99	-		

Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75- μ m (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 08 de Agosto del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Req. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N°642-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N°642-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 642-2009-JBO UBICACIÓN : Ancash
 FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : 01 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

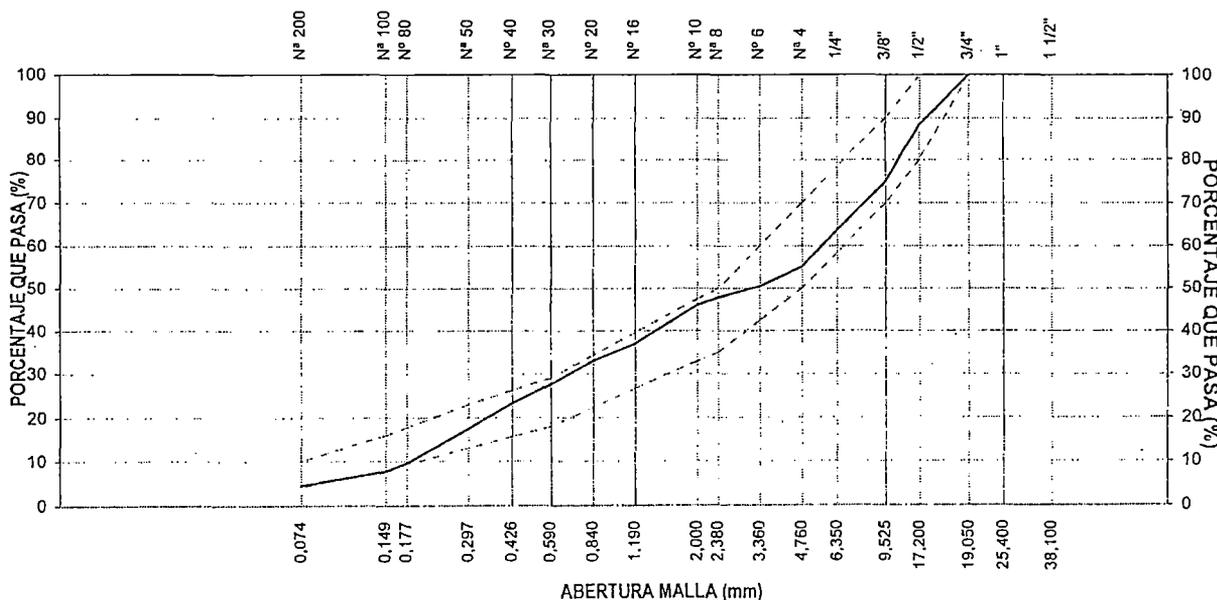
IDENTIFICACIÓN : Cantera El Mirador, km 88 + 780 PRESENTACIÓN : 5 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 140 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	11.7	88.3	80	100
3/8"	9.525	13.5	74.8	70	90
1/4"	6.350	11.2	63.6		
N° 4	4.760	8.6	55.0	50	70
N° 6	3.360	4.6	50.4		
N° 8	2.380	2.6	47.8	35	50
N° 10	2.000	1.9	45.9		
N° 16	1.190	9.0	36.9		
N° 20	0.840	4.0	32.9		
N° 30	0.590	5.4	27.5	18	29
N° 40	0.426	4.3	23.2		
N° 50	0.297	5.7	17.5	13	23
N° 80	0.177	8.0	9.5		
N° 100	0.149	1.8	7.7	8	16
N° 200	0.074	3.2	4.5	4	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	4.5	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) "Piedra Chancada"	= 45%
(2) "Arena Natural"	= 40%
(3) "Arena de Piedra"	= 13%
(4) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 45%
- AGREGADO FINO	= 55%

OBSERVACIONES :
 - Huso granulométrico IV-B del Instituto del Asfalto.
 - Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
 - La piedra ha sido chancada en laboratorio por el personal técnico de JBO ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 08 de Agosto del 2009

Juan Sergio Sanchez Guando
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 642-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 642-2009-JBO

DIRECCIÓN :

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 642-2009-JBO UBICACIÓN : Ancash

FECHA RECEPCIÓN : 01 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : 01 de Agosto del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)	LIGANTE BITUMINOSO
CANTERA : Cantera, El Mirador km 88 + 780	TIPO DE ASFALTO : Sólido
"Piedra Chancada" : 45 %	CLASIFICACIÓN : PEN 60/70
"Arena Natural" : 40 %	ORIGEN : Petro Perú
"Arena de Piedra" : 13 %	REFINERÍA : Conchán
Filler (Cal hidratada) : 2 %	ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 5.9 %
T. Máximo : 3/4 pulg	TEMP. DE MEZCLA (°C) : 145.0
	ADITIVO : Bitucole (0,5% en peso del asfalto)

CARACTERÍSTICAS MARSHALL			
N° DE GOLPES	75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)	5.6	5.9	6.2
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)	2.335	2.344	2.353
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)	1649	1673	1694
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)	14.4	15.0	15.8
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)	4.9	4.0	3.1
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)	17.3	17.0	16.7
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)	72.3	76.4	81.2
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)	0.2		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)	2039	1989	1920
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)	145.0		

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 60/70 proporcionado por JBO ingenieros S.A.C.
- La Piedra ha sido chancada en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros SAC.
- El Diseño cumple para un tráfico mediano.

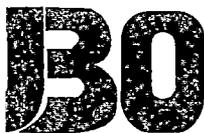
Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
- ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
- ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
- ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 08 de Agosto del 2009
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 937-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 937-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 461-2009-JBO UBICACIÓN : Ica
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 06 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 27 de Octubre del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Gamero PRESENTACIÓN : 3 Saco de polipropileno
CANTIDAD : 150 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra		Arena natural		Filler (Cal hidratada)					
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050			100							
1/2"	12.700	24	76								
3/8"	9.525	27	49								
1/4"	6.350	43	6		100						
N° 4	4.760	6	-	9	91						
N° 6	3.360	-	-	14	77						
N° 8	2.380	-	-	8	69						
N° 10	2.000	-	-	5	64						
N° 16	1.190	-	-	13	51						
N° 20	0.840	-	-	5	46						
N° 30	0.590	-	-	6	40						
N° 40	0.426	-	-	4	36						
N° 50	0.297	-	-	4	32						
N° 80	0.177	-	-	9	23						
N° 100	0.149	-	-	5	18						
N° 200	0.074	-	-	13	5	-	100				
-200	-	-	-	5	-	100	-				

Referencias :

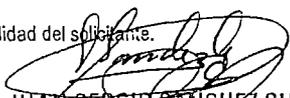
- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75- μ m (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 28 de Noviembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 937-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 937-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 461-2009-JBO UBICACIÓN : Ica
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 06 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 27 de Octubre del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

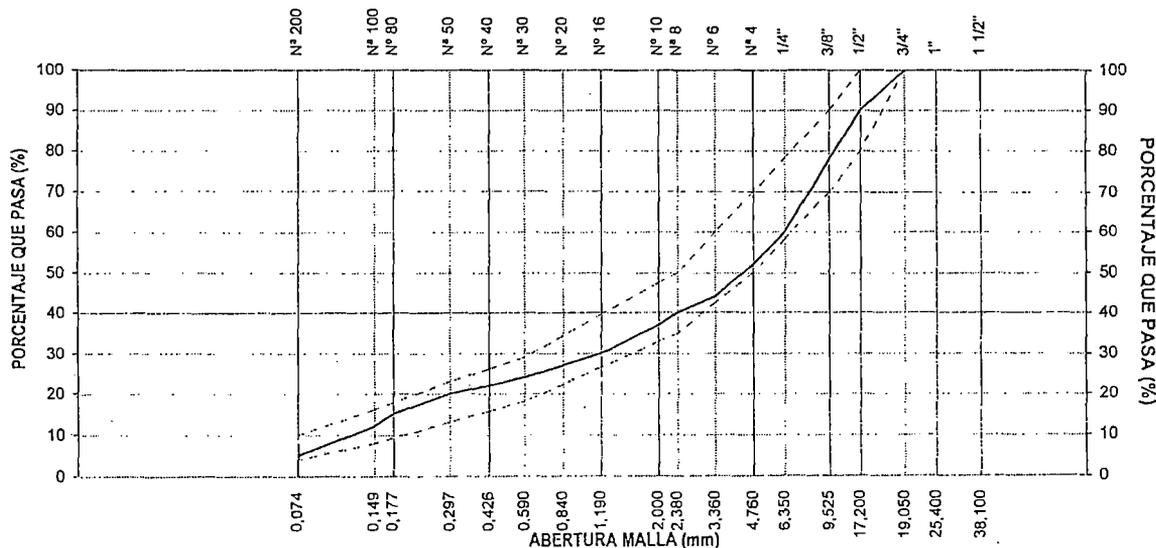
IDENTIFICACIÓN : Cantera Gamero PRESENTACIÓN : 3 Saco de polipropileno
CANTIDAD : 150 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	10.0	90.0	80	100
3/8"	9.525	12.0	78.0	70	90
1/4"	6.350	18.0	60.0		
N° 4	4.760	8.0	52.0	50	70
N° 6	3.360	8.0	44.0		
N° 8	2.380	4.0	40.0	35	50
N° 10	2.000	3.0	37.0		
N° 16	1.190	7.0	30.0		
N° 20	0.840	3.0	27.0		
N° 30	0.590	3.0	24.0	18	29
N° 40	0.426	2.0	22.0		
N° 50	0.297	2.0	20.0	13	23
N° 80	0.177	5.0	15.0		
N° 100	0.149	3.0	12.0	8	16
N° 200	0.074	7.0	5.0	4	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	5.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra	= 43%
(2) Arena natural	= 55%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 48%
- AGREGADO FINO	= 52%

OBSERVACIONES :
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 28 de Noviembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



JBO Ingenieros S.A.C.
 Calle Valladolid 149
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
 Lima, Perú
 Teléfono: 348-9494 / 348-6919
 E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 937-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 937-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 937-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 937-2009-JBO UBICACIÓN : Ica
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 06 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 06 de Noviembre del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

CANTERA : Cantera Gamero
 Piedra natural : 43 %
 Arena natural : 55 %
 Filler (Cal hidratada) : 2 %
 T. Máximo : 3/4 pulg

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Diluido.
 CLASIFICACIÓN : RC - 250
 ORIGEN : Petro Perú
 REFINERÍA : Conchán
 ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 5.3 %
 TEMP. DE MEZCLA : 75.0
 ADITIVO : Bitucote (0,5% en peso del asfalto)

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

IDENTIFICACIÓN : Bitucote
 DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del Asfalto

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		5.1	5.3	5.5
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.351	2.351	2.349
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		971	930	878
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		16.3	17.1	17.7
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		4.3	4.0	3.8
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		16.2	16.3	16.5
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		73.2	75.6	77.4
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)		0.1		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		1066	974	885
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)		145.0		

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia "Bitucote" (0.5% en peso del asfalto)

Referencias :

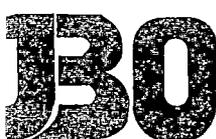
- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
 ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
 ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
 ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 28 de Noviembre del 2009
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 956-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 956-2009-JBO
DIRECCIÓN : Sayán.
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 956-2009-JBO UBICACIÓN : Sayán
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 12 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 12 de Noviembre del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Rio Huaura km 39+550" PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 80 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra		Arena natural		Filler (Cal hidratada)					
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050			100							
1/2"	12.700	25	75								
3/8"	9.525	27	48								
1/4"	6.350	25	23								
N° 4	4.760	23	-		100						
N° 6	3.360	-	-	15	85						
N° 8	2.380	-	-	7	78						
N° 10	2.000	-	-	5	73						
N° 16	1.190	-	-	11	62						
N° 20	0.840	-	-	8	54						
N° 30	0.590	-	-	11	43						
N° 40	0.426	-	-	13	30						
N° 50	0.297	-	-	9	21						
N° 80	0.177	-	-	8	13						
N° 100	0.149	-	-	2	11						
N° 200	0.074	-	-	4	7	-	100				
-200	-	-	-	7	-	100	-				

Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75- μ m (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 23 de Noviembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del signatario.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 956-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 956-2009-JBO
 DIRECCIÓN : Sayán.
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 956-2009-JBO UBICACIÓN : Sayán
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 12 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 12 de Noviembre del 2009

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
 ASTM C 136-05**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

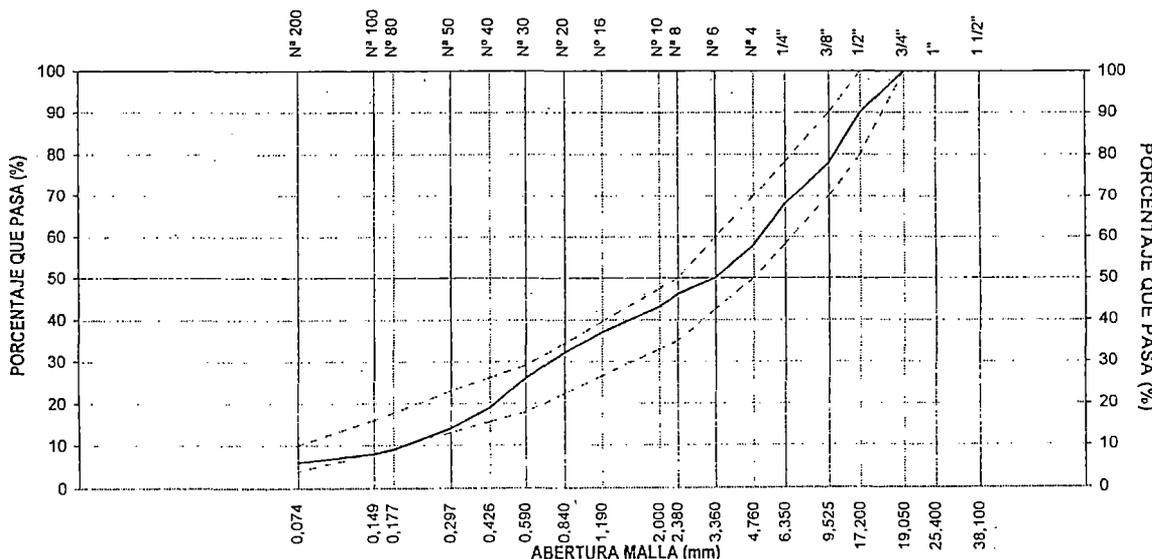
IDENTIFICACIÓN : *Cantera Rio Huaura km 39+550* PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 80 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	10.0	90.0	80	100
3/8"	9.525	12.0	78.0	70	90
1/4"	6.350	10.0	68.0		
N° 4	4.760	10.0	58.0	50	70
N° 6	3.360	8.0	50.0		
N° 8	2.380	4.0	46.0	35	50
N° 10	2.000	3.0	43.0		
N° 16	1.190	6.0	37.0		
N° 20	0.840	5.0	32.0		
N° 30	0.590	6.0	26.0	18	29
N° 40	0.426	7.0	19.0		
N° 50	0.297	5.0	14.0	13	23
N° 80	0.177	5.0	9.0		
N° 100	0.149	1.0	8.0	8	16
N° 200	0.074	2.0	6.0	4	10
N° 200	ASTM C 117 - 04	6.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra	= 42%
(2) Arena natural -	= 56%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 42%
- AGREGADO FINO	= 58%

OBSERVACIONES :
 - Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO (Huso Ivb)
 - Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
 - La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 23 de Noviembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Juan Sergio Sanchez Guando
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 956-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 956-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 956-2009-JBO UBICACIÓN : Sayán
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 12 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 12 de Noviembre del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

CANTERA : "Cantera Rio Huaura km 39+550"
 Piedra chancada : 42 %
 Arena natural : 56 %
 Filler (Cal hidratada) : 2 %
 T. Máximo : 3/4.pulg

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Sólido
 CLASIFICACIÓN : PEN 60/70
 ORIGEN : Petro Perú
 REFINERÍA : Conchán
 ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 5.8 %
 TEMP. DE MEZCLA : 145 °C
 ADITIVO : Bitucote (0,5% en peso del asfalto)

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

IDENTIFICACIÓN : Bitucote
 DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del Asfalto

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

		75		
N° DE GOLPES				
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		5.6	5.8	6.0
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.352	2.359	2.366
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		1488	1454	1413
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		12.1	12.4	12.8
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		4.6	4.0	3.5
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		17.4	17.2	17.0
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		73.7	76.9	79.8
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)		0.1		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		2196	2094	1978
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)		145.0		

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra ha sido chancada en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia "Bitucote" (0.5% en peso del asfalto).
- La piedra ha sido chancada en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencias:

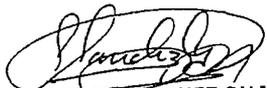
- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
 ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
 ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
 ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc. D.C.O.

Rev. R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 23 de Noviembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO
 DIRECCIÓN : CHIMBOTE
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 956-2009-JBO UBICACIÓN : Chimbote
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 18 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 12 de Noviembre del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA # 1 KM. 411+500 (PAN. NORTE) PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 75 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra natural		Arena natural		Filler (Cal hidratada)					
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	24	76								
3/8"	9.525	20	56								
1/4"	6.350	36	20								
N° 4	4.760	20	-		100						
N° 6	3.360	-	-	15	85						
N° 8	2.380	-	-	10	75						
N° 10	2.000	-	-	6	69						
N° 16	1.190	-	-	14	55						
N° 20	0.840	-	-	7	48						
N° 30	0.590	-	-	6	42						
N° 40	0.426	-	-	5	37						
N° 50	0.297	-	-	5	32						
N° 80	0.177	-	-	8	24						
N° 100	0.149	-	-	5	19						
N° 200	0.074	-	-	11	8	-	100				
-200	-	-	-	8	-	100	-				

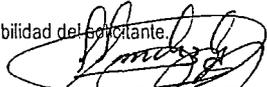
Referencias :

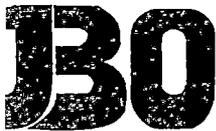
- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión :

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO
 DIRECCIÓN : CHIMBOTE
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 956-2009-JBO UBICACIÓN : Chimbote
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 18 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 12 de Noviembre del 2009

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
 ASTM C 136-05**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

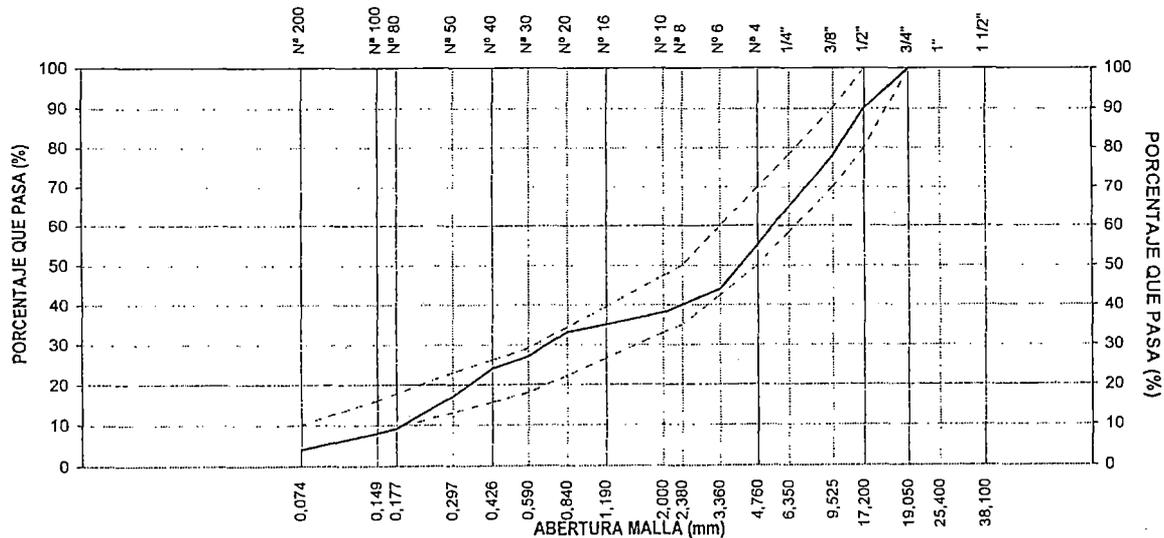
IDENTIFICACIÓN : CANTERA RIO SANTA KM. 448+930 (PAN. NORTE) PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 85 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	10.0	90.0	80	100
3/8"	9.525	12.0	78.0	70	90
1/4"	6.350	13.0	65.0		
N° 4	4.760	10.0	55.0	50	70
N° 6	3.360	11.0	44.0		
N° 8	2.380	4.0	40.0	35	50
N° 10	2.000	2.0	38.0		
N° 16	1.190	3.0	35.0		
N° 20	0.840	2.0	33.0		
N° 30	0.590	6.0	27.0	18	29
N° 40	0.426	3.0	24.0		
N° 50	0.297	7.0	17.0	13	23
N° 80	0.177	8.0	9.0		
N° 100	0.149	1.0	8.0	8	16
N° 200	0.074	4.0	4.0	4	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	4.0			

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra	= 45%
(2) M - 1	= 28%
(3) M - 2	= 25%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 45%
- AGREGADO FINO	= 55%

OBSERVACIONES :
 - Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO (Huso IV-B)
 - Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
 - La muestra "M-1" hace referencia a la arena natural pasante la malla N°4 y retenida en la malla N° 30.
 - La muestra "M-2" hace referencia a la arena natural pasante la malla N° 30.
 - La piedra ha sido chancada y tamizada através de la malla 3/4" en Laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión :

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Juan Sergio Sanchez Guando
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 5978



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 974-2009-JBO UBICACIÓN : Chimbote
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 18 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 18 de Noviembre del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)		LIGANTE BITUMINOSO	
CANTERA	: CANTERA RIO SANTA KM. 448+930 (PAN. NORTE)	TIPO DE ASFALTO	: Sólido
Piedra chancada.	: 45 %	CLASIFICACIÓN	: PEN 60/70
M - 1	: 28 %	ORIGEN	: Petro Perú
M - 2	: 25 %	REFINERÍA	: Conchán
Filler (Cal hidratada)	: 2 %	ÓPTIMO CONT. ASFALTO	: 0.0 %
T. Máximo	: 3/4 pulg	TEMP. DE MEZCLA	: 145 °C
ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA		ADITIVO	: Bitucote (0,5% en peso del asfalto)
IDENTIFICACIÓN	: Bitucote		
DOSIFICACIÓN	: 0.5 % en peso del Asfalto		

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

		75		
N° DE GOLPES				
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		5.3	5.5	5.7
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.363	2.370	2.376
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		1715	1873	1985
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		14.3	14.6	14.9
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		4.6	4.0	3.5
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		16.8	16.6	16.5
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		72.8	76.4	78.8
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)			0.1	
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		2142	2289	2381
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)			145.0	

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra ha sido chancada en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- La muestra "M-1" hace referencia a la arena natural pasante la malla N°4 y retenida en la malla N° 30.
- La muestra "M-2" hace referencia a la arena natural pasante la malla N° 30.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia "Bitucote" (0.5% en peso del asfalto).

Referencias :

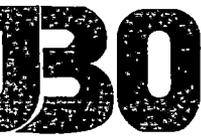
- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 27 de Noviembre del 2009
El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59784



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO
 DIRECCIÓN : CHIMBOTE
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 956-2009-JBO UBICACIÓN : Chimbote
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 18 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 12 de Noviembre del 2009

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
 ASTM C 136-05**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA.

IDENTIFICACIÓN : CANTERA RIO SANTA KM. 448+930 (PAN. NORTE) PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 85 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra		M - 1		M - 2		Filler (Cal hidratada)		RET. (%)	PASA (%)
		RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)		
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	22	78								
3/8"	9.525	27	51								
1/4"	6.350	28	23								
N° 4	4.760	23	-		100						
N° 6	3.360	-	-	40	60						
N° 8	2.380	-	-	13	47						
N° 10	2.000	-	-	7	40						
N° 16	1.190	-	-	13	27						
N° 20	0.840	-	-	7	20						
N° 30	0.590	-	-	20	-		100				
N° 40	0.426	-	-	-	-	11	89				
N° 50	0.297	-	-	-	-	28	61				
N° 80	0.177	-	-	-	-	32	29				
N° 100	0.149	-	-	-	-	6	23				
N° 200	0.074	-	-	-	-	15	8	-	100		
-200	-	-	-	-	-	8	-	100	-		

Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión :

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO
DIRECCIÓN : CHIMBOTE
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 956-2009-JBO UBICACIÓN : Chimbote
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 18 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 12 de Noviembre del 2009

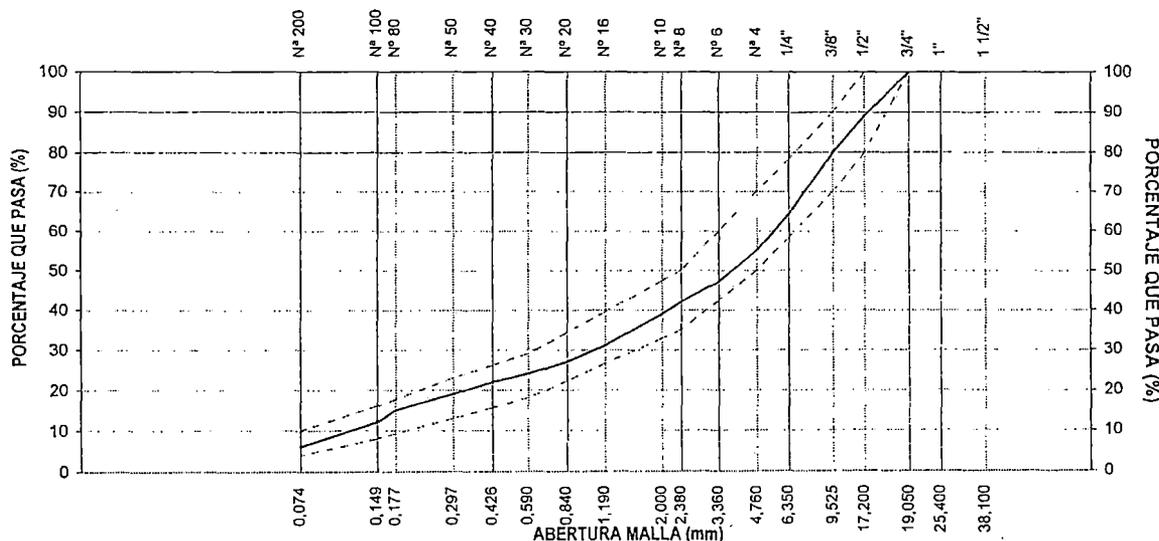
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA # 1 KM. 411+500 (PAN. NORTE) PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 75 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				RESUMEN DE ENSAYO	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b	PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
1 1/2"	38.100					(1) Piedra natural = 45%	
1"	25.400					(2) Arena natural = 53%	
3/4"	19.050		100.0	100		(3) Filler (Cal hidratada) = 02%	
1/2"	12.700	11.0	89.0	80	-	PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
3/8"	9.525	9.0	80.0	70	-	- AGREGADO GRUESO = 45%	
1/4"	6.350	16.0	64.0			- AGREGADO FINO = 55%	
N° 4	4.760	9.0	55.0	50	-	OBSERVACIONES :	
N° 6	3.360	8.0	47.0			- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO (Huso Ivb)	
N° 8	2.380	5.0	42.0	35	-	- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.	
N° 10	2.000	3.0	39.0			- La piedra chancada ha sido lamizada através de la malla 3/4" en el Laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.	
N° 16	1.190	8.0	31.0				
N° 20	0.840	4.0	27.0				
N° 30	0.590	3.0	24.0	18	-		
N° 40	0.426	2.0	22.0				
N° 50	0.297	3.0	19.0	13	-		
N° 60	0.177	4.0	15.0				
N° 80	0.149	3.0	12.0	8	-		
N° 100	0.074	6.0	6.0	4	-		
N° 200	ASTM C 117 - 04	6.0	-				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

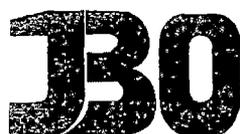
Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión :

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Juan Sergio Sanchez Guando
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



JBO Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 348-9494 / 348-6919
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 974-2009-JBO UBICACIÓN : Chimbote
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 18 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 18 de Noviembre del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)		LIGANTE BITUMINOSO	
CANTERA	: "Cantera Rio Huarua km 39+550"	TIPO DE ASFALTO	: Sólido
Piedra natural	: 45 %	CLASIFICACIÓN	: PEN 60/70
Arena natural	: 53 %	ORIGEN	: Petro Perú
Filler (Cal hidratada)	: 2 %	REFINERÍA	: Conchán
T. Máximo	: 3/4 pulg	ÓPTIMO CONT. ASFALTO	: 0.0 %
		TEMP. DE MEZCLA	: 145 °C
ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA		ADITIVO	: Bitucote (0,5% en peso del asfalto)
IDENTIFICACIÓN	: Bitucote		
DOSIFICACIÓN	: 0.5 % en peso del Asfalto		

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		5.6	5.8	6.0
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.481	2.485	2.492
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		1948	1980	2010
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		14.3	14.7	15.2
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		4.5	4.0	3.5
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		17.9	17.8	17.5
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		74.8	76.9	80.2
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)			0.1	
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		2436	2410	2368
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)			145.0	

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia "Bitucote" (0.5% en peso del asfalto)

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 27 de Noviembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1023-2009-JBO UBICACIÓN : Arequipa
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 04 de Diciembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 04 de Diciembre del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Río Camana PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 115 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Cantera Río Camana (Piedra)		Cantera Río Camana (Arena)		Cantera Río Camana (Arena de piedra chancada)		Filler (Cal hidratada)		RET. (%)	PASA (%)
		RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)		
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	20	80								
3/8"	9.525	27	53								
1/4"	6.350	30	23								
N° 4	4.760	23	-				100				
N° 6	3.360					22	78				
N° 8	2.380					11	67				
N° 10	2.000					7	60				
N° 16	1.190					14	46				
N° 20	0.840					6	40				
N° 30	0.590				100	6	34				
N° 40	0.426			2	98	6	28				
N° 50	0.297			25	73	5	23				
N° 80	0.177			51	22	6	17				
N° 100	0.149			6	16	2	15				
N° 200	0.074			10	6	5	10	-	100		
-200	-			6	-	10	-	100	-		

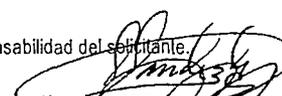
Referencias :

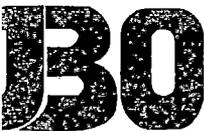
- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 16 de Diciembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 5978¹



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1023-2009-JBO UBICACIÓN : Arequipa
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 04 de Diciembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 04 de Diciembre del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Peña Beyato PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 105 kg aprox.

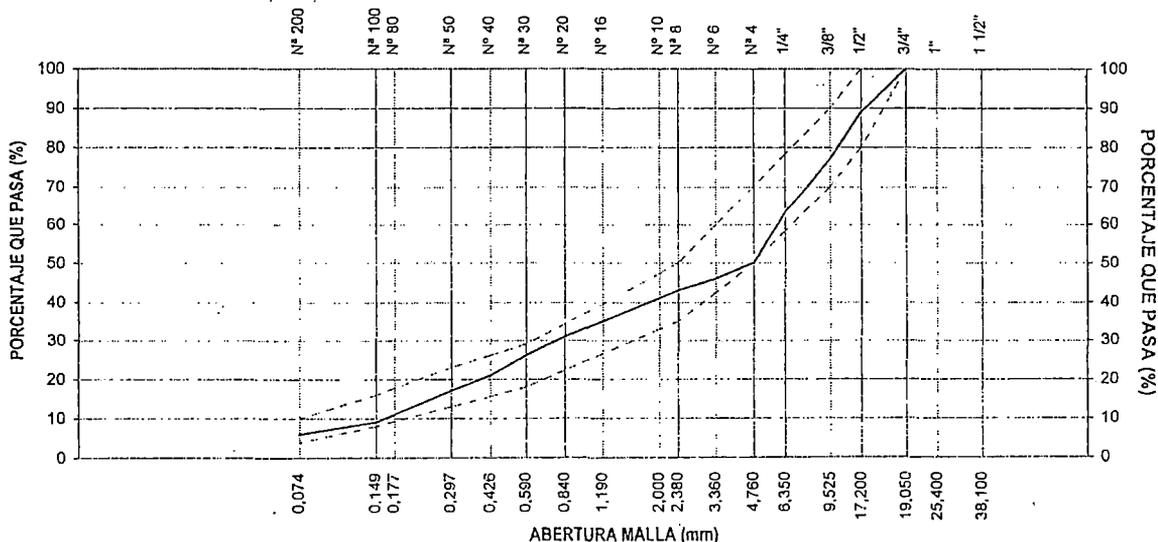
MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100,0	100	
1/2"	12.700	11,0	89,0	80	100
3/8"	9.525	12,0	77,0	70	90
1/4"	6.350	14,0	63,0		
N° 4	4.760	13,0	50,0	50	70
N° 6	3.360	4,0	46,0		
N° 8	2.380	3,0	43,0	35	50
N° 10	2.000	2,0	41,0		
N° 16	1.190	6,0	35,0		
N° 20	0.840	4,0	31,0		
N° 30	0.590	5,0	26,0	18	29
N° 40	0.426	5,0	21,0		
N° 50	0.297	4,0	17,0	13	23
N° 80	0.177	6,0	11,0		
N° 100	0.149	2,0	9,0	8	16
N° 200	0.074	3,0	6,0	4	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	6,0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Cantera Peña Beyato (Piedra)	= 50%
(2) Cantera Peña Beyato (Arena Lavada)	= 35%
(3) Cantera Peña Beyato (Arena de piedra chancada)	= 15%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 50%
- AGREGADO FINO	= 50%

OBSERVACIONES :

- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO (Huso IV-B)
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra ha sido chancada manualmente y tamizada a través de la malla 3/4" en Laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- La arena chancada ha sido elaborada manualmente en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- La arena natural ha sido lavada (dos veces), en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

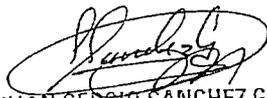
- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 15 de Diciembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1023-2009-JBO UBICACIÓN : Arequipa
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 04 de Diciembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 04 de Diciembre del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

CANTERA : "Cantera Peña Beyato"
Piedra chancada : 50 %
Arena Lavada : 35 %
Arena de piedra chancada : 15 %
T. Máximo : 3/4 pulg

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Sólido
CLASIFICACIÓN : PEN 60/70
ORIGEN : Petro Perú
REFINERÍA : Conchán
ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 5.8 %
TEMP. DE MEZCLA : 145 °C

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

		75		
N° DE GOLPES				
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		5.6	5.8	6.0
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.384	2.392	2.399
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		1869	2026	2199
FLUJO (0.01") (ASTM D-1559)		14.5	15.0	15.7
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		4.6	4.0	3.3
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		17.6	17.4	17.2
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		74.0	77.4	80.4
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)			0.1	
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		2307	2406	2509
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)			145.0	

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- La arena chancada ha sido elaborada manualmente en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- La piedra ha sido chancada manualmente en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- La arena natural ha sido lavada (dos veces) en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- Los materiales (Arena, Piedra y Arena de piedra chancada) pertenecen a la Cantera Peña Beyato.
- Los Pesos específicos (Arena, Piedra) hacen referencia a los emitidos con Expediente N° 1040-2009-JBO el 14/12/2009

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

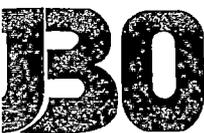
Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 15 de Diciembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO : EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO
DIRECCIÓN
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1023-2009-JBO UBICACIÓN : Arequipa
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 04 de Diciembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 04 de Diciembre del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Rio Camana PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 115 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Cantera Rio Camana (Piedra)		Cantera Rio Camana (Arena)		Cantera Rio Camana (Arena de piedra chancada)		Filler (Cal hidratada)		RET. (%)	PASA (%)
		RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)		
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	20	80								
3/8"	9.525	27	53								
1/4"	6.350	30	23								
N° 4	4.760	23	-				100				
N° 6	3.360					16	84				
N° 8	2.380					13	71				
N° 10	2.000					10	61				
N° 16	1.190					14	47				
N° 20	0.840					11	36				
N° 30	0.590				100	10	26				
N° 40	0.426			2	98	8	18				
N° 50	0.297			25	73	3	15				
N° 80	0.177			51	22	2	13				
N° 100	0.149			6	16	2	11				
N° 200	0.074			10	6	2	9	-	100		
-200	-			6	-	9	-	100	-		

Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 16 de Diciembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1023-2009-JBO UBICACIÓN : Arequipa
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 04 de Diciembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 04 de Diciembre del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

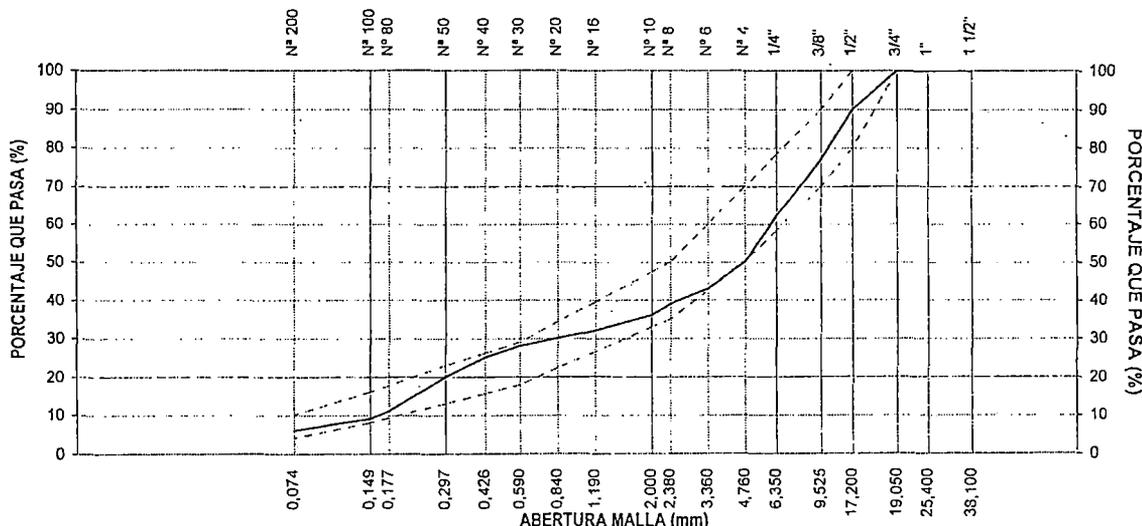
IDENTIFICACIÓN : Cantera Río Camana PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 115 kg. aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0		100
1/2"	12.700	10.0	90.0	80	100
3/8"	9.525	13.0	77.0	70	90
1/4"	6.350	15.0	62.0		
N° 4	4.760	12.0	50.0	50	70
N° 6	3.360	7.0	43.0		
N° 8	2.380	4.0	39.0	35	50
N° 10	2.000	3.0	36.0		
N° 16	1.190	4.0	32.0		
N° 20	0.840	2.0	30.0		
N° 30	0.590	2.0	28.0	18	29
N° 40	0.425	3.0	25.0		
N° 50	0.297	5.0	20.0	13	23
N° 80	0.177	9.0	11.0		
N° 100	0.149	2.0	9.0	8	16
N° 200	0.074	3.0	6.0	4	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	6.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Cantera Río Camana (Piedra)	= 50%
(2) Cantera Río Camana (Arena)	= 14%
(3) Cantera Río Camana (Arena de piedra chancada)	= 34%
(4) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 50%
- AGREGADO FINO	= 50%

OBSERVACIONES:
 - Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO (Huso IV-B)
 - Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
 - La piedra ha sido chancada manualmente y tamizada através de la malla 3/4" en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
 - La arena chancada ha sido elaborada manualmente en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 16 de Diciembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N°1023-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1023-2009-JBO UBICACIÓN : Arequipa
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 04 de Diciembre del 2009. FECHA DE INICIO : Lima, 04 de Diciembre del 2009

**ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE
 MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)**

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)		LIGANTE BITUMINOSO	
CANTERA	: "Cantera Rio Camana"	TIPO DE ASFALTO	: Sólido
Piedra chancada	: 50 %	CLASIFICACIÓN	: PEN 60/70
Arena natural	: 14 %	ORIGEN	: Petro Perú
Arena de piedra chancada	: 34 %	REFINERÍA	: Conchán
Filler (Cal hidratada)	: 2 %	ÓPTIMO CONT. ASFALTO	: 5.9 %
T. Máximo	: 3/4 pulg	TEMP. DE MEZCLA	: 145 °C

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

		75		
N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		5.7	5.9	6.1
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.278	2.284	2.289
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		1295	1370	1424
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		12.2	12.5	13.0
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		5.5	5.0	4.5
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		18.2	18.0	17.9
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		69.9	72.4	74.8
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)		0.1		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		1902	1951	1956
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)		145.0		

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra ha sido chancada manualmente en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- La arena chancada ha sido elaborada manualmente en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- Los materiales (Arena, Piedra y Arena de piedra chancada) pertenecen a la Cantera Río Camana.
- Los Pesos especificos (Arena, Piedra) hacen referencia a los emitidos con Expediente N° 1040-2009-JBO el 14/12/2009

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
- ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
- ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
- ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 16 de Diciembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



JBO Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 348-9494 / 348-6919
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 331-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 331-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 331-2009-JBO
DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 331-2009-JBO UBICACIÓN : Apurímac
FECHA DE RECEPCIÓN : 18 de ABRIL del 2009 FECHA DE INICIO : 18 de ABRIL del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Rio Pachachaca PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 80 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra Natural		Hormigón (mat. Pasante 3/8")		Arena Natural Lavada					
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050			100							
1/2"	12.700	20	80								
3/8"	9.525	23	57		100						
1/4"	6.350	28	29	25	75		100				
N° 4	4.760	7	22	25	50	7	93				
N° 6	3.360	5	17	12	38	15	78				
N° 8	2.380	2	15	5	33	12	66				
N° 10	2.000	1	14	3	30	9	57				
N° 16	1.190	3	11	7	23	21	36				
N° 20	0.840	2	9	4	19	11	25				
N° 30	0.590	1	8	3	16	7	18				
N° 40	0.426	1	7	3	13	7	11				
N° 50	0.297	1	6	2	11	4	7				
N° 80	0.177	1	5	2	9	3	4				
N° 100	0.149	-	5	0	9	-	4				
N° 200	0.074	1	4	1	8	1	3				
-200	-	4	-	8	-	3	-				

Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Mayo del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 331-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 331-2009-JBO
DIRECCIÓN :

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 331-2009-JBO UBICACIÓN : Apurímac
FECHA DE RECEPCIÓN : 18 de ABRIL del 2009 FECHA DE INICIO : 18 de ABRIL del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

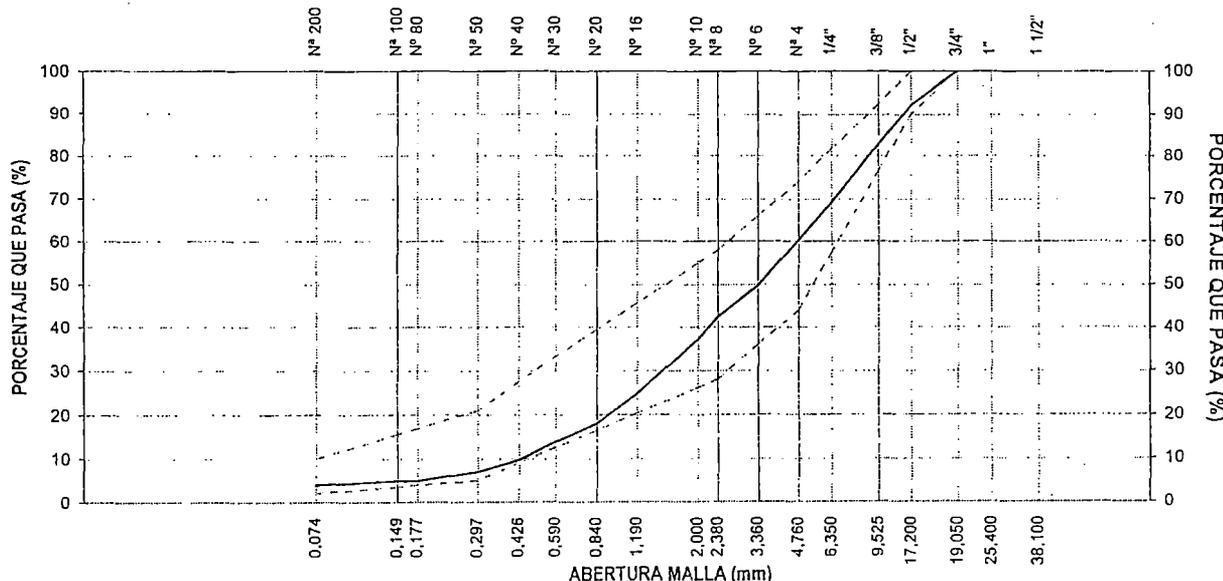
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Río Pachachaca PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 80 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-5	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	8.0	92.0	90	100
3/8"	9.525	9.2	82.8		
1/4"	6.350	13.7	69.1		
N° 4	4.760	8.8	60.3	44	74
N° 6	3.360	10.7	49.6		
N° 8	2.380	7.3	42.3	28	58
N° 10	2.000	5.2	37.1		
N° 16	1.190	12.4	24.7		
N° 20	0.840	6.7	18.0		
N° 30	0.590	4.2	13.8		
N° 40	0.426	4.2	9.6		
N° 50	0.297	2.6	7.0	5	21
N° 80	0.177	2.1	4.9		
N° 100	0.149	-	4.9		
N° 200	0.074	1.0	3.9	2	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	3.9	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra Natural	= 40%
(2) Hormigón (mat. Pasante 3/8")	= 10%
(3) Arena Natural Lavada	= 50%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 40%
- AGREGADO FINO	= 60%
OBSERVACIONES :	
- Huso granulométrico D-5 de las ESPECIFICACIONES ASTM D-3515.	
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Mayo del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 331-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 331-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 331-2009-JBO UBICACIÓN : Apurímac
 FECHA RECEPCIÓN : 18 de Abril del 2009 FECHA DE INICIO : 18 de Abril del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)		LIGANTE BITUMINOSO	
CANTERA	: CANTERA RÍO PACHACHACA	TIPO DE ASFALTO	: Sólido
Piedra Natural	: 40 %	CLASIFICACIÓN	: PEN 120/150
Hormigón (mat. Pasante 3/8")	: 10 %	ORIGEN	: Petro Perú
Arena Natural Lavada	: 50 %	REFINERÍA	: Conchán
T. Máximo	: 3/4 pulg	ÓPTIMO CONT. ASFALTO	: 5.6 %
ADITIVO	: Bitucote (0,5% en peso del asfalto)	TEMP. DE MEZCLA (°C)	: 145.0

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		5.3	5.6	5.9
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.255	2.253	2.251
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		426	446	468
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		18.1	18.8	19.8
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		8.6	8.3	8.0
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		20.5	20.8	20.9
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		58.0	60.1	61.3
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)		0.1		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		420	424	422
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)		145.0		

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 120/150 proporcionado por el Solicitante.
- El aditivo mejorador de adherencia (Bitucote) fue proporcionado por JBO Ingenieros SAC.

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
- ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
- ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
- ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Mayo del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 331-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 331-2009-JBO

DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 331-2009-JBO

UBICACIÓN : Apurímac

FECHA DE RECEPCIÓN : 18 de ABRIL del 2009

FECHA DE INICIO : 18 de ABRIL del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Huaccoto, Cantera Río Pachachaca

PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 80 kg aprox.

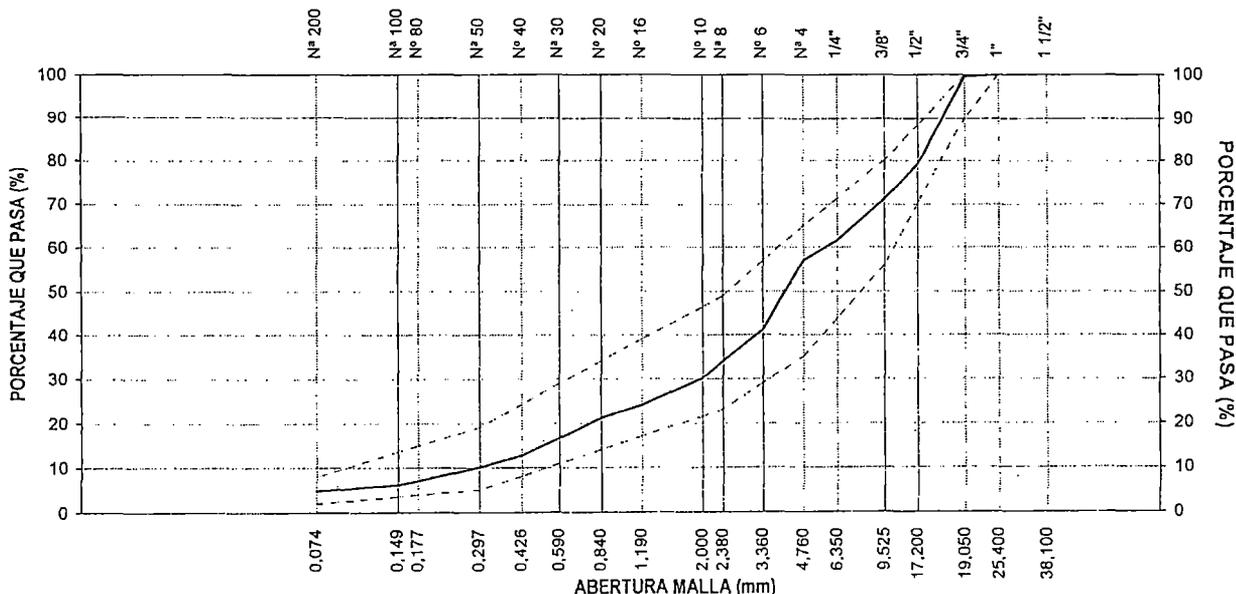
MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-4	
1 1/2"	38.100	-	-	-	-
1"	25.400	-	100.0	100	-
3/4"	19.050	0.5	99.5	90	100
1/2"	12.700	20.5	79.0	-	-
3/8"	9.525	8.0	71.0	56	80
1/4"	6.350	9.5	61.5	-	-
N° 4	4.760	4.5	57.0	35	65
N° 6	3.360	15.9	41.1	-	-
N° 8	2.380	7.2	33.9	23	49
N° 10	2.000	3.9	30.0	-	-
N° 16	1.190	6.0	24.0	-	-
N° 20	0.840	2.9	21.1	-	-
N° 30	0.590	4.6	16.5	-	-
N° 40	0.426	3.8	12.7	-	-
N° 50	0.297	2.6	10.1	5	19
N° 80	0.177	3.1	7.0	-	-
N° 100	0.149	0.9	6.1	-	-
N° 200	0.074	1.3	4.8	2	8
- N° 200	ASTM C 117 - 04	4.8	-	-	-

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra Natural (Cant. Huaccoto)	= 50%
(2) Arena Natural Lavada (Cant. Huaccoto)	= 28%
(3) Arena Lavada (Cant. Río Pachachaca)	= 20%
(4) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 43%
- AGREGADO FINO	= 57%

OBSERVACIONES :

- Especificaciones ASTM D-3515
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
- Las arenas fueron lavadas en Laboratorio.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Mayo del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 5978



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 331-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 331-2009-JBO

DIRECCIÓN :

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 331-2009-JBO UBICACIÓN : Apurímac

FECHA RECEPCIÓN : 18 de Abril del 2009 FECHA DE INICIO : 18 de Abril del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)	LIGANTE BITUMINOSO
CANTERA : HUACOTÓ, PACHACHACA	TIPO DE ASFALTO : Sólido
Piedra Natural (Cant. Huaccoto) : 50 %	CLASIFICACIÓN : PEN 120/150
Arena Natural Lavada (Cant. Huaccoto) : 28 %	ORIGEN : Petro Perú
Arena Lavada (Cant. Río Pachachaca) : 20 %	REFINERÍA : Conchán
Filler (Cal hidratada) : 2 %	ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 5.5 %
T. Máximo : 3/4 pulg	TEMP. DE MEZCLA (°C) : 145.0

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES	75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)	5.2	5.5	5.8
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)	2.366	2.370	2.373
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)	1509	1557	1598
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)	15.6	14.8	14.8
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)	4.7	4.0	3.3
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)	16.3	16.4	16.4
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)	71.1	75.6	79.5
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)	0.3		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)	1727	1881	1923
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)	145.0		

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 120/150 proporcionado por el Solicitante.
- El aditivo mejorador de adherencia fue proporcionado por JBO Ingenieros SAC.
- Las arenas han sido lavadas en Laboratorio.

Referencias :

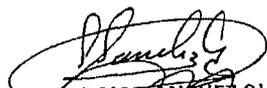
- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
- ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
- ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
- ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Mayo del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SÁNCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 459-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 429-2009-JBO
 DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 429-2009-JBO UBICACIÓN : Ancash
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 05 de Junio del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 05 de Junio del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera de cauce de Río, km 648+295, Lad Der." PRESENTACIÓN : 1 Saco de polipropileno
 CANTIDAD : 80 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	"Piedra chancada"		"Arena natural"		"Arena de piedra chancada"		Filler (Cal hidratada)			
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	19	81								
3/8"	9.525	27	54								
1/4"	6.350	29	25								
N° 4	4.760	25	-		100		100				
N° 6	3.360	-	-	5	95	25	75				
N° 8	2.380	-	-	2	93	9	66				
N° 10	2.000	-	-	1	92	5	61				
N° 16	1.190	-	-	5	87	14	47				
N° 20	0.840	-	-	7	80	7	40				
N° 30	0.590	-	-	17	63	6	34				
N° 40	0.426	-	-	23	40	6	28				
N° 50	0.297	-	-	19	21	5	23				
N° 80	0.177	-	-	10	11	6	17				
N° 100	0.149	-	-	2	9	2	15		100		
N° 200	0.074	-	-	4	5	6	9	-	100		
-200	-	-	-	5	-	9	-	100	-		

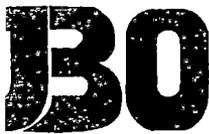
Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 26 de Junio del 2009
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Req. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 459-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 459-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 429-2009-JBO UBICACIÓN : Ancash
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 05 de Junio del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 05 de Junio del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

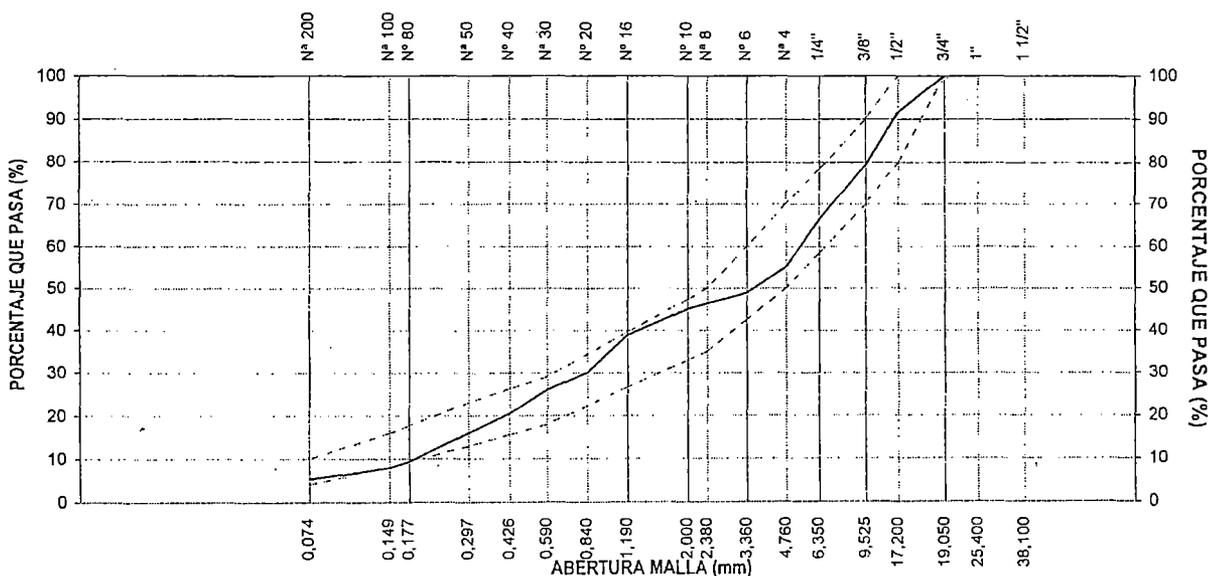
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera de Cauce de Río, km 648+295 , Lad. Der." PRESENTACIÓN : 1 Saco de polipropileno
CANTIDAD : 80 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	9.0	91.5	80	100
3/8"	9.525	12.0	79.3	70	90
1/4"	6.350	13.0	66.3		
N° 4	4.760	11.0	55.0	50	70
N° 6	3.360	6.0	48.8		
N° 8	2.380	3.0	46.3	35	50
N° 10	2.000	1.0	45.0		
N° 16	1.190	6.0	38.8		
N° 20	0.840	9.0	30.0		
N° 30	0.590	4.0	25.9	18	29
N° 40	0.426	5.0	20.5		
N° 50	0.297	5.0	16.0	13	23
N° 80	0.177	7.0	9.3		
N° 100	0.149	1.0	7.9	8	16
N° 200	0.074	3.0	5.2	4	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	5.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) "Piedra"	= 45%
(2) "Arena natural" (1er parcial)	= 25%
(3) "Arena natural" (2do parcial)	= 14%
(4) "Arena natural" (3er parcial)	= 14%
(5) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 45%
- AGREGADO FINO	= 55%
OBSERVACIONES:	
<ul style="list-style-type: none"> - Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO - Muestras tomadas e identificadas por el solicitante. - La granulometría original de la arena presenta una mala gradación, motivo por el cual se optó por fraccionarla en tres muestras diferentes y combinarlas en determinadas proporciones para obtener las mejores características del material. - El fraccionamiento se realizó a través de las mallas N°20, y N°50 	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias:

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

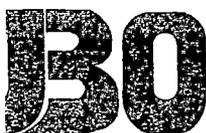
Observaciones:

- Las muestras de arenas identificadas como 1er parcial, 2do parcial y 3er parcial, han sido obtenidas de la muestra identificada como "Arena natural"
- La Piedra ha sido chancada en Laboratorio por el personal técnico de Jbo Ingenieros S.A.

Téc: D.C.O.

Fecha de emisión: Lima, 17 de Junio del 2009

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Calle de Ingenieros N° 59781



JBO Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 348-9494 / 348-6919
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 459-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 459-2008-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 459-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 459-2009-JBO UBICACIÓN : Ancash
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 05 de Junio del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 05 de Junio del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

CANTERA : Cauce de Río km 648+295 L.der.
Piedra : 45 %
Arena natural (1er parcial) : 25 %
Arena natural (2do parcial) : 14 %
Arena natural (3er parcial) : 14 %
Filler (Cal hidratada) : 2 %

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Sólido
CLASIFICACIÓN : PEN 85/100
ORIGEN : Petro Perú
REFINERÍA : Conchán
ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.0 %
TEMP. DE MEZCLA (°C) : 145.0

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

IDENTIFICACION : Bitucote
DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del Asfalto

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

		75		
N° DE GOLPES				
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		5.7	6.0	6.3
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.323	2.326	2.330
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		1765	1788	1728
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		14.5	15.2	15.9
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		4.7	4.0	3.3
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		17.6	17.5	17.3
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		73.3	77.1	80.9
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)			0.1	
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		2180	2106	1943
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)			145.0	

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 85/100 proporcionado por el Solicitante.

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.
Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 17 de Junio del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 460-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 460-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 460-2009-JBO UBICACIÓN : Apurímac
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 05 de Junio del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 05 de Junio del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Rio Alto Mundo" PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 80 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra chancada		Arena natural (1er parcial)		Arena natural (2do parcial)		Filler (Cal hidratada)		RET. (%)	PASA (%)
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)		
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	22	78								
3/8"	9.525	27	51								
1/4"	6.350	26	25								
N° 4	4.760	25	-		100						
N° 6	3.360	-	-	28	72						
N° 8	2.380	-	-	11	61						
N° 10	2.000	-	-	11	50						
N° 16	1.190	-	-	17	33						
N° 20	0.840	-	-	11	22						
N° 30	0.590	-	-	22	-		100				
N° 40	0.426	-	-	-	-	13	87				
N° 50	0.297	-	-	-	-	26	61				
N° 80	0.177	-	-	-	-	38	23				
N° 100	0.149	-	-	-	-	10	13				
N° 200	0.074	-	-	-	-	7	6		100		
-200	-	-	-	-	-	6	-	100	-		

Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

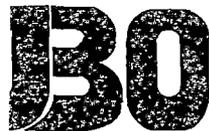
Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Junio del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUAND
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 597



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 460-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 460-2009-JBO
 DIRECCIÓN :

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 460-2009-JBO UBICACIÓN : Apurímac
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 05 de Junio del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 05 de Junio del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

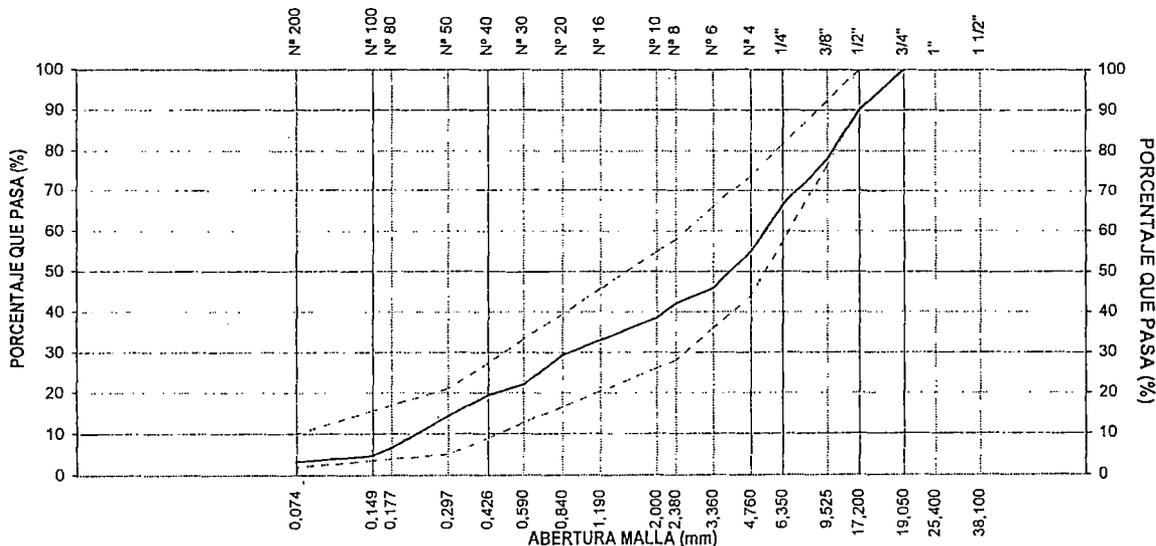
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Río Alto Mundo" PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 80 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-5
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050		100.0	100
1/2"	12.700	10.0	90.1	90 - 100
3/8"	9.525	12.0	78.0	
1/4"	6.350	12.0	66.3	
N° 4	4.760	11.0	55.0	44 - 74
N° 6	3.360	9.0	45.8	
N° 8	2.380	4.0	42.1	28 - 58
N° 10	2.000	4.0	38.5	
N° 16	1.190	6.0	32.9	
N° 20	0.840	4.0	29.3	
N° 30	0.590	7.0	22.0	
N° 40	0.426	3.0	19.4	
N° 50	0.297	5.0	14.2	5 - 21
N° 80	0.177	8.0	6.6	
N° 100	0.149	2.0	4.6	
N° 200	0.074	1.0	3.2	2 - 10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	3.0	-	

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra chancada	= 45%
(2) Arena natural (1er parcial)	= 33%
(3) Arena natural (2do parcial)	= 20%
(4) Filler (Cal hidratada)	= 2%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 45%
- AGREGADO FINO	= 55%
OBSERVACIONES :	
- Especificaciones ASTM D-3515	
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Junio del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

[Signature]
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDU
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 5978



JBO Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 348-9494 / 348-6919
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 460-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 460-2008-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 460-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 460-2009-JBO UBICACIÓN : Ancash
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 05 de Junio del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 05 de Junio del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

CANTERA : "Cantera Río Alto Mundo."
Piedra chancada : 45 %
Arena natural (1er parcial) : 33 %
Arena natural (2do parcial) : 20 %
Filler (Cal hidratada) : 2 %

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Sólido
CLASIFICACIÓN : PEN 60/70
ORIGEN : Petro Perú
REFINERÍA : Conchán
ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 5.8 %
TEMP. DE MEZCLA (°C) : 145.0

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

IDENTIFICACIÓN : Bitucote
DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del Asfalto

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES	75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)	5.6	5.8	6.0
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)	2.347	2.349	2.348
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)	1285	1330	1355
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)	13.8	14.4	15.0
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)	4.3	4.0	3.8
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)	16.9	16.9	17.0
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)	74.3	76.2	77.7
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)	0.2		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)	1669	1655	1619
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)	145.0		

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 60/70 proporcionado por el Solicitante.
- Los agregados gruesos han sido chancados en Laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia "Bitucote" (0.5% en peso del asfalto)

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Junio del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 654-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 654-2009-JBO
DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 654-2009-JBO UBICACIÓN : Ancash
FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : 05 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Yungaypampa PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 90 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	"Piedra Natural"		"Arena Natural"							
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400			100							
3/4"	19.050	2	98								
1/2"	12.700	13	85								
3/8"	9.525	23	62								
1/4"	6.350	38	24								
N° 4	4.760	24	-		100						
N° 6	3.360	-	-	9	91						
N° 8	2.380	-	-	8	83						
N° 10	2.000	-	-	6	77						
N° 16	1.190	-	-	16	61						
N° 20	0.840	-	-	11	50						
N° 30	0.590	-	-	12	38						
N° 40	0.426	-	-	9	29						
N° 50	0.297	-	-	7	22						
N° 80	0.177	-	-	6	16						
N° 100	0.149	-	-	2	14						
N° 200	0.074	-	-	3	11						
-200	-	-	-	11	-						

Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 11 de Agosto del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 654-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 654-2009-JBO

DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 654-2009-JBO UBICACIÓN : Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN : 05 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : 05 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Yungaypampa

PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 90 kg aprox.

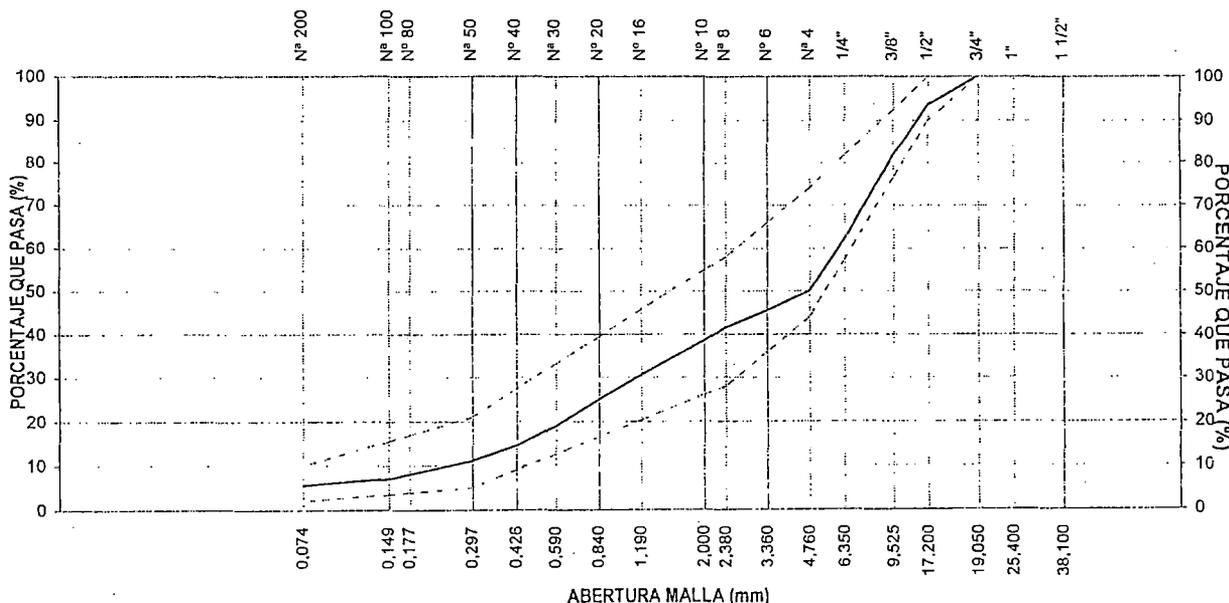
MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-5	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	6.6	93.4	90	100
3/8"	9.525	11.7	81.7		
1/4"	6.350	19.4	62.3		
N° 4	4.760	12.3	50.0	44	74
N° 6	3.360	4.5	45.5		
N° 8	2.380	4.0	41.5	28	58
N° 10	2.000	3.0	38.5		
N° 16	1.190	8.0	30.5		
N° 20	0.840	5.5	25.0		
N° 30	0.590	6.0	19.0		
N° 40	0.426	4.5	14.5		
N° 50	0.297	3.5	11.0	5	21
N° 80	0.177	3.0	8.0		
N° 100	0.149	1.0	7.0		
N° 200	0.074	1.5	5.5	2	10
N° 200	ASTM C 117 - 04	5.5			

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) "Piedra Natural"	= 50%
(2) "Arena Natural"	= 50%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 50%
- AGREGADO FINO	= 50%

OBSERVACIONES :

- Huso granulométrico D-5 de las ESPECIFICACIONES ASTM D-3515.
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 11 de Agosto del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Colegio de Ingenieros N° 5978

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL



JBO Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 348-9494 / 348-6919
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 654-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 654-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 654-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 654-2009-JBO UBICACIÓN : Ancash
FECHA RECEPCIÓN : 05 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : 05 de Agosto del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)		LIGANTE BITUMINOSO	
CANTERA	: Cantera Yungaypampa.	TIPO DE ASFALTO	: Sólido
"Piedra Natural"	: 50 %	CLASIFICACIÓN	: PEN 85/100
"Arena Natural"	: 50 %	ORIGEN	: Petro Perú
T. Máximo	: 1 pulg	REFINERÍA	: Conchán
		ÓPTIMO CONT. ASFALTO	: 6.1 %
		TEMP. DE MEZCLA (°C)	: 145.0
		ADITIVO	: Bitucote (0,5% en peso del asfalto)

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		5.8	6.1	6.4
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.339	2.346	2.350
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		1284	1380	1520
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		15.3	15.7	16.0
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		4.7	4.0	3.3
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		17.0	16.8	16.6
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		72.2	76.3	80.2
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)			0.4	
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		1495	1572	1700
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)			145.0	

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 85/100 proporcionado por el solicitante.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia "Bitucote".

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 11 de Agosto del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
m. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 732-2009-JUBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 732-2009-JUBO
 DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 732-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 28 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 28 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Río Cachi" PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 Dosificación de agregados para el 1er tentativo CANTIDAD : 90 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra chancada		Arena natural		Filler (Cal hidratada)					
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	20	80								
3/8"	9.525	30	50								
1/4"	6.350	28	22								
N° 4	4.760	22	-		100						
N° 6	3.360	-	-	14	86						
N° 8	2.380	-	-	8	78						
N° 10	2.000	-	-	5	73						
N° 16	1.190	-	-	13	60						
N° 20	0.840	-	-	9	51						
N° 30	0.590	-	-	12	39						
N° 40	0.426	-	-	12	27						
N° 50	0.297	-	-	10	17						
N° 80	0.177	-	-	8	9						
N° 100	0.149	-	-	2	7						
N° 200	0.074	-	-	3	4	1	99				
-200	-	-	-	4	-	99	-				

Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 11 de Septiembre del 2009
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 732-2009-JUBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 732-2009-JUBO
 DIRECCIÓN :

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 732-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 28 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 28 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

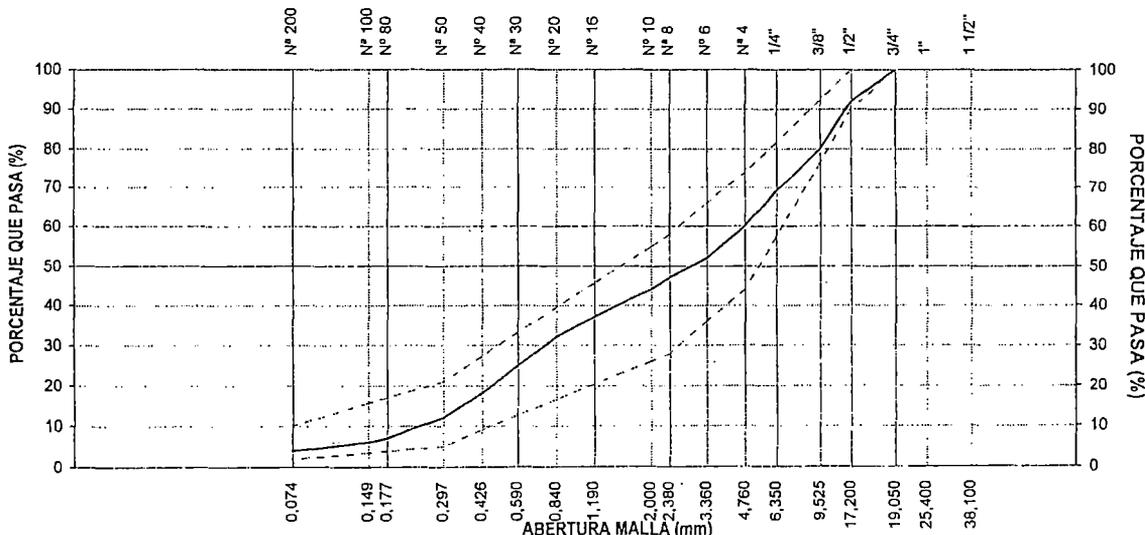
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Rio Cachi" PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 Dosificación de agregados para el 1er tentativo CANTIDAD : 90 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-5
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050		100.0	100
1/2"	12.700	8.0	92.0	90 - 100
3/8"	9.525	12.0	88.0	
1/4"	6.350	11.0	89.0	
N° 4	4.760	9.0	91.0	44 - 74
N° 6	3.360	8.0	92.0	
N° 8	2.380	5.0	95.0	28 - 58
N° 10	2.000	3.0	97.0	
N° 16	1.190	7.0	93.0	
N° 20	0.840	5.0	95.0	
N° 30	0.590	7.0	93.0	
N° 40	0.426	7.0	93.0	
N° 50	0.297	6.0	94.0	5 - 21
N° 80	0.177	5.0	95.0	
N° 100	0.149	1.0	99.0	
N° 200	0.074	2.0	98.0	2 - 10
-N° 200	ASTM C 117-04	4.0	-	

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra chancada	= 40%
(2) Arena natural	= 58%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 40%
- AGREGADO FINO	= 60%
OBSERVACIONES :	
- Dosificación de agregados para 1er Tentativo Marshall.	
- Especificaciones ASTM D-3515	
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.	
- La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio de JBO Ingenieros.	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 11 de Septiembre del 2009
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



JBO Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 348-9494 / 348-6919
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 732-2008-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 732-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 28 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 28 de Agosto del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

CANTERA : "Río Cachi"
Piedra chancada : 40 %
Arena natural : 58 %
Filler (Cal hidratada) : 2.0 %
T.Máx. : 3/4 pulg

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Sólido
CLASIFICACIÓN : PEN 85/100
ORIGEN : Petro Perú
REFINERÍA : Conchán
ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.2 %
TEMP. DE MEZCLA (°C) : 145.0

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

IDENTIFICACIÓN : Bitucote
DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del Asfalto

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		6.0	6.2	6.4
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.244	2.249	2.252
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		1125	1123	1095
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		14.7	15.1	15.7
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		5.4	5.0	4.6
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		17.0	16.8	16.7
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		67.8	70.3	72.0
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)		0.8		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		1371	1325	1243
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)		145.0		

OBSERVACIONES:

- Primer Tentativo Marshall.
- Dosificación de agregados para el 1er tentativo Marshall
- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 85/100 proporcionado por el Solicitante.
- Se ha empleado el aditivo mejorador de adherencia "Bitucote" (0.5% en peso del asfalto)
- La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio de JBO Ingenieros.

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.
Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 11 de Septiembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



JBO Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 348-9494 / 348-6919
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 732-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 28 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 28 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Río Cachi" PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
Dosificación de agregados para el 2do tentativo CANTIDAD : 90 kg aprox.

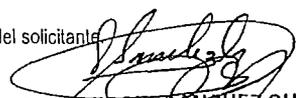
MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra chancada		Arena natural		Filler (Cal hidratada)					
		RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	20	80								
3/8"	9.525	30	50								
1/4"	6.350	28	22								
N° 4	4.760	22	-		100						
N° 6	3.360	-	-	14	86						
N° 8	2.380	-	-	8	78						
N° 10	2.000	-	-	5	73						
N° 16	1.190	-	-	13	60						
N° 20	0.840	-	-	9	51						
N° 30	0.590	-	-	12	39						
N° 40	0.426	-	-	12	27						
N° 50	0.297	-	-	10	17						
N° 80	0.177	-	-	8	9						
N° 100	0.149	-	-	2	7						
N° 200	0.074	-	-	3	4	1	99				
-200	-	-	-	4	-	99	-				

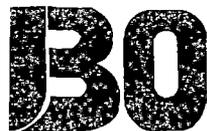
Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 11 de Septiembre del 2009
El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO
 DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 732-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 28 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 28 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

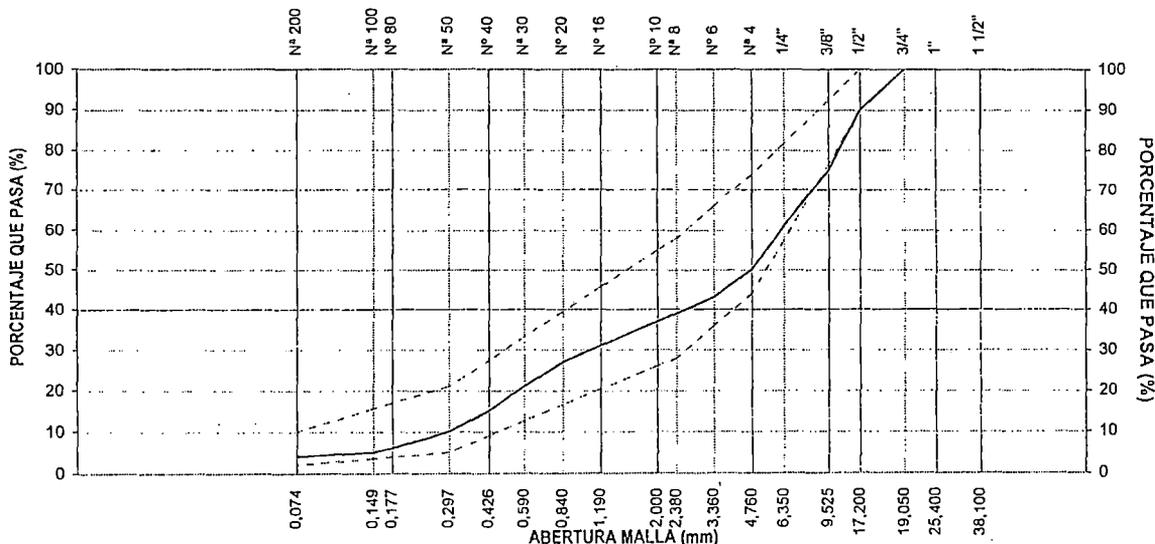
REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Río Cachi" PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 Dosificación de agregados para el 2do tentativo CANTIDAD : 90 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-5	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	10.0	90.0	90	100
3/8"	9.525	15.0	75.0		
1/4"	6.350	14.0	61.0		
N° 4	4.760	11.0	50.0	44	74
N° 6	3.360	7.0	43.0		
N° 8	2.380	4.0	39.0	28	58
N° 10	2.000	2.0	37.0		
N° 16	1.190	6.0	31.0		
N° 20	0.840	4.0	27.0		
N° 30	0.590	6.0	21.0		
N° 40	0.426	6.0	15.0		
N° 50	0.297	5.0	10.0	5	21
N° 80	0.177	4.0	6.0		
N° 100	0.149	1.0	5.0		
N° 200	0.074	1.0	4.0	2	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	4.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra chancada	= 50%
(2) Arena natural	= 48%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 50%
- AGREGADO FINO	= 50%
OBSERVACIONES :	
- Dosificación de agregados para 2do Tentativo Marshall.	
- Especificaciones ASTM D-3515	
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.	
- La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio de JBO Ingenieros.	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 11 de Septiembre del 2009
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 732-2008-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 732-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 28 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 28 de Agosto del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

CANTERA : "Río Cachi"
Piedra chancada : 50 %
Arena natural : 48 %
Filler (Cal hidratada) : 2.0 %
T.Máx. : 3/4 pulg

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Sólido
CLASIFICACIÓN : PEN 85/100
ORIGEN : Petro Perú
REFINERÍA : Conchán
ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.3 %
TEMP. DE MEZCLA (°C) : 145.0

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

IDENTIFICACIÓN : Bitucote
DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del Asfalto

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		6.1	6.3	6.5
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.241	2.242	2.254
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		905	886	857
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		13.9	14.2	14.4
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		5.3	5.0	4.8
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		16.9	16.9	16.9
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		68.4	69.7	71.2
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)		0.8		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		1159	1113	1060
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)		145.0		

OBSERVACIONES:

- Dosificación de agregados para el 2do tentativo Marshall
- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 85/100 proporcionado por el Solicitante.
- Se ha empleado el aditivo mejorador de adherencia "Bitucote" (0.5% en peso del asfalto)
- La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio de JBO Ingenieros.

Referencias:

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 11 de Septiembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 732-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 28 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 28 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Rio Cachi" PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
Dosificación de agregados para el 3er Tentativo CANTIDAD : 90 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra chancada		Arena natural		Filler (Cal hidratada)					
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	20	80								
3/8"	9.525	30	50								
1/4"	6.350	28	22								
N° 4	4.760	22	-		100						
N° 6	3.360	-	-	14	86						
N° 8	2.380	-	-	8	78						
N° 10	2.000	-	-	5	73						
N° 16	1.190	-	-	13	60						
N° 20	0.840	-	-	9	51						
N° 30	0.590	-	-	12	39						
N° 40	0.426	-	-	12	27						
N° 50	0.297	-	-	10	17						
N° 80	0.177	-	-	8	9						
N° 100	0.149	-	-	2	7						
N° 200	0.074	-	-	3	4	1	99				
-200	-	-	-	4	-	99	-				

Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 11 de Septiembre del 2009
El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 5978



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO
 DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 732-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 28 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 28 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Río Cachi"
 Dosificación de agregados para el 3er Tentativo PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 90 kg aprox.

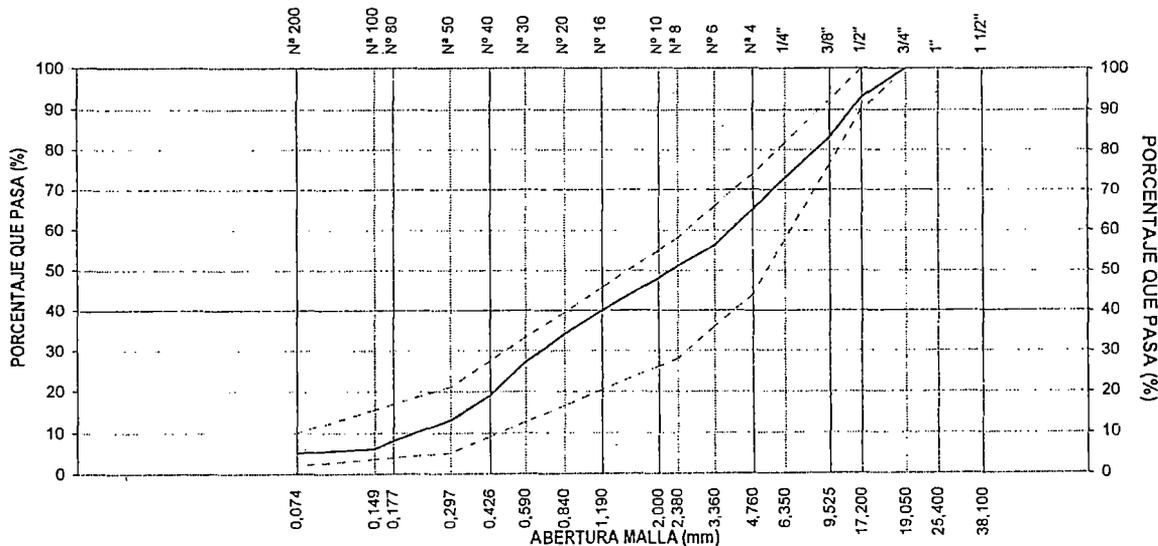
MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-5	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	7.0	93.0	90	100
3/8"	9.525	10.0	83.0		
1/4"	6.350	10.0	73.0		
N° 4	4.760	8.0	65.0	44	74
N° 6	3.360	9.0	56.0		
N° 8	2.380	5.0	51.0	28	58
N° 10	2.000	3.0	48.0		
N° 16	1.190	8.0	40.0		
N° 20	0.840	6.0	34.0		
N° 30	0.590	7.0	27.0		
N° 40	0.426	8.0	19.0		
N° 50	0.297	6.0	13.0	5	21
N° 80	0.177	5.0	8.0		
N° 100	0.149	2.0	6.0		
N° 200	0.074	1.0	5.0	2	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	5.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra chancada	= 35%
(2) Arena natural	= 63%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 35%
- AGREGADO FINO	= 65%

OBSERVACIONES :

- Dosificación de agregados para 2do Tentativo Marshall.
- Especificaciones ASTM D-3515
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio de JBO Ingenieros.

CURVA GRANULOMÉTRICA



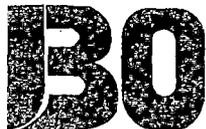
Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 11 de Septiembre del 2009
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 732-2008-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 732-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 28 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 28 de Agosto del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

CANTERA : "Río Cachi"
Piedra chancada : 35 %
Arena natural : 63 %
Filler (Cal hidratada) : 2.0 %
T.Máx. : 3/4 pulg

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Sólido
CLASIFICACIÓN : PEN 85/100
ORIGEN : Petro Perú
REFINERÍA : Conchán
ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 0.0 %
TEMP. DE MEZCLA (°C) : 145.0

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

IDENTIFICACIÓN : Bitucote
DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del Asfalto

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		6.1	6.3	6.5
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.240	2.241	2.242
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		845	812	783
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		13.6	14.4	15.3
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		5.3	5.0	4.7
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		17.2	17.2	17.1
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		69.4	71.0	72.5
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)		0.8		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		1111	1011	915
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)		145.0		

OBSERVACIONES:

- Dosificación de agregados para el 3er Tentativo Marshall.
- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Cemento asfáltico PEN 85/100 proporcionado por el Solicitante.
- Se ha empleado el aditivo mejorador de adherencia "Bitucote" (0.5% en peso del asfalto)
- La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio de JBO Ingenieros.

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 11 de Septiembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Req. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 735-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 29 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 29 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Turubamba" PRESENTACIÓN : 3 Saco de polipropileno
 Dosificación de agregados para el 1er tentativo CANTIDAD : 90 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra chancada		Arena natural		Filler (Cal hidratada)					
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	20	80								
3/8"	9.525	30	50								
1/4"	6.350	28	22								
N° 4	4.760	22	-		100						
N° 6	3.360	-	-	9	91						
N° 8	2.380	-	-	7	84						
N° 10	2.000	-	-	4	80						
N° 16	1.190	-	-	11	69						
N° 20	0.840	-	-	7	62						
N° 30	0.590	-	-	10	52						
N° 40	0.426	-	-	11	41						
N° 50	0.297	-	-	13	28						
N° 80	0.177	-	-	13	15						
N° 100	0.149	-	-	3	12						
N° 200	0.074	-	-	5	7	1	99				
-200	-	-	-	7	-	99	-				

Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 17 de Septiembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO
 DIRECCIÓN : UBICACIÓN : Ayacucho
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 735-2009-JBO FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 29 de Agosto del 2009
 FECHA DE INICIO : Lima, 29 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

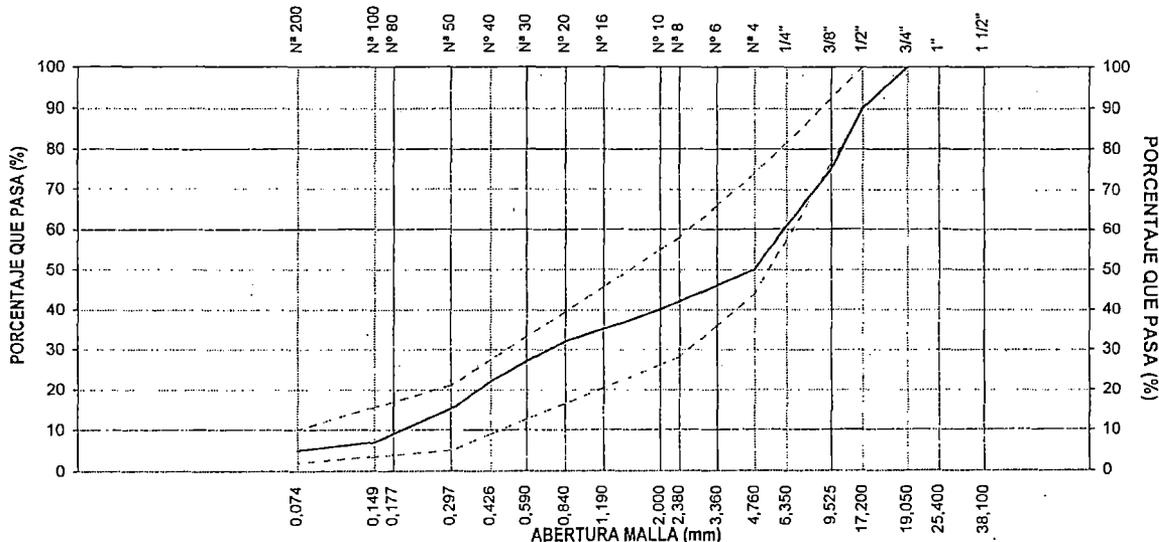
IDENTIFICACIÓN : "Cantera Turubamba" PRESENTACIÓN : 3 Saco de polipropileno
 Dosificación de agregados para el 1er tentativo CANTIDAD : 90 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-5	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	10.0	90.0	90	100
3/8"	9.525	15.0	75.0		
1/4"	6.350	14.0	61.0		
N° 4	4.760	11.0	50.0	44	74
N° 6	3.360	4.0	46.0		
N° 8	2.380	4.0	42.0	28	58
N° 10	2.000	2.0	40.0		
N° 16	1.190	5.0	35.0		
N° 20	0.840	3.0	32.0		
N° 30	0.590	5.0	27.0		
N° 40	0.426	5.0	22.0		
N° 50	0.297	7.0	15.0	5	21
N° 80	0.177	6.0	9.0		
N° 100	0.149	2.0	7.0		
N° 200	0.074	2.0	5.0	2	10
-N° 200	ASTM C 117-04	5.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra chancada	= 50%
(2) Arena natural	= 48%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 50%
- AGREGADO FINO	= 50%

OBSERVACIONES :
 - Especificaciones ASTM D-3515, Huso D-5
 - Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
 - La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 17 de Septiembre del 2009
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Juan Sergio Sanchez Guando
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 735-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 29 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 29 de Agosto del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

CANTERA : "Turubamba"
Piedra chancada : 50 %
Arena natural : 48 %
Filler (Cal hidratada) : 2 %
T. Máximo : 3/4 pulg

LIGANTE BITUMINOSO

TIPO DE ASFALTO : Sólido
CLASIFICACIÓN : PEN 85/100
ORIGEN : Petro Perú
REFINERÍA : Conchán
ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.3 %
TEMP. DE MEZCLA : 145 °C

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

IDENTIFICACIÓN : Bitucote
DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del Asfalto

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		6.1	6.3	6.5
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.317	2.321	2.324
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		1473	1477	1640
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		15.4	15.8	16.6
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		5.4	5.0	4.8
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		17.8	17.6	17.4
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		69.9	71.5	72.0
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)			0.6	
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		1708	1666	1764
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)			145.0	

OBSERVACIONES:

- Primer Tentativo Marshall.
- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia "Bitucote" (0.5% en peso del asfalto)
- El aditivo mejorador de adherencia fue proporcionado por JBO Ingenieros SAC.
- La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencias:

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 15 de Septiembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 735-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 29 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 29 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Turubamba" PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 Dosificación de agregados para el 2do tentativo CANTIDAD : 90 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra chancada		Arena natural		Filler (Cal hidratada)					
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	20	80								
3/8"	9.525	30	50								
1/4"	6.350	28	22								
N° 4	4.760	22	-		100						
N° 6	3.360	-	-	9	91						
N° 8	2.380	-	-	7	84						
N° 10	2.000	-	-	4	80						
N° 16	1.190	-	-	11	69						
N° 20	0.840	-	-	7	62						
N° 30	0.590	-	-	10	52						
N° 40	0.426	-	-	11	41						
N° 50	0.297	-	-	13	28						
N° 80	0.177	-	-	13	15						
N° 100	0.149	-	-	3	12						
N° 200	0.074	-	-	5	7	1	99				
-200	-	-	-	7	-	99	-				

Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
 ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 15 de Septiembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante. 
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDICO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 5978



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 735-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 29 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 29 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

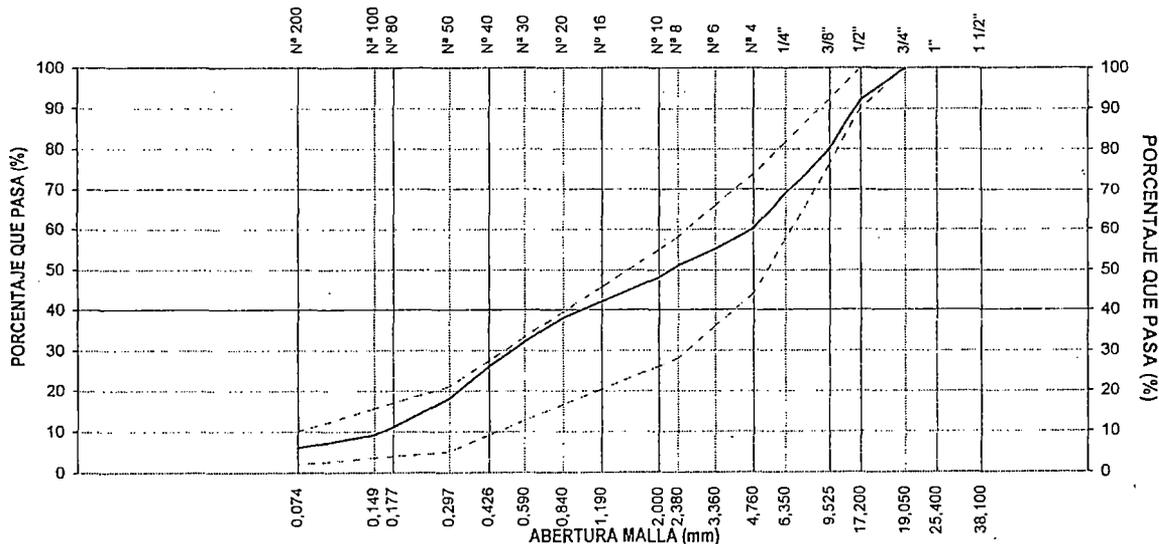
IDENTIFICACIÓN : "Cantera Turubamba" PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 Dosificación de agregados para el 2do tentativo CANTIDAD : 90 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-5	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	8.0	92.0	90	100
3/8"	9.525	12.0	88.0		
1/4"	6.350	11.0	89.0		
N° 4	4.760	9.0	91.0	44	74
N° 6	3.360	5.0	95.0		
N° 8	2.380	4.0	96.0	28	58
N° 10	2.000	3.0	97.0		
N° 16	1.190	6.0	94.0		
N° 20	0.840	4.0	96.0		
N° 30	0.590	6.0	94.0		
N° 40	0.426	6.0	94.0		
N° 50	0.297	8.0	92.0	5	21
N° 80	0.177	7.0	93.0		
N° 100	0.149	2.0	98.0		
N° 200	0.074	3.0	97.0	2	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	6.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra chancada	= 40%
(2) Arena natural	= 58%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 40%
- AGREGADO FINO	= 60%

OBSERVACIONES :
 - Dosificación de agregados para el 2do tentativo Marshall
 - Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO
 - Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
 - La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 15 de Septiembre del 2009
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

Juan Sergio Sanchez Guando
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 735-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 29 de Septiembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 29 de Septiembre del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)		LIGANTE BITUMINOSO	
CANTERA	: "Turubamba"	TIPO DE ASFALTO	: Sólido
Piedra chancada	: 40 %	CLASIFICACIÓN	: PEN 85/100
Arena natural	: 58 %	ORIGEN	: Petro Perú
Filler (Cal hidratada)	: 2 %	REFINERÍA	: Conchán
T. Máximo	: 3/4 pulg	ÓPTIMO CONT. ASFALTO	: 6.3 %
		TEMP. DE MEZCLA	: 145 °C

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

IDENTIFICACIÓN : Bitucote
 DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del Asfalto

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES	75		
	6.1	6.3	6.5
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)	6.1	6.3	6.5
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)	2.306	2.311	2.314
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)	1502	1589	1681
FLUJO (0.01") (ASTM D-1559)	15.1	15.4	15.7
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)	5.6	5.0	4.4
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)	18.0	17.8	17.6
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)	68.8	71.9	74.9
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)	0.5		
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)	1776	1847	1918
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)	145.0		

OBSERVACIONES:

- Segundo Tentativo Marshall.
- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia "Bitucote" (0.5% en peso del asfalto)
- El aditivo mejorador de adherencia fue proporcionado por JBO Ingenieros SAC.
- La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
 ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
 ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
 ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

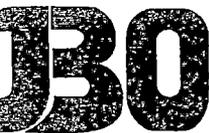
Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 15 de Septiembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 735-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 29 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 29 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : "Cantera Turubamba" PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 Dosificación de agregados para el 3er tentativo CANTIDAD : 90 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra chancada		Arena natural		Filler (Cal hidratada)					
		ABERTURA (mm)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	20	80								
3/8"	9.525	30	50								
1/4"	6.350	28	22								
N° 4	4.760	22	-		100						
N° 6	3.360	-	-	9	91						
N° 8	2.380	-	-	7	84						
N° 10	2.000	-	-	4	80						
N° 16	1.190	-	-	11	69						
N° 20	0.840	-	-	7	62						
N° 30	0.590	-	-	10	52						
N° 40	0.426	-	-	11	41						
N° 50	0.297	-	-	13	28						
N° 80	0.177	-	-	13	15						
N° 100	0.149	-	-	3	12						
N° 200	0.074	-	-	5	7	1	99				
-200	-	-	-	7	-	99	-				

Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 15 de Septiembre del 2009
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO
 DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 735-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 29 de Agosto del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 29 de Agosto del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

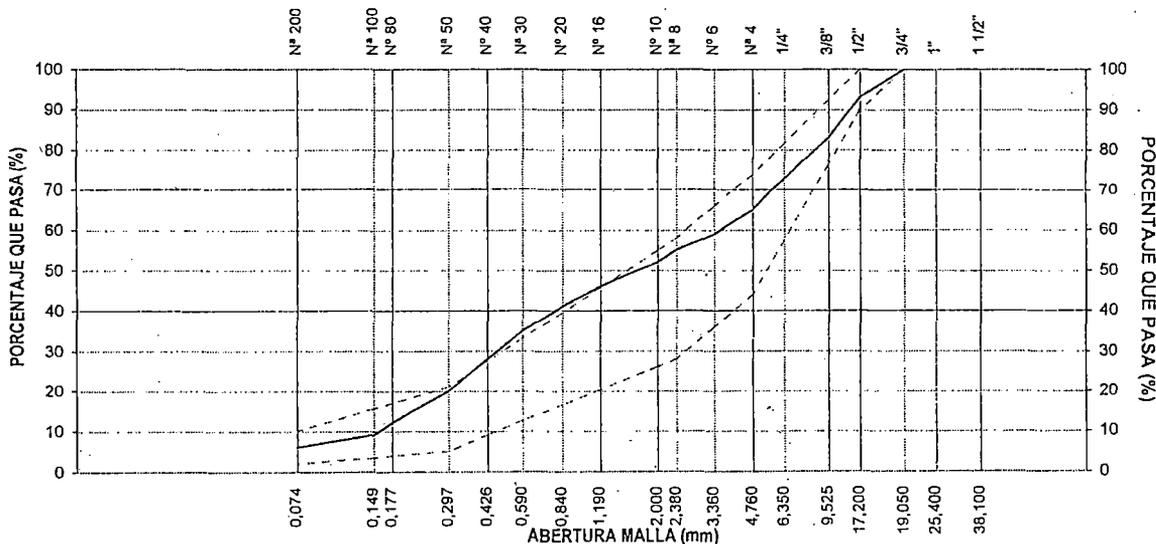
IDENTIFICACIÓN : "Cantera Turubamba" PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno
 Dosificación de agregados para el 3er tentativo CANTIDAD : 90 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-5	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	7.0	93.0	90	100
3/8"	9.525	10.0	83.0		
1/4"	6.350	10.0	73.0		
N° 4	4.760	8.0	65.0	44	74
N° 6	3.360	6.0	59.0		
N° 8	2.380	4.0	55.0	28	58
N° 10	2.000	3.0	52.0		
N° 16	1.190	6.0	46.0		
N° 20	0.840	5.0	41.0		
N° 30	0.590	6.0	35.0		
N° 40	0.426	7.0	28.0		
N° 50	0.297	8.0	20.0	5	21
N° 80	0.177	8.0	12.0		
N° 100	0.149	3.0	9.0		
N° 200	0.074	3.0	6.0	2	10
- N° 200	ASTM C 117-04	6.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra chancada	= 35%
(2) Arena natural	= 63%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 35%
- AGREGADO FINO	= 65%

OBSERVACIONES:
 - Dosificación de agregados para el 3er tentativo Marshall
 - Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO
 - Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
 - La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 15 de Septiembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 735-2008-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 735-2009-2009
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 735-2009-JBO UBICACIÓN : Ayacucho
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 29 de Septiembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 29 de Septiembre del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)	LIGANTE BITUMINOSO
CANTERA : "Turubamba"	TIPO DE ASFALTO : Sólido
Piedra chancada : 35 %	CLASIFICACIÓN : PEN 85/100
Arena natural : 63 %	ORIGEN : Petro Perú
Filler (Cal hidratada) : 2 %	REFINERÍA : Conchán
T. Máximo : 3/4-pulg.	ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.3 %
	TEMP. DE MEZCLA : 145 °C

ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

IDENTIFICACIÓN : Bitucote
 DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del Asfalto

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		6.1	6.3	6.5
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.292	2.303	2.315
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		1385	1397	1397
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		14.5	14.9	15.4
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		5.8	5.0	4.2
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		18.4	18.0	17.6
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		68.8	72.2	75.8
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)			0.4	
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		1706	1672	1624
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)			145.0	

OBSERVACIONES:

- Tercer Tentativo Marshall.
- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia "Bitucote" (0.5% en peso del asfalto)
- El aditivo mejorador de adherencia fue proporcionado por JBO Ingenieros SAC.
- La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el Laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
 ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
 ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
 ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 15 de Septiembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : ESPEDIENTE N° 1003-2009-JBO PROYECTO : ESPEDIENTE N° 1003-2009-JBO
 DIRECCIÓN :
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1003-2009-JBO UBICACIÓN : Salipo
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 28 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 28 de Noviembre del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera km 44+150, L.Izquierdo PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
 CANTIDAD : 70 kg aprox.

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Piedra chancada		Arena natural		Arena de Piedra chancada		Filler (Cal hidratada)			
		RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.200										
2 1/2"	63.500										
2"	50.800										
1 1/2"	38.100										
1"	25.400										
3/4"	19.050		100								
1/2"	12.700	20	80								
3/8"	9.525	27	53								
1/4"	6.350	30	23								
N° 4	4.760	23	-		100		100				
N° 6	3.360			2	98	24	76				
N° 8	2.380			1	97	13	63				
N° 10	2.000			1	96	7	56				
N° 16	1.190			7	89	17	39				
N° 20	0.840			13	76	7	32				
N° 30	0.590			27	49	7	25				
N° 40	0.426			23	26	5	20				
N° 50	0.297			14	12	4	16				
N° 80	0.177			7	5	4	12				
N° 100	0.149			1	4	1	11				
N° 200	0.074			2	2	4	7	-	100		
-200	-			2	-	7	-	100	-		

Referencias :

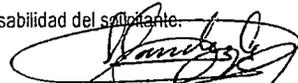
- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

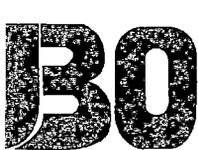
Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 10 de Diciembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
 INGENIERO CIVIL
 del Colegio de Ingenieros N° 59781



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : ESPEDIENTE N° 1003-2009-JBO PROYECTO : ESPEDIENTE N° 1003-2009-JBO

DIRECCIÓN

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1003-2009-JBO UBICACIÓN : Satipo

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 28 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 28 de Noviembre del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera km 44+150, L.Izquierdo

PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 70 kg aprox.

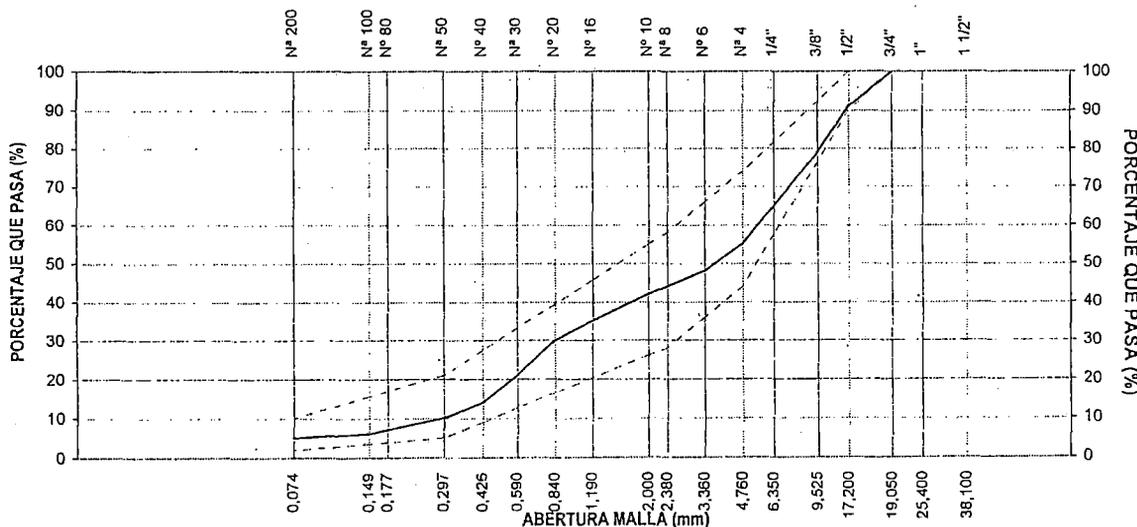
MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-5	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	9.0	91.0	90	100
3/8"	9.525	12.0	79.0		
1/4"	6.350	14.0	65.0		
N° 4	4.760	10.0	55.0	44	74
N° 6	3.360	7.0	48.0		
N° 8	2.380	4.0	44.0	28	58
N° 10	2.000	2.0	42.0		
N° 16	1.190	7.0	35.0		
N° 20	0.840	5.0	30.0		
N° 30	0.590	9.0	21.0		
N° 40	0.426	7.0	14.0		
N° 50	0.297	4.0	10.0	5	21
N° 80	0.177	3.0	7.0		
N° 100	0.149	1.0	6.0		
N° 200	0.074	1.0	5.0	2	10
- N° 200	ASTM C 117-04	5.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra chancada	= 45%
(2) Arena natural	= 25%
(3) Arena de Piedra chancada	= 28%
(4) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 45%
- AGREGADO FINO	= 55%

OBSERVACIONES :

- Especificaciones ASTM D-3515 (Huso D-5)
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra ha sido chancada y tamizada através de la malla 3/4" en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- Para mejorar la granulometría se ha empleado arena de piedra chancada pasante la malla N°4.
- La calidad de agregados corresponde a los emitidos el 09/09/09, con con Expediente N° 675-2009-JBO

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de emisión : Lima, 10 de Diciembre del 2009

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL



JBO Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 348-9494 / 348-6919
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 1003-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : EXPEDIENTE N° 1003-2009-JBO PROYECTO : EXPEDIENTE N° 1003-2009-JBO
DIRECCIÓN :
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1003-2009-JBO UBICACIÓN : Satipo
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 27 de Noviembre del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 27 de Noviembre del 2009

ENSAYO TENTATIVO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MÉTODO MARSHALL (ASTM D-1559)

MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)	LIGANTE BITUMINOSO
CANTERA : Cantera km 44+150, L.Izquierdo	TIPO : Asfalto Modificado con Polímero
Piedra chancada : 45 %	NOMBRE : BETUTEC 60t
Arena natural : 25 %	ORIGEN : TDM ASFALTOS S.A.C.
Arena de piedra chancada : 28 %	PLANTA : Lurín
Filler (Cal hidratada) : 2 %	ÓPTIMO CONT. ASFALTO : 6.0 %
T. Máximo : 3/4 pulg	TEMP. DE MEZCLA : 162.0
ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	
IDENTIFICACIÓN : Bitucote	
DOSIFICACIÓN : 0.5 % en peso del Asfalto	

CARACTERÍSTICAS MARSHALL

N° DE GOLPES		75		
CONTENIDO DE ASFALTO EN PESO (%)		5.8	6.0	6.2
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³) (ASTM D-1188)		2.314	2.317	2.320
ESTABILIDAD (lb) (ASTM D-1559)		1438	1471	1492
FLUJO (0,01") (ASTM D-1559)		13.7	13.9	14.2
VACÍOS DE AIRE (%) (ASTM D-3203)		5.0	4.6	4.2
VACÍOS AG. MINERAL (V.M.A) (%) (ASTM D-1559)		17.9	17.8	17.7
VACÍOS LLENOS DE ASFALTO (%) (ASTM D-1559)		71.9	74.2	76.4
ABSORCIÓN DEL ASFALTO (%) (ASTM D-4469)			0.2	
ESTABILIDAD / FLUJO (Kg/cm) (ASTM D-1559)		1873	1894	1882
TEM. MÁX. MEZCLA DE LABORAT. (°C)			145.0	

OBSERVACIONES:

- Muestras de agregados tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra y arena han sido chancadas en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- Se ha empleado un aditivo mejorador de adherencia "Bitucote" (0.5% en peso del asfalto)
- Cemento asfáltico modificado con polímero tipo elastómero, proporcionado por el Solicitante.
- La calidad de agregados corresponde a los emitidos el 09/09/09, con Expediente N° 675-2009-JBO

Referencias :

- ASTM D 1559-89 Test method for resistance of plastic flow of bituminous mixtures using marshall apparatus (withdrawn 1998)
ASTM D 1188-96(2002) Standard test method for bulk specific gravity and density of compacted bituminous mixtures using paraffin-coated specimens
ASTM D 3203-05 Standard test method for percent air voids in compacted dense and open bituminous paving mixtures
ASTM D 4469-92(1997) Standard test method for calculating percent asphalt absorption by the aggregate in an asphalt pavement mixture

Téc: D.C.O.

Rev: R.M.E.

Fecha de Emisión : Lima, 10 de Diciembre del 2009

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.


JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO
INGENIERO CIVIL
Miq. del Colegio de Ingenieros N° 59781



JBO Ingenieros S.A.C.
Calle Valladolid 149
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
Lima, Perú
Teléfono: 348-9494 / 348-6919
E-mail: informes@jboingenieros.com

CERTIFICADO DE TRABAJO

EL QUE SUSCRIBE, GERENTE GENERAL DE JBO INGENIEROS S.A.C., Sr. JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA HACE CONSTAR QUE:

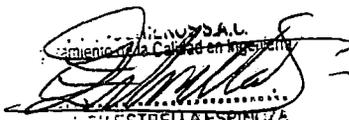
Que, el **SR FIDEL CASTRO SOSA.**, identificado con DNI N° 07175701, se ha desempeñado como **ASISTENTE DE LABORATORIO Y PAVIMENTOS** en la Empresa, teniendo a su cargo en el Laboratorio los ensayos de Mezclas Asfálticas, Concreto de Cemento Portland, Diseño de Mezclas Asfálticas Marshall, Calidad de Agregados y Análisis de Suelos; así también ha asistido en Pavimentos en el empleo de equipos como: Rugosímetro Merlín, Viga Benckelman, Regla de 3 m, etc.

Periodo: Enero 2008 hasta Enero 2010

Demostrando entero conocimiento, eficiencia, y responsabilidad en todas las labores encomendadas.

Se expide la presente constancia a petición del interesado para los fines que estime conveniente.

Ate, Febrero 15 del 2 010


S.A.C.
Ingeniería y Calidad en Ingeniería
ESTRELLA ESPINOZA

ANEXO D

LISTA DE CUADROS

Relación de información cálculo que viene capítulo 5, seguido pag. 63 .Cuando se utiliza huso IV B.

5.32 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp. 226 I.	ANEXO D
5.33 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 226 I.	ANEXO D
5.34 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp. 226 II.	ANEXO D
5.35 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 226 II.	ANEXO D
5.36 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.356.	ANEXO D
5.37 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 356.	ANEXO D
5.38 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.429.	ANEXO D
5.39 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 429.	ANEXO D
5.40 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.642.	ANEXO D
5.41 Módulo de Finura de la Arena 2 del Exp.642.	ANEXO D
5.42 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 642.	ANEXO D
5.43 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.937.	ANEXO D
5.44 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 937.	ANEXO D
5.45 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.956.	ANEXO D
5.46 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 956.	ANEXO D
5.47 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.974 I.	ANEXO D
5.48 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 974 I.	ANEXO D
5.49 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.974 II.	ANEXO D
5.50 Módulo de Finura de la Arena 2 del Exp.974 II.	ANEXO D
5.51 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 974 II.	ANEXO D
5.52 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.1023 I.	ANEXO D
5.53 Módulo de Finura de la Arena 2 del Exp.1023 I.	ANEXO D
5.54 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 1023 I.	ANEXO D
5.55 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.1023 II.	ANEXO D

5.56 Módulo de Finura de la Arena 2 del Exp.1023 II.	ANEXO D
5.57 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 1023 II.	ANEXO D
5.58 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.1023 III.	ANEXO D
5.59 Módulo de Finura de la Arena 2 del Exp.1023 III.	ANEXO D
5.60 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 1023 III.	ANEXO D
Relación de información cálculo que viene capítulo 5, seguido pag. 70 .Cuando se utiliza huso D-5.	
5.64 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.459.	ANEXO D
5.65 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 459.	ANEXO D
5.66 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.460.	ANEXO D
5.67 Módulo de Finura de la Arena 2 del Exp.460.	ANEXO D
5.68 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 460.	ANEXO D
5.69 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.654.	ANEXO D
5.70 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 654.	ANEXO D
5.71 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.732.	ANEXO D
5.72 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 732.	ANEXO D
5.73 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.735.	ANEXO D
5.74 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 735.	ANEXO D
5.75 Módulo de Finura de la Arena 1 del Exp.1003.	ANEXO D
5.76 Módulo de Finura de la Arena 2 del Exp.1003.	ANEXO D
5.77 Módulo de Finura de la Piedra del Exp. 1003.	ANEXO D

LISTA DE GRAFICOS

Relación de información cálculo que viene capítulo 5, seguido pag. 63 .Cuando se utiliza huso IV B.

5.2 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp. 226 I.	ANEXO D
5.3 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp. 226 II.	ANEXO D

5.4	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.356.	ANEXO D
5.5	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.429.	ANEXO D
5.6	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.642.	ANEXO D
5.7	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.937.	ANEXO D
5.8	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.956.	ANEXO D
5.9	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.974I.	ANEXO D
5.10	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.974 II.	ANEXO D
5.11	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.1023 I.	ANEXO D
5.12	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.1023 II.	ANEXO D
5.13	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.1023 III.	ANEXO D
Relación de información cálculo que viene capítulo 5, seguido pag. 70 .Cuando se utiliza huso D-5.		
5.15	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.459.	ANEXO D
5.16	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.460.	ANEXO D
5.17	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.654.	ANEXO D
5.18	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.732.	ANEXO D
5.19	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.735.	ANEXO D
5.20	Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.1003.	ANEXO D

Expedientes con el huso del Instituto del Asfalto IV B son los siguientes:

• **EXPEDIENTE: 226 I – 2009 – JBO**

RESUMEN EXP. 226 I		CURVA C DEL HUSO IVB		
DESCRIPCION	MF	DESCRIPCION	MF	MFG
Arena 1	3.00	Arena ideal	3.55	
Piedra	6.51	Piedra ideal	6.50	
		GLOBAL		4.31

$$\begin{aligned} \text{MFG} &= \text{FACT. Arena 1} * \text{MFA} + \text{FACT. Piedra} * \text{MFP} \\ 4.31 &= \quad \quad \text{A1} \quad * \quad 3 \quad + \quad \quad \quad \text{P} \quad * \quad 6.51 \end{aligned}$$

PIEDRA: 0.3732
ARENA1: 0.6268

Se observa que % de filler debe ajustarse en 2 %.

PIEDRA: 98 * 0.3732 = 0.3657
ARENA1: 98 * 0.6268 = 0.6143

Despues del ajuste las proporciones son:

PIEDRA: 0.3657
ARENA: 0.6143
FILLER: 0.02

ARENA1

CUADRO 5.32 – Módulo de finura de la arena1 del Exp. 226 I

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	88.00	12.00	12.00
N° 8	2.360	76.00	12.00	24.00
N° 10	2.000	71.00	5.00	29.00
N° 16	1.180	55.00	16.00	45.00
N° 20	0.850	46.00	9.00	54.00
N° 30	0.600	37.00	9.00	63.00
N° 40	0.425	29.00	8.00	71.00
N° 50	0.300	21.00	8.00	79.00
N° 80	0.177	13.00	8.00	87.00
N° 100	0.150	11.00	2.00	89.00
N° 200	0.075	7.00	4.00	93.00
- N° 200	ASTM C 117		7.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMA R.A (%) 300.00
MOD.FINURA 3.00

PIEDRA

CUADRO 5.33 Módulo de finura de la piedra del Exp. 226 I

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	76.00	24.00	24.00
3/8"	9.500	49.00	27.00	51.00
1/4"	6.250	24.00	25.00	76.00
N° 4	4.750		24.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360		-	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N°16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 651.00
MOD. FINURA 6.51

5.2 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp. 226 I.

EXPEDIENTE N° 226-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n , U.r.b. Ingeniería, Rimac AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS
ASFALTICAS

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 226-2009-JBO UBICACIÓN Lima
FECHA DE RECEPCION : 01 de JUNIO del 2010 FECHA DE INICIO : 01 de JUNIO del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN Cantero Menacucho.

PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 70 kg aprox.

Ver Gráfico

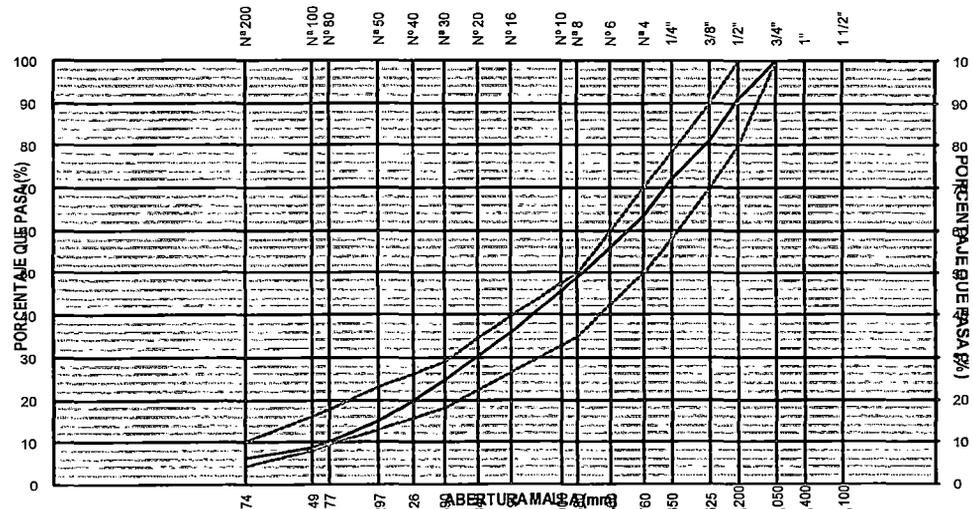
MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	8.8	91.2	80	100
3/8"	9.525	9.9	81.3	70	90
1/4"	6.350	9.1	72.2		
N° 4	4.760	8.8	63.4	50	70
N° 6	3.360	7.3	56.1		
N° 8	2.380	7.4	48.7	35	50
N° 10	2.000	3.1	45.6		
N° 16	1.190	9.8	35.8		
N° 20	0.840	5.5	30.3		
N° 30	0.590	5.6	24.7	18	29
N° 40	0.426	4.9	19.8		
N° 50	0.297	4.9	14.9	13	23
N° 60	0.177	4.9	10.0		
N° 100	0.149	1.2	8.8	8	16
N° 200	0.074	2.5	6.3	4	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	6.3	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra Chancada (Menacucho)	= 37%
(2) Arena Natural (Menacucho)	= 61%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 37%
- AGREGADO FINO	= 63%

OBSERVACIONES :

- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO.
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :
 ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
 ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : 01 JUNIO DEL 2010

• **EXPEDIENTE: 226 II – 2009 - JBO**

RESUMEN EXP 226 II

DESCRIPCION	MF
Arena 1	2.24
Piedra	6.60

CURVA C DEL HUSO IVB

DESCRIPCION	MF	MFG
Arena ideal	3.55	
Piedra ideal	6.50	
GLOBAL		4.31

$$MFG = \text{FACT.ARENA1} * MFA + \text{FACT.PIEDRA} * MFP$$

$$4.31 = A1 * 2.24 + P * 6.6$$

Proporción de los agregados que es obtenido por METODO DEL AGREGADO GLOBAL son:

PIEDRA: 0.4748

ARENA: 0.5252

ARENA 1

CUADRO 5.34 Módulo de finura de arena 1 del Exp. 226 II

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	96.00	4.00	4.00
N° 8	2.360	90.00	6.00	10.00
N° 10	2.000	87.00	3.00	13.00
N°16	1.180	76.00	11.00	24.00
N° 20	0.850	66.00	10.00	34.00
N° 30	0.600	55.00	11.00	45.00
N° 40	0.425	45.00	10.00	55.00
N° 50	0.300	36.00	9.00	64.00
N° 80	0.177	23.00	13.00	77.00
N° 100	0.150	19.00	4.00	81.00
N° 200	0.075	10.00	9.00	90.00
- N° 200	ASTM C 117		10.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 224.00

MOD.FINURA 2.24

PIEDRA

CUADRO 5.35 Módulo de finura de la piedra del Exp. 226 II

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	67.00	33.00	33.00
3/8"	9.500	37.00	30.00	63.00
1/4"	6.250	11.00	26.00	89.00
N° 4	4.750	3.00	8.00	97.00
N° 6	3.350		3.00	100.00
N° 8	2.360		-	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N°16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: elaboración propia

SUMAR.A (%) 660.00

MOD.FINURA 6.60

5.3 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp. 226 II.

EXPEDIENTE N° 226-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS ASFALTICAS
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería, Rimac

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 226-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de junio del 2010 FECHA DE INICIO : 01 de junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

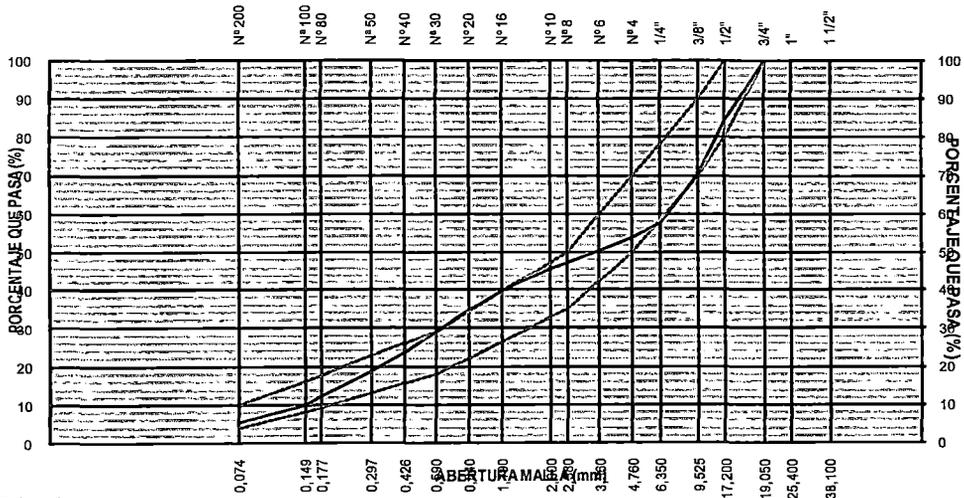
IDENTIFICACIÓN : CANTERA ESPERANZA PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 70 kg aprox. Ver Gráfico

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	15.7	84.3	80	100
3/8"	9.525	14.2	70.1	70	90
1/4"	6.350	12.4	57.7		
N°4	4.760	3.8	53.9	50	70
N°6	3.360	3.5	50.4		
N°8	2.380	3.1	47.3	35	50
N°10	2.000	1.6	45.7		
N°16	1.190	5.8	39.9		
N°20	0.840	5.2	34.7		
N°30	0.590	5.8	28.9	18	29
N°40	0.426	5.3	23.6		
N°50	0.297	4.7	18.9	13	23
N°80	0.177	6.8	12.1		
N°100	0.149	2.1	10.0	8	16
N°200	0.074	4.7	5.3	4	10
- N°200	ASTM C 117 - 04	5.3	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra Chancada (Esperanza 2)	= 47%
(2) Arena Natural (Esperanza 1)	= 53%
(3) Filler	= 00%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 46%
- AGREGADO FINO	= 54%

OBSERVACIONES :
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : 01 DE JUNIO DEL 2010

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• EXPEDIENTE: 356 - 2009 - JBO

RESUMEN EXP 356

DESCRIPCION	MF
Arena 1	2.95
Piedra	6.54

CURVA C DEL HUSO IVB

DESCRIPCION	MF	MFG
Arena ideal	3.55	
Piedra ideal	6.50	
GLOBAL		4.31

$$MFG = \text{FACT.ARENA1} * MFA + \text{FACT.PIEDRA} * MFP$$

$$4.31 = A1 * 2.95 + P * 6.54$$

proporción de los agregados obtenido por el METODO AGREGADO GLOBAL

PIEDRA: 0.3788

ARENA1: 0.6212

ARENA 1

CUADRO 5.36 Módulo Finura Arena1 del Exp. 356

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	79.00	21.00	21.00
N° 8	2.360	71.00	8.00	29.00
N° 10	2.000	66.00	5.00	34.00
N°16	1.180	53.00	13.00	47.00
N° 20	0.850	46.00	7.00	54.00
N° 30	0.600	39.00	7.00	61.00
N° 40	0.425	31.00	8.00	69.00
N° 50	0.300	25.00	6.00	75.00
N° 80	0.177	19.00	6.00	81.00
N° 100	0.150	17.00	2.00	83.00
N° 200	0.075	12.00	5.00	88.00
- N° 200	ASTM C117		12.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 295.00

MOD.FINURA 2.95

PIEDRA

CUADRO 5.37 Módulo de finura de la piedra del Exp. 356

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	71.00	29.00	29.00
3/8"	9.500	46.00	25.00	54.00
1/4"	6.250	20.00	26.00	80.00
N° 4	4.750		20.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360		-	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N°16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 654.00
MOD.FINURA 6.54

5.4 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.356.

EXPEDIENTE N° 356-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS ASFALTICAS
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería, Rimac
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 356-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Canteras Lucumayo, km 90+380 L.I.

PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 100 kg aprox.

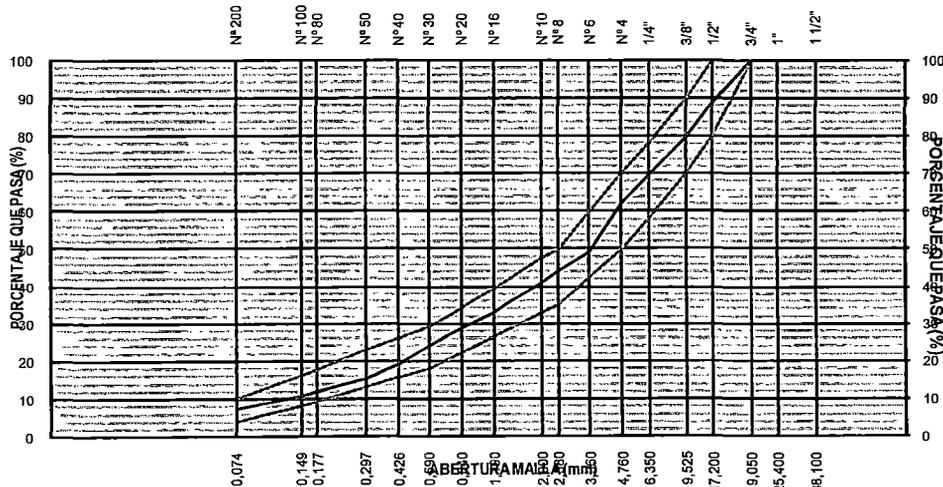
Ver Gráfico

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	N-b
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	11.0	89.0	80	- 100
3/8"	9.525	9.5	79.5	70	- 90
1/4"	6.350	9.8	69.7		
N°4	4.760	7.6	62.1	50	- 70
N°6	3.360	13.0	49.1		
N°8	2.380	5.0	44.1	35	- 50
N°10	2.000	3.1	41.0		
N°16	1.190	8.1	32.9		
N°20	0.840	4.3	28.6		
N°30	0.590	4.4	24.2	18	- 29
N°40	0.426	4.9	19.3		
N°50	0.297	3.8	15.5	13	- 23
N°80	0.177	3.7	11.6		
N°100	0.149	1.2	10.6	8	- 16
N°200	0.074	3.1	7.5	4	- 10
- N°200	ASTM C 117 - 04	7.5	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra Chancada	= 38%
(2) Arena Natural	= 62%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 38%
- AGREGADO FINO	= 62%

OBSERVACIONES :
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• **EXPEDIENTE: 429 – 2009 - JBO**

RESUMEN EXP 429

DESCRIPCION	MF
ARENA	2.79
PIEDRA	6.45

CURVA C DEL HUSO IVB

DESCRIPCION	MF	MFG
ARENA IDEAL	3.55	
PIEDRA IDEAL	6.50	
GLOBAL		4.31

$$MFG = \text{FACT.ARENA} * MFA + \text{FACT.PIEDRA} * MFP$$

$$4.31 = A * 2.79 + P * 6.45$$

proporcion obtenida por el método del AGREGADO GLOBAL

PIEDRA: 0.4153

ARENA: 0.5847

ARENA

CUADRO 5.38 Módulo de finura de la arena del Exp. 429

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500	100.00	-	-
1/4"	6.250	96.00	4.00	4.00
N° 4	4.750	95.00	1.00	5.00
N° 6	3.350	85.00	10.00	15.00
N° 8	2.360	79.00	6.00	21.00
N° 10	2.000	74.00	5.00	26.00
N°16	1.180	60.00	14.00	40.00
N° 20	0.850	50.00	10.00	50.00
N° 30	0.600	41.00	9.00	59.00
N° 40	0.425	33.00	8.00	67.00
N° 50	0.300	27.00	6.00	73.00
N° 80	0.177	21.00	6.00	79.00
N° 100	0.150	19.00	2.00	81.00
N° 200	0.075	13.00	6.00	87.00
- N° 200	ASTM C 117		13.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 279.00

MOD.FINURA 2.79

• PIEDRA

CUADRO 5.39 Módulo de finura de la piedra del Exp. 429

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	63.00	37.00	37.00
3/8"	9.500	43.00	20.00	57.00
1/4"	6.250	15.00	28.00	85.00
N° 4	4.750	12.00	3.00	88.00
N° 6	3.350	1.00	11.00	99.00
N° 8	2.360		1.00	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N° 16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 645.00

MOD.FINURA 6.45

5.5 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.429.

EXPEDIENTE N° 429-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería, Rimac AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS
ASFALTICAS

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 429-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de junio del 2010 FECHA DE INICIO : 01 de junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL 'ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : CANTERA RÍO PACHACHACA

PRESENTACIÓN : 3 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 100 kg aprox.

Ver Gráfico.

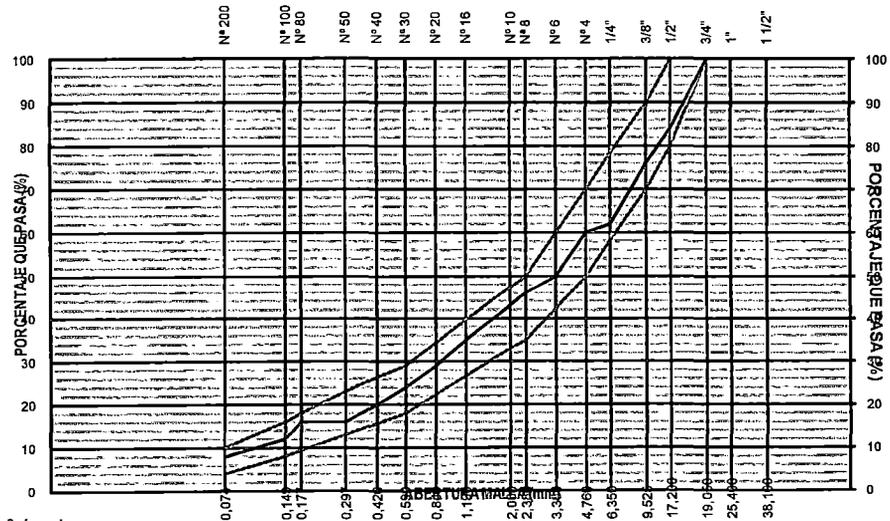
MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	N-b
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	16.0	84.0	80	100
3/8"	9.525	8.0	76.0	70	90
1/4"	6.350	14.0	62.0		
N° 4	4.760	2.0	60.0	50	70
N° 6	3.360	10.0	50.0		
N° 8	2.380	4.0	46.0	35	50
N° 10	2.000	3.0	43.0		
N° 16	1.190	8.0	35.0		
N° 20	0.840	6.0	29.0		
N° 30	0.590	5.0	24.0	18	29
N° 40	0.426	4.0	20.0		
N° 50	0.297	4.0	16.0	13	23
N° 60	0.250	-	16.0		
N° 100	0.149	4.0	12.0	8	16
N° 200	0.074	4.0	8.0	4	10
- N° 200	ASTM C 117 - 04	8.0	-	-	-

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) "Piedra chancada"	= 42%
(2) "Arena natural"	= 58%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 00%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 40%
- AGREGADO FINO	= 60%

OBSERVACIONES :

- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

EXPEDIENTE: 642 – 2009 - JBO

RESUMEN EXP 642

DESCRIPCION	MF
ARENA 1	2.40
ARENA 2	3.20
PIEDRA	6.56

CURVA C DEL HUSO IVB

DESCRIPCION	MF	MFG
ARENA IDEAL	3.55	
PIEDRA IDEAL	6.50	
GLOBAL		4.31

$$\text{MFG} = \text{FACT. ARENA} * \text{MFA} + \text{FACT. PIEDRA} * \text{MFP}$$

$$4.31 = A1 * 2.4 + P * 6.56$$

proporción de agregados obtenido por el METODO AGREGADO GLOBAL

PIEDRA: 0.4591

ARENA1: 0.5409

se ajuste el filler, ya que le falta. se compensa con arena 2 y con propio filler

PIEDRA: 0.45

ARENA1: 0.40

ARENA2: 0.13

FILLER: 0.02

ARENA 1

CUADRO 5.40 Módulo de finura de la arena 1 del Exp. 642

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	97.00	3.00	3.00
N° 8	2.360	94.00	3.00	6.00
N° 10	2.000	91.00	3.00	9.00
N°16	1.180	73.00	18.00	27.00
N° 20	0.850	65.00	8.00	35.00
N° 30	0.600	53.00	12.00	47.00
N° 40	0.425	44.00	9.00	56.00
N° 50	0.300	31.00	13.00	69.00
N° 80	0.177	13.00	18.00	87.00
N° 100	0.150	9.00	4.00	91.00
N° 200	0.075	3.00	6.00	97.00
- N° 200	ASTM C 117		3.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMA R.A (%) 240.00

MOD.FINURA 2.40

ARENA2

CUADRO 5.41 Módulo de finura de la arena 2 del Exp. 642

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	74.00	26.00	26.00
N° 8	2.360	63.00	11.00	37.00
N° 10	2.000	58.00	5.00	42.00
N°16	1.180	44.00	14.00	56.00
N° 20	0.850	38.00	6.00	62.00
N° 30	0.600	33.00	5.00	67.00
N° 40	0.425	28.00	5.00	72.00
N° 50	0.300	24.00	4.00	76.00
N° 80	0.177	18.00	6.00	82.00
N° 100	0.150	16.00	2.00	84.00
N° 200	0.075	10.00	6.00	90.00
- N° 200	ASTM C 117		10.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMA R.A (%) 320.00
MOD.FINURA 3.20

PIEDRA

CUADRO 5.42 Módulo de finura de la piedra del Exp. 642

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	74.00	26.00	26.00
3/8"	9.500	44.00	30.00	56.00
1/4"	6.250	19.00	25.00	81.00
N° 4	4.750		19.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360		-	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N°16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 656.00
MOD.FINURA 6.56

5.6 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.642.

EXPEDIENTE N° 642-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería, Rimac DEL AGREGADO GLOBAL PARA
MEZCLAS ASFALTICAS
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 642-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

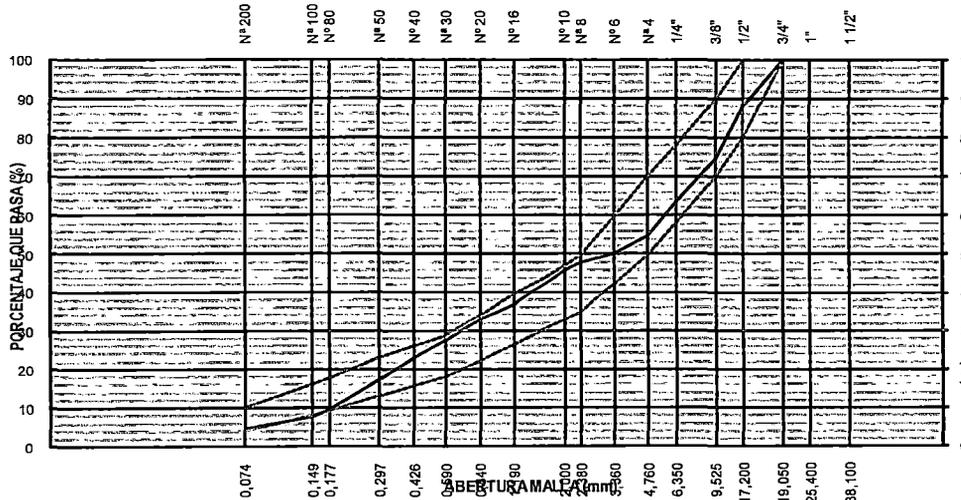
IDENTIFICACIÓN : Cantera El Mirador, km 88 + 780 PRESENTACIÓN : 5 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 140 kg aprox. Ver Gráf.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	11.7	88.3	80	100
3/8"	9.525	13.5	74.8	70	90
1/4"	6.350	11.2	63.8		
N°4	4.760	8.6	55.0	50	70
N°6	3.360	4.6	50.4		
N°8	2.380	2.6	47.8	35	50
N°10	2.000	1.9	45.9		
N°16	1.190	9.0	36.9		
N°20	0.840	4.0	32.9		
N°30	0.590	5.4	27.5	18	29
N°40	0.426	4.3	23.2		
N°50	0.297	5.7	17.5	13	23
N°80	0.177	8.0	9.5		
N°100	0.149	1.8	7.7	8	16
N°200	0.074	3.2	4.5	4	10
- N°200	ASTM C 117 - 04	4.5	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) "Piedra Chancada"	= 45%
(2) "Arena Natural"	= 40%
(3) "Arena de Piedra"	= 13%
(4) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 45%
- AGREGADO FINO	= 55%

OBSERVACIONES :
- Huso granulométrico IV-B del Instituto del Astallo.
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra ha sido chancada en laboratorio por el personal técnico de JBO ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :
ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010
El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• **EXPEDIENTE: 937 – 2009 - JBO**

RESUMEN EXP 937

DESCRIPCION	MF
ARENA 1	2.99
PIEDRA	6.51

CURVA C DEL HUSO IVB

DESCRIPCION	MF	MFG
ARENA IDEAL	3.55	
PIEDRA IDEAL	6.50	
GLOBAL		4.31

$$\text{MFG} = \text{FACT.ARENA} * \text{MFA} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP}$$
$$4.31 = A1 * 2.99 + P * 6.51$$

proporcion obtenido por metodo del agregado global

Piedra: 0.3750

Arena1: 0.6250

ajuste por filler, para cumplir con el huso IVB

Piedra: 0.3675

Arena1: 0.6125

Filler: 0.02

ARENA 1

CUADRO 5.43 Modulo de finura de la arena 1 del Exp. 937

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250	100.00	-	-
N° 4	4.750	91.00	9.00	9.00
N° 6	3.350	77.00	14.00	23.00
N° 8	2.360	69.00	8.00	31.00
N° 10	2.000	64.00	5.00	36.00
N°16	1.180	51.00	13.00	49.00
N° 20	0.850	46.00	5.00	54.00
N° 30	0.600	40.00	6.00	60.00
N° 40	0.425	36.00	4.00	64.00
N° 50	0.300	32.00	4.00	68.00
N° 80	0.177	23.00	9.00	77.00
N° 100	0.150	18.00	5.00	82.00
N° 200	0.075	5.00	13.00	95.00
- N° 200	ASTM C 117		5.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 299.00

MOD. FINURA 2.99

PIEDRA

CUADRO 5.44 Modulo de finura de la piedra del Exp. 937

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	76.00	24.00	24.00
3/8"	9.500	49.00	27.00	51.00
1/4"	6.250	6.00	43.00	94.00
N° 4	4.750		6.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360		-	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N°16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 651.00

MOD.FINURA 6.51

5.7 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.937.

EXPEDIENTE N° 937-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru, Urb. Ingeniería, Rimac AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLA ASFALTICAS

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 937-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCION : Lima, 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : Lima, 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Canterla Gamero

PRESENTACION : 3 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 150 kg aprox.

Ver Gráfico

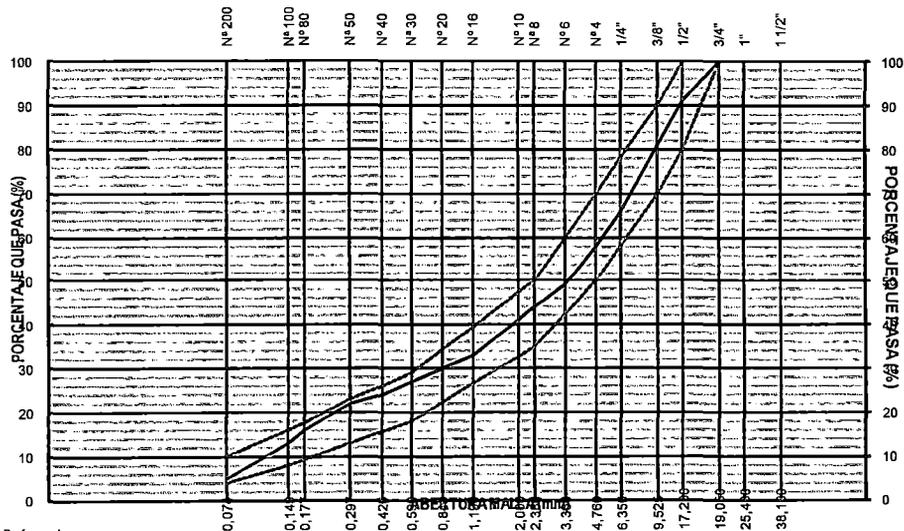
M ALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b	
1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	9.0	91.0	80	- 100
3/8"	9.525	10.0	81.0	70	- 90
1/4"	6.350	15.0	66.0		
N°4	4.750	8.0	58.0	50	- 70
N°6	3.360	9.0	49.0		
N°8	2.380	5.0	44.0	35	- 50
N°10	2.000	3.0	41.0		
N°16	1.190	8.0	33.0		
N°20	0.840	3.0	30.0		
N°30	0.590	3.0	27.0	18	- 29
N°40	0.426	3.0	24.0		
N°50	0.297	2.0	22.0	13	- 23
N°60	0.177	6.0	16.0		
N°100	0.149	3.0	13.0	8	- 16
N°200	0.074	8.0	5.0	4	- 10
- N°200	ASTM C 117 - 04	5.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra	= 37%
(2) Arena natural	= 61%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 42%
- AGREGADO FINO	= 58%

OBSERVACIONES :

- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• **EXPEDIENTE: 956 – 2009 - JBO**

RESUMEN EXP 956

DESCRIPCION	MF
Arena 1	2.85
Piedra	6.52

CURVA C DEL HUSO IVB

DESCRIPCION	MF	MFG
ARENA IDEAL	3.55	
PIEDRA IDEAL	6.50	
GLOBAL		4.31

$$\begin{aligned} \text{MFG} &= \text{FACT.ARENA} * \text{MFA} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP} \\ 4.31 &= \text{A1} * 2.85 + \text{P} * 6.52 \end{aligned}$$

proporcion de agregados obtenidos por el METODO AGREGADO GLOBAL

Piedra: 0.3978

Arena1: 0.6022

ajuste de las proporciones por filler para cumplir huso IVB

Piedra: 0.3898

Arena1: 0.5902

Filler: 0.02

ARENA 1

CUADRO 5.45 Módulo de finura de la arena 1 del Exp. 956

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	85.00	15.00	15.00
N° 8	2.360	78.00	7.00	22.00
N° 10	2.000	73.00	5.00	27.00
N°16	1.180	62.00	11.00	38.00
N° 20	0.850	54.00	8.00	46.00
N° 30	0.600	43.00	11.00	57.00
N° 40	0.425	30.00	13.00	70.00
N° 50	0.300	21.00	9.00	79.00
N° 80	0.177	13.00	8.00	87.00
N° 100	0.150	11.00	2.00	89.00
N° 200	0.075	7.00	4.00	93.00
- N° 200	ASTM C 117		7.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 285.00

MOD.FINURA 2.85

PIEDRA

CUADRO 5.46 Módulo de la piedra del Exp. 956

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	75.00	25.00	25.00
3/8"	9.500	48.00	27.00	52.00
1/4"	6.250	23.00	25.00	77.00
N° 4	4.750		23.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360		-	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N° 16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 652.00

MOD. FINURA 6.52

5.8 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.956.

EXPEDIENTE N° 956-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería, Rimac AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS
ASFALTICAS
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 956-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCION : Lima, 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : Lima, 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : *C antera Río Huaura km 39+550*

PRESENTACION : 2 Sacos de polipropileno

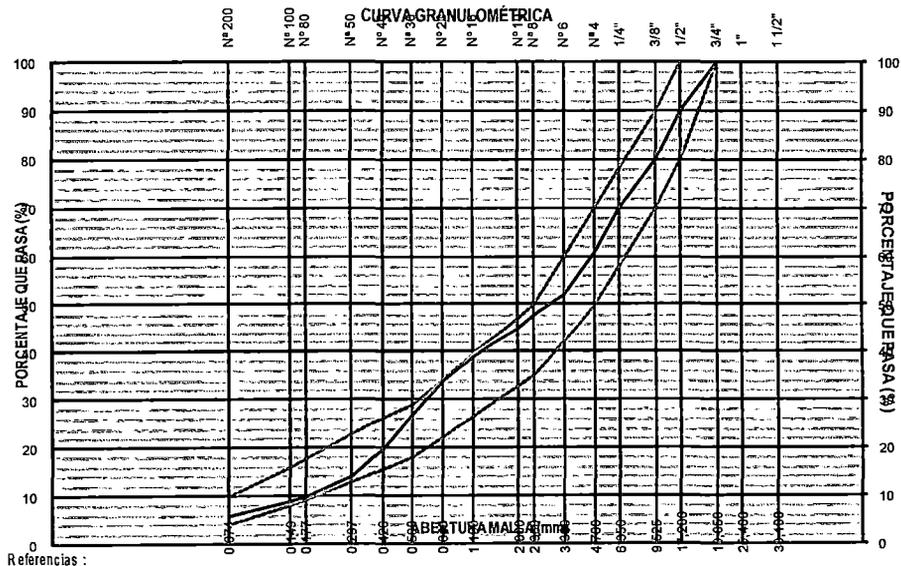
CANTIDAD : 80 kg aprox.

Ver Gráfico

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b
1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	10.0	90.0	80	100
3/8"	9.525	10.0	80.0	70	90
1/4"	6.350	10.0	70.0		
N°4	4.760	9.0	61.0	50	70
N°6	3.360	9.0	52.0		
N°8	2.380	4.0	48.0	35	50
N°10	2.000	3.0	45.0		
N°16	1.190	6.0	39.0		
N°20	0.840	5.0	34.0		
N°30	0.590	7.0	27.0	18	29
N°40	0.426	7.0	20.0		
N°50	0.297	6.0	14.0	13	23
N°80	0.177	4.0	10.0		
N°100	0.149	1.0	9.0	8	16
N°200	0.074	3.0	6.0	4	10
- N°200	ASTM C 117 - 04	8.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra	= 39%
(2) Arena natural	= 59%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 39%
- AGREGADO FINO	= 61%

OBSERVACIONES :
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO (Huso Ivb)
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra chancada ha sido elaborada manualmente en el por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• **EXPEDIENTE: 974 I – 2009 - JBO**

RESUMEN EXP 974 I

DESCRIPCION	MF
Arena	2.77
Piedra	6.44

CURVA C DEL HUSO IVB

DESCRIPCION	MF	MFG
ARENA IDEAL	3.55	
PIEDRA IDEAL	6.50	
GLOBAL		4.31

$$\text{MFG} = \text{FACT.ARENA} * \text{MFA} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP}$$
$$4.31 = A * 2.77 + P * 6.44$$

PROPORCIONES OBTENIDAS POR MÉTODO DEL AGREGADO GLOBAL

P: 0.4196

A: 0.5804

ARENA

CUADRO 5.47 Módulo de finura de la arena del Exp. 974 I

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	85.00	15.00	15.00
N° 8	2.360	75.00	10.00	25.00
N° 10	2.000	69.00	6.00	31.00
N°16	1.180	55.00	14.00	45.00
N° 20	0.850	48.00	7.00	52.00
N° 30	0.600	42.00	6.00	58.00
N° 40	0.425	37.00	5.00	63.00
N° 50	0.300	32.00	5.00	68.00
N° 80	0.177	24.00	8.00	76.00
N° 100	0.150	19.00	5.00	81.00
N° 200	0.075	8.00	11.00	92.00
- N° 200	ASTM C 117		8.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 277.00

MOD.FINURA 2.77

PIEDRA

CUADRO 5.48 Módulo de la piedra del Exp. 974 I

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	76.00	24.00	24.00
3/8"	9.500	56.00	20.00	44.00
1/4"	6.250	20.00	36.00	80.00
N° 4	4.750		20.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360		-	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N°16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 644.00

MOD. FINURA 6.44

5.9 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.974I.

EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería, Rimac AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS
ASFÁLTICAS
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 956-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : Lima, 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : CANTERA # 1 KM. 411+500 (PAN. NORTE) PRESENTACION : 2 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 75 kg aprox. Ver Gráfico

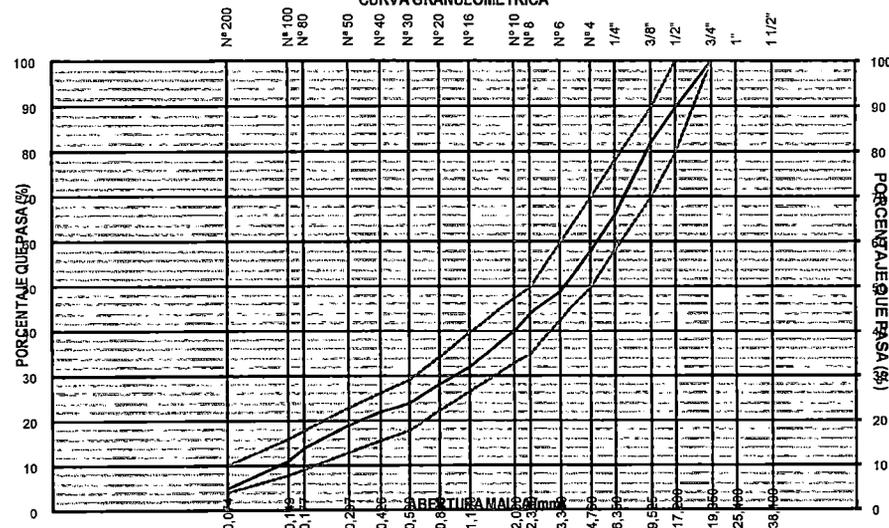
MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b
1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	10.0	90.0	80	100
3/8"	9.525	8.0	82.0	70	90
1/4"	6.350	16.0	66.0		
N°4	4.760	8.0	58.0	50	70
N°6	3.360	9.0	49.0		
N°8	2.380	5.0	44.0	35	50
N°10	2.000	4.0	40.0		
N°16	1.190	8.0	32.0		
N°20	0.840	4.0	28.0		
N°30	0.590	4.0	24.0	18	29
N°40	0.426	2.0	22.0		
N°50	0.297	3.0	19.0	13	23
N°80	0.177	5.0	14.0		
N°100	0.149	3.0	11.0	8	16
N°200	0.074	6.0	5.0	4	10
- N°200	ASTM C 117 - 04	5.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra natural	= 42%
(2) Arena natural	= 58%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 00%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 42%
- AGREGADO FINO	= 58%

OBSERVACIONES:

- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO (Huso Ivb)
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra chancada ha sido tamizada através de la malla 3/4" en el Laboratorio de JBO Ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• **EXPEDIENTE: 974 II – 2009 – JBO**

RESUMEN EXP 974 II		CURVA C DEL HUSO IVB		
DESCRIPCION	MF	DESCRIPCION	MF	MFG
Arena1	4.26	ARENA IDEAL	3.55	
Arena 2	1.16	PIEDRA IDEAL	6.50	
Piedra	6.49	GLOBAL		4.31

COMBINACION ARENA1 + ARENA2

$$MFG = FACT.ARENA2 * MFA2 + FACT.ARENA1 * MFA1$$

$$3.55 = A2 * 1.16 + A1 * 4.26$$

proporcion de arenas obtenidas por el METODO DEL AGREGADO GLOBAL

A1: 0.7710

A2: 0.2290

COMBINACION ARENAS + PIEDRA

$$MFG = FACT.ARENAS * MFA + FACT.PIEDRA * MFP$$

$$4.31 = A * 3.55 + P * 6.49$$

proporcion de combinacion de arenas y piedra obtenidas por el METODO DE AGREGADO GLOBAL

P: 0.2585

A: 0.7415

obteniendo las proporciones de los agregados finales arena1, arena2, piedra por el METODO DE AGREGADO GLOBAL

DESCRIPCION	n	m	n x m
A 1	74.15	0.771	57.17
A 2	74.15	0.229	16.98
P	0.2585		25.85

obtención de proporciones finales por ajuste para el huso **IVB**

A 1: 0.3890

A 2: 0.1830

P: 0.3780

FILLER: 0.0500

ARENA 1

CUADRO 5.49 Módulo de finura de la arena 1 del Exp. 974 II

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	60.00	40.00	40.00
N° 8	2.360	47.00	13.00	53.00
N° 10	2.000	40.00	7.00	60.00
N°16	1.180	27.00	13.00	73.00
N° 20	0.850	20.00	7.00	80.00
N° 30	0.600		20.00	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 426.00

MOD.FINURA 4.26

ARENA 2

CUADRO 5.50 Módulo de la arena 2 del Exp. 974 II

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750			
N° 6	3.350			
N° 8	2.360			
N° 10	2.000			
N°16	1.180			
N° 20	0.850			
N° 30	0.600	100.00	-	-
N° 40	0.425	89.00	11.00	11.00
N° 50	0.300	61.00	28.00	39.00
N° 80	0.177	29.00	32.00	71.00
N° 100	0.150	23.00	6.00	77.00
N° 200	0.075	8.00	15.00	92.00
- N° 200	ASTM C 117		8.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 116.00
MOD. FINURA 1.16

PIEDRA

CUADRO 5.51 Módulo de la piedra del Exp. 974 II

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	78.00	22.00	22.00
3/8"	9.500	51.00	27.00	49.00
1/4"	6.250	23.00	28.00	77.00
N° 4	4.750		23.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360		-	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N°16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 649.00

MOD. FINURA 6.49

5.10 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.974 II.

EXPEDIENTE N° 974-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, U rb. Ingeniería, Rimac AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS
ASFALTICAS
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 974-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCION : Lima, 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : Lima, 01 de Junio del 2010

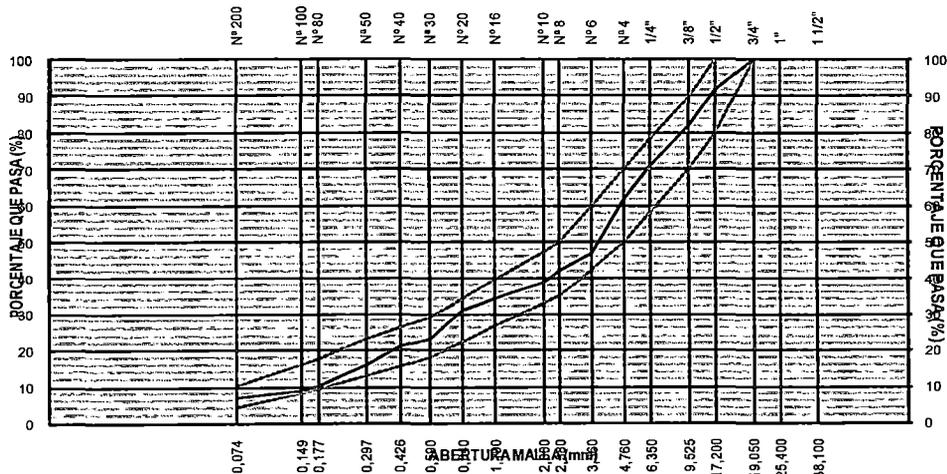
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : CANTERA RIO SANTA KM. 448+930 (PAN. NORTE) PRESENTACION : 2 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 85 kg aprox.

M ALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				RESUMEN DE ENSAYO	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIEHE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b	PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
1/2"	38.100					(1) Piedra	= 38%
1"	25.400					(2) M - 1	= 39%
3/4"	19.050		100.0	100		(3) M - 2	= 18%
1/2"	12.700	8.0	92.0	80	100	PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
3/8"	9.525	10.0	82.0	70	90	- AGREGADO GRUESO	= 38%
1/4"	6.350	11.0	71.0			- AGREGADO FINO	= 62%
N°4	4.760	9.0	62.0	50	70	OBSERVACIONES :	
N°6	3.360	15.0	47.0			- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO (Huso IV-B)	
N°8	2.380	5.0	42.0	35	50	- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.	
N°10	2.000	3.0	39.0			- La muestra "M-1" hace referencia a la arena natural pasante la malla N°4 y retenida en la malla N°30.	
N°16	1.190	5.0	34.0			- La muestra "M-2" hace referencia a la arena natural pasante la malla	
N°20	0.840	3.0	31.0			- La piedra ha sido chancada y tamizada através de la malla 3/4" en	
N°30	0.590	8.0	23.0	18	29	Laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.	
N°40	0.426	2.0	21.0				
N°50	0.297	5.0	16.0	13	23		
N°60	0.177	6.0	10.0				
N°100	0.149	1.0	9.0	8	16		
N°200	0.074	2.0	7.0	4	10		
- N°200	ASTM C 117-04	7.0	-				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :
ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: F.C.S. Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010
El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• **EXPEDIENTE: 1023 I – 2009 - JBO**

RESUMEN EXP 1023 I		CURVA C DEL HUSO IVB		
DESCRIPCION	MF	DESCRIPCION	MF	MFG
Arena 1	1.11	ARENA IDEAL	3.55	
Arena 2	3.15	PIEDRA IDEAL	6.50	
Piedra	6.47	GLOBAL		4.31

COMBINACION ARENA1 + PIEDRA

$$\text{MFG} = \text{FACT.ARENA} * \text{MFA} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP}$$

$$4.31 = A1 * 1.11 + P * 6.47$$

proporcion agregados obtenidos por AGREGADO GLOBAL

$$P: 0.5970$$

$$A1: 0.4030$$

COMBINACION ARENA2 + PIEDRA

$$\text{MFG} = \text{FACT.ARENA2} * \text{MFA} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP}$$

$$4.31 = A2 * 3.15 + P * 6.47$$

proporcion agregados obtenidos por AGREGADO GLOBAL

$$P: 0.3494$$

$$A2: 0.6506$$

se escoge la combinacion piedra con arena 2 por que mejor se ajusta al huso ivb y se graficara su granulometría

$$P: 0.3494$$

$$A2: 0.6506$$

ARENA 1

CUADRO 5.52 - Módulo de finura de la arena 1 del Exp.1023 I

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750			
N° 6	3.350			
N° 8	2.360			
N° 10	2.000			
N° 16	1.180			
N° 20	0.850			
N° 30	0.600	100.00	-	-
N° 40	0.425	98.00	2.00	2.00
N° 50	0.300	73.00	25.00	27.00
N° 80	0.177	22.00	51.00	78.00
N° 100	0.150	16.00	6.00	84.00
N° 200	0.075	6.00	10.00	94.00
- N° 200	ASTM C 117		6.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 111.00

MOD.FINURA 1.11

ARENA 2

CUADRO 5.53 Módulo de la arena 2 del Exp. 1023 I

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	78.00	22.00	22.00
N° 8	2.360	67.00	11.00	33.00
N° 10	2.000	60.00	7.00	40.00
N°16	1.180	46.00	14.00	54.00
N° 20	0.850	40.00	6.00	60.00
N° 30	0.600	34.00	6.00	66.00
N° 40	0.425	28.00	6.00	72.00
N° 50	0.300	23.00	5.00	77.00
N° 80	0.177	17.00	6.00	83.00
N° 100	0.150	15.00	2.00	85.00
N° 200	0.075	10.00	5.00	90.00
- N° 200	ASTM C 117		10.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 315.00

MOD. FINURA 3.15

PIEDRA

CUADRO 5.54 Módulo de la piedra del Exp. 1023 I

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	80.00	20.00	20.00
3/8"	9.500	53.00	27.00	47.00
1/4"	6.250	23.00	30.00	77.00
N° 4	4.750		23.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360		-	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N°16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 647.00

MOD. FINURA 6.47

5.11 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.1023 I.

EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL AGREGADO GLOBAL MEZCLAS ASFALTICAS

DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería, Rimac

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1023-2009-JBO UBICACIÓN : Lima

FECHA DE RECEPCION : Lima, 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : Lima, 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Cantera Pampa Grande y Cantera Rio Camana PRESENTACION : 3 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 110 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	7.0	93.0	80	100
3/8"	9.525	9.0	84.0	70	90
1/4"	6.350	11.0	73.0		
N°4	4.760	8.0	65.0	50	70
N°6	3.360	14.0	51.0		
N°8	2.360	7.0	44.0	35	50
N°10	2.000	5.0	39.0		
N°16	1.190	9.0	30.0		
N°20	0.840	4.0	26.0		
N°30	0.590	4.0	22.0	18	29
N°40	0.426	4.0	18.0		
N°60	0.297	3.0	15.0	13	23
N°80	0.177	4.0	11.0		
N°100	0.149	1.0	10.0	8	16
N°200	0.074	3.0	7.0	4	10
- N°200	ASTM C 117 - 04	7.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO

PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS

- (1) Cantera Pampa Grande (Piedra) = 35%
- (2) Cantera Rio Camana (Arena) = 00%
- (3) Cantera Pampa Grande (Arena de piedra chancad) = 65%
- (4) Filler (Cal hidratada) = 00%

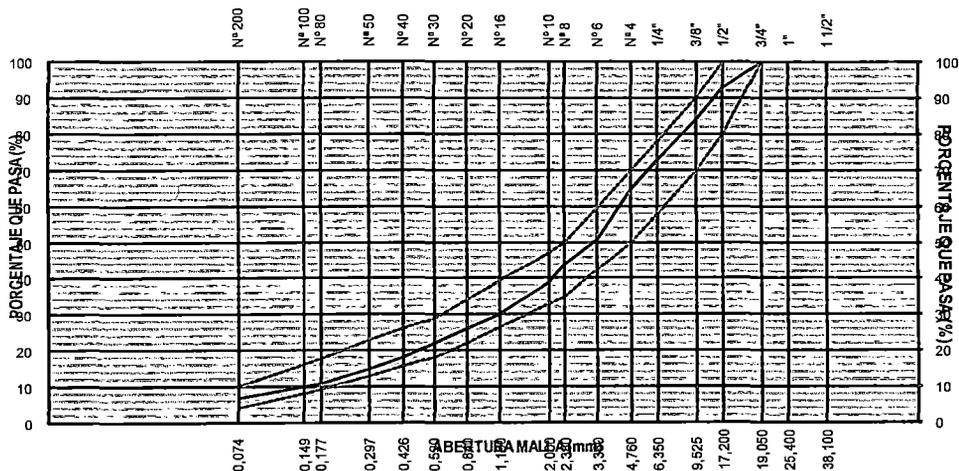
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE

- AGREGADO GRUESO = 35%
- AGREGADO FINO = 65%

OBSERVACIONES:

- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO (Huso IV-B)
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra ha sido chancada manualmente y tamizada a través de la en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- La arena chancada ha sido elaborada manualmente en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• **EXPEDIENTE: 1023 II – 2009 – JBO**

RESUMEN EXP 1023 - II		CURVA C DEL HUSO IVB		
DESCRIPCION	MF	DESCRIPCION	MF	MFG
Arena 1	1.11	ARENA IDEAL	3.55	
Arena 2	3.45	PIEDRA IDEAL	6.50	
Piedra	6.50	GLOBAL		4.31

COMBINACION ARENA1 + PIEDRA

$$\text{MFG} = \text{FACT.ARENA1} * \text{MFA} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP}$$
$$4.31 = A1 * 1.11 + P * 6.5$$

PROPORCION DE AGREGADOS OBTENIDOS POR AGREGADO GLOBAL

$$P: 0.5937$$

$$A1: 0.4063$$

COMBINACION ARENA2 + PIEDRA

$$\text{MFG} = \text{FACT.ARENA2} * \text{MFA} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP}$$
$$4.31 = A2 * 3.45 + P * 6.5$$

PROPORCION DE AGREGADOS OBTENIDOS POR AGREGADO GLOBAL

$$P: 0.2820$$

$$A2: 0.7180$$

SE MEJORA LA COMBINACION DE ARENA 2 + PIEDRA PORQUE MEJOR SE AJUSTAR HUSO IV B

$$P: 0.3460$$

$$A1: 0.0700$$

$$A2: 0.5640$$

$$\text{FILLER: } 0.0200$$

ARENA 1

CUDRO 5.55 Módulo de finura de la arena 1 del Exp.1023 II

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750			
N° 6	3.350			
N° 8	2.360			
N° 10	2.000			
N°16	1.180			
N° 20	0.850			
N° 30	0.600	100.00	-	-
N° 40	0.425	98.00	2.00	2.00
N° 50	0.300	73.00	25.00	27.00
N° 80	0.177	22.00	51.00	78.00
N° 100	0.150	16.00	6.00	84.00
N° 200	0.075	6.00	10.00	94.00
- N° 200	ASTM C 117		6.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 111.00

MOD.FINURA 1.11

ARENA 2

CUADRO 5.56 Módulo de la arena 2 del Exp. 1023 II

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	73.00	27.00	27.00
N° 8	2.360	62.00	11.00	38.00
N° 10	2.000	55.00	7.00	45.00
N°16	1.180	39.00	16.00	61.00
N° 20	0.850	32.00	7.00	68.00
N° 30	0.600	26.00	6.00	74.00
N° 40	0.425	21.00	5.00	79.00
N° 50	0.300	17.00	4.00	83.00
N° 80	0.177	12.00	5.00	88.00
N° 100	0.150	11.00	1.00	89.00
N° 200	0.075	6.00	5.00	94.00
- N° 200	ASTM C 117		6.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 345.00
MOD. FINURA 3.45

PIEDRA

CUADRO 5.57 Módulo de la piedra del Exp. 1023 II

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	75.00	25.00	25.00
3/8"	9.500	50.00	25.00	50.00
1/4"	6.250	22.00	28.00	78.00
N° 4	4.750		22.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360		-	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N°16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 650.00

MOD. FINURA 6.50

5.12 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.1023 II.

EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL AGREGADO GLOBAL MEZCLAS ASFALTICAS

DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería, Rimac

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1023-2009-JBO UBICACIÓN : Lima

FECHA DE RECEPCION : Lima, 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : Lima, 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Canteras Pampa Grande y Canteras Río Camana

PRESENTACION : 3 Sacos de polipropileno

CANTIDAD : 110 kg aprox.

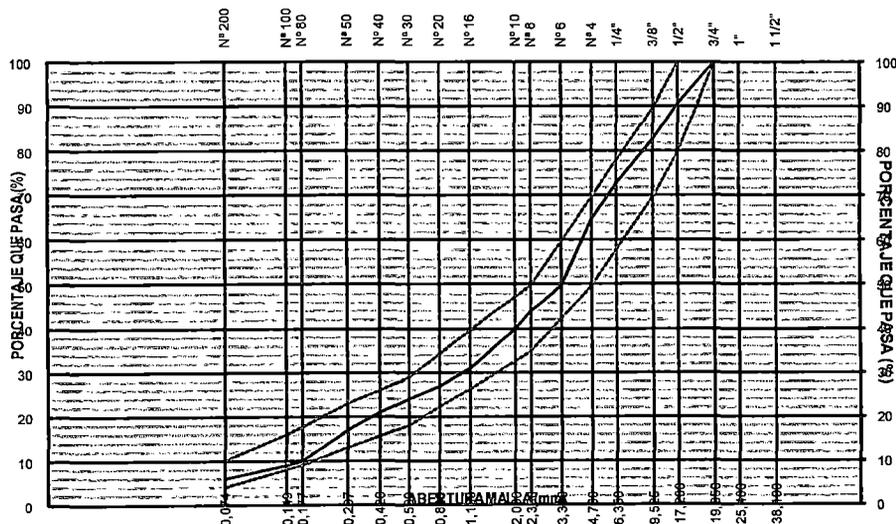
MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b	
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	9.0	91.0	80	100
3/8"	9.525	8.0	83.0	70	90
1/4"	6.350	10.0	73.0		
N°4	4.760	8.0	65.0	50	70
N°6	3.360	15.0	50.0		
N°8	2.380	6.0	44.0	35	50
N°10	2.000	4.0	40.0		
N°16	1.190	9.0	31.0		
N°20	0.840	4.0	27.0		
N°30	0.590	3.0	24.0	18	29
N°40	0.426	3.0	21.0		
N°50	0.297	4.0	17.0	13	23
N°80	0.177	7.0	10.0		
N°100	0.149	1.0	9.0	8	18
N°200	0.074	3.0	6.0	4	10
-N°200	ASTM C 117 - 04	6.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Canteras Pampa Grande (Piedra)	= 35%
(2) Canteras Río Camana (Arena)	= 07%
(3) Canteras Pampa Grande (Arena de piedra chancada)	= 56%
(4) Filler (Cal hidratada)	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 35%
- AGREGADO FINO	= 65%

OBSERVACIONES :

- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO (Huso IV-B)
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra ha sido chancada manualmente y tamizada a través de la en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- La arena chancada ha sido elaborada manualmente en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
 ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• EXPEDIENTE: 1023 III – 2009 – JBO

RESUMEN EXP 1023 III		CURVA C DEL HUSOIVB		
DESCRIPCION	MF	DESCRIPCION	MF	MFG
Arena 1	2.05	ARENA IDEAL	3.55	
Arena 2	3.24	PIEDRA IDEAL	6.50	
Piedra	6.46	GLOBAL		4.31

combinacion arena1 + piedra

$$\text{MFG} = \text{FACT.ARENA} * \text{MFA} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP}$$
$$4.31 = A1 * 2.05 + P * 6.46$$

porporcion de agregados obtenido por metodo de agregado global

$$P = 0.5125$$

$$A1 = 0.4875$$

COMBINACION ARENA2 + PIEDRA

$$\text{MFG} = \text{FACT.ARENA} * \text{MFA} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP}$$
$$4.31 = A2 * 3.24 + P * 6.46$$

porporcion de agregados obtenido por metodo de agregado global

$$P = 0.3323$$

$$A2 = 0.6677$$

se escoge combinacion arena2 + piedra por cumple con el en huso ivb y se grafica su granulometria

$$P = 0.3323$$

$$A2 = 0.6677$$

ARENA 1

CUADRO 5.58 Módulo de finura de la arena 1 del Exp.1023 III

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	99.00	1.00	1.00
N° 8	2.360	96.00	3.00	4.00
N° 10	2.000	92.00	4.00	8.00
N°16	1.180	81.00	11.00	19.00
N° 20	0.850	72.00	9.00	28.00
N° 30	0.600	61.00	11.00	39.00
N° 40	0.425	48.00	13.00	52.00
N° 50	0.300	37.00	11.00	63.00
N° 80	0.177	24.00	13.00	76.00
N° 100	0.150	20.00	4.00	80.00
N° 200	0.075	12.00	8.00	88.00
- N° 200	ASTM C 117		12.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 205.00

MOD.FINURA 2.05

ARENA 2

CUADRO 5.59 Módulo de la arena 2 del Exp. 1023 III

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	72.00	28.00	28.00
N° 8	2.360	61.00	11.00	39.00
N° 10	2.000	56.00	5.00	44.00
N°16	1.180	44.00	12.00	56.00
N° 20	0.850	37.00	7.00	63.00
N° 30	0.600	32.00	5.00	68.00
N° 40	0.425	27.00	5.00	73.00
N° 50	0.300	23.00	4.00	77.00
N° 80	0.177	18.00	5.00	82.00
N° 100	0.150	16.00	2.00	84.00
N° 200	0.075	10.00	6.00	90.00
- N° 200	ASTM C 117		10.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 324.00

MOD. FINURA 3.24

PIEDRA

CUADRO 5.60 Módulo de la piedra del Exp. 1023 III

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	78.00	22.00	22.00
3/8"	9.500	54.00	24.00	46.00
1/4"	6.250	26.00	28.00	74.00
N° 4	4.750		26.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360		-	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N°16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 646.00

MOD. FINURA 6.46

5.13 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.1023 III.

EXPEDIENTE N° 1023-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería, Rimac AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS ASFALTICAS
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1023-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCION : Lima, 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : Lima, 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : Cantera Peña Beyabo

PRESENTACION : 3 Sacos de polipropileno

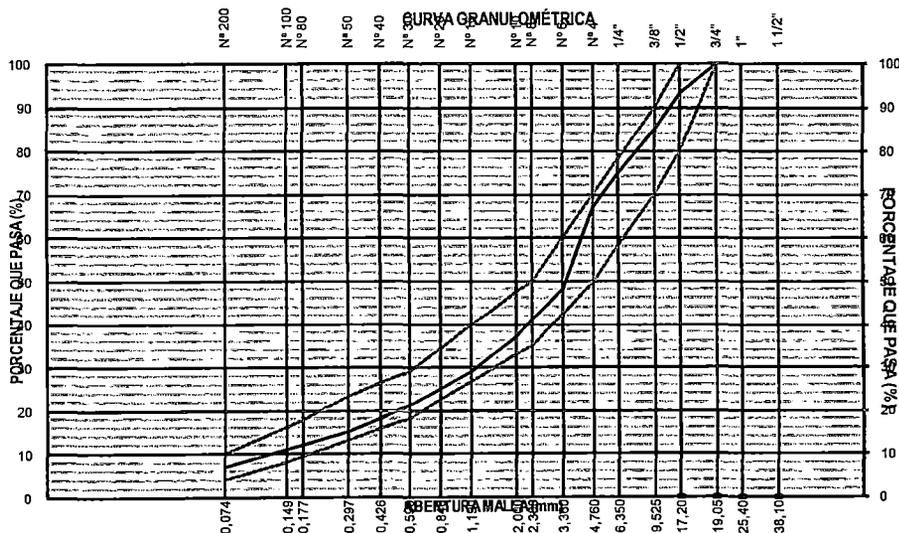
CANTIDAD : 105 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	IV-b
1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	7.0	93.0	80 - 100	
3/8"	9.525	8.0	85.0	70 - 90	
1/4"	6.350	10.0	75.0		
N°4	4.760	8.0	67.0	50 - 70	
N°6	3.360	19.0	48.0		
N°8	2.380	7.0	41.0	35 - 50	
N°10	2.000	4.0	37.0		
N°15	1.190	8.0	29.0		
N°20	0.840	4.0	25.0		
N°30	0.590	4.0	21.0	18 - 29	
N°40	0.426	3.0	19.0		
N°50	0.297	3.0	15.0	13 - 23	
N°80	0.177	3.0	12.0		
N°100	0.149	1.0	11.0	8 - 16	
N°200	0.074	4.0	7.0	4 - 10	
- N°200	ASTM C 117-04	7.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Cantera Peña Beyabo (Piedra)	= 33%
(2) Cantera Peña Beyabo (Arena Lavada)	= 00%
(3) Cantera Peña Beyabo (Arena de piedra chancada)	= 67%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 33%
- AGREGADO FINO	= 67%

OBSERVACIONES :

- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO (Huso IV-B)
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.
- La piedra ha sido chancada manualmente y tamizada a través de la malla Laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- La arena chancada ha sido elaborada manualmente en laboratorio por el técnico de JBO Ingenieros S.A.C.
- La arena natural ha sido lavada (dos veces), en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

B) Los expedientes que se trabajan, utilizando el huso **ASTM D - 5**.

MF curva A = 3.60

MF curva B = 5.09

MF curva C = 4.34 (promedio)

De la curva C se obtiene:

MF piedra ideal de la curva C = 6.34

MF arena ideal de la curva C = 3.45

• **EXPEDIENTE: 459 – 2009 – JBO**

RESUMEN EXP. 459

DESCRIPCION	MF
ARENA	2.27
PIEDRA	6.46

CURVA C DEL HUSO ASTM D - 5

DESCRIPCION	MF	MFG
ARENA IDEAL	3.45	
PIEDRA IDEAL	6.34	
GLOBAL		4.34

COMBINACION ARENA1 + PIEDRA

MFG= FACT.ARENA * MFA + FACT.PIEDRA * MFP

4.34 = A * 2.27 + P * 6.46

PORPORCION DE AGREGADOS OBTENIDO POR METODO DE AGREGADO

GLOBAL

P: 0.4940

A: 0.5056

se hace un ajuste a la combinacion piedra + arena

aumentando filler para optimizar el porcentaje de vacios del agregado mineral ,
por consiguiente

OPTIMIZAR EL % DE CEMENTO ASFALTICO

PIEDRA 0.98 * 0.4940 0.4841

ARENA 0.98 * 0.5056 0.4959

FILLER 0.02

Se hace un ajuste en el gráfico de la granulometría de la combinación
obteniendo:

PIEDRA: 0.5140

ARENA: 0.4560

FILLER: 0.0300

ARENA

CUADRO 5.64 Módulo de finura de la arena del Exp. 459

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250	100.00	-	-
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	95.00	5.00	5.00
N° 8	2.360	93.00	2.00	7.00
N° 10	2.000	92.00	1.00	8.00
N°16	1.180	87.00	5.00	13.00
N° 20	0.850	80.00	7.00	20.00
N° 30	0.600	63.00	17.00	37.00
N° 40	0.425	40.00	23.00	60.00
N° 50	0.300	21.00	19.00	79.00
N° 80	0.177	11.00	10.00	89.00
N° 100	0.150	9.00	2.00	91.00
N° 200	0.075	5.00	4.00	95.00
- N° 200	ASTM C 117		-	-

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 227.00

MOD. FINURA 2.27

PIEDRA

CUADRO 5.65 Módulo de finura de la piedra del Exp. 459

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	81.00	19.00	19.00
3/8"	9.500	54.00	27.00	46.00
1/4"	6.250	25.00	29.00	75.00
N° 4	4.750		25.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360		-	100.00
N° 10	2.000		-	100.00
N°16	1.180		-	100.00
N° 20	0.850		-	100.00
N° 30	0.600		-	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300		-	100.00
N° 80	0.177		-	100.00
N° 100	0.150		-	100.00
N° 200	0.075		-	100.00
- N° 200	ASTM C 117		-	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 646.00

MOD. FINURA 6.46

5.15 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.459.

EXPEDIENTE N° 459-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av.Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS
Distrib del Rimac ASFALTICAS
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 429-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCION : Lima, 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : Lima, 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

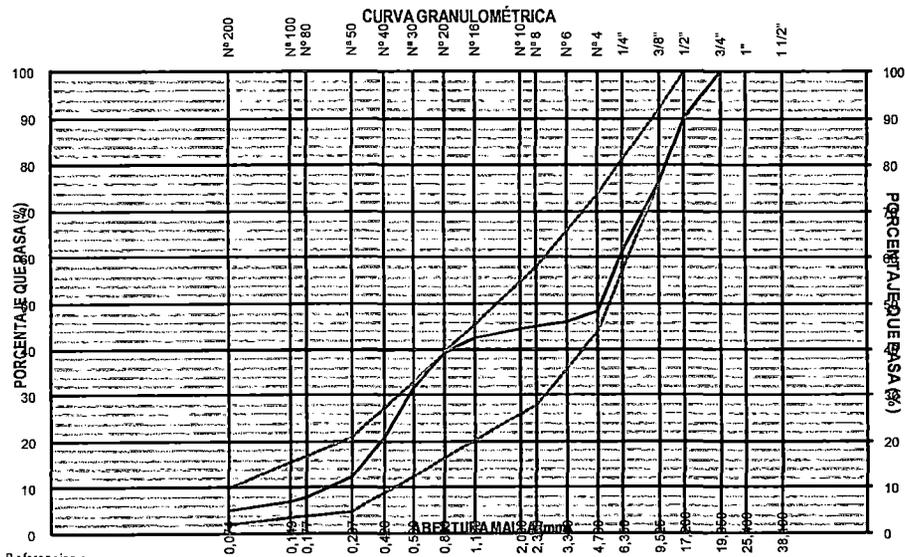
IDENTIFICACION : "Cantera de cauce de Río, km 648+295 , Lad Der." PRESENTACION : 1 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 80 kg aprox. Ver Gráfico

M ALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	D-5
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	10.0	90.2	90	100
3/8"	9.525	14.0	76.4		
1/4"	6.350	15.0	61.5		
N°4	4.760	13.0	48.6	44	74
N°6	3.360	2.0	46.3		
N°8	2.380	1.0	45.4	28	58
N°10	2.000	1.0	44.9		
N°16	1.190	2.0	42.7		
N°20	0.840	3.0	39.5		
N°30	0.590	8.0	31.7		
N°40	0.426	11.0	21.2		
N°50	0.297	9.0	12.6	5	21
N°60	0.177	5.0	8.0		
N°100	0.149	1.0	7.1		
N°200	0.074	2.0	5.3	2	10
- N°200	ASTM C 117 - 04	5.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) "Piedra chancada"	= 51%
(2) "Arena natural"	= 46%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 03%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 51%
- AGREGADO FINO	= 49%

OBSERVACIONES :
- Especificaciones ASTM D-3515
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.



Referencias :
ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010
El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• **EXPEDIENTE: 460 – 2009 – JBO**

RESUMEN EXP 460		CURVA C DEL HUSO ASTM D - 5		
DESCRIPCION	MF	DESCRIPCION	MF	MFG
ARENA1	4.06	ARENA IDEAL	3.45	
ARENA2	1.26	PIEDRA IDEAL	6.34	
PIEDRA	6.49	GLOBAL		4.34

COMBINACION ARENA2 + ARENA1

$$\text{MFG} = \text{FACT.ARENA2} * \text{MFA} + \text{FACT.ARENA1} * \text{MFP}$$

$$3.45 = \quad \text{A2} \quad * \quad 1.26 + \quad \quad \text{A1} \quad * \quad 4.06$$

proporción de agregados obtenido por **METODO DE AGREGADO GLOBAL**

A1: 0.7821 ARENA 1
 A2: 0.2179 ARENA 2

COMBINACION ARENAS + PIEDRA

$$\text{MFG} = \text{FACT.COMB.ARENAS} * \text{MFA} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP}$$

$$4.34 = \quad \quad \text{A} \quad * \quad 3.16 + \quad \quad \text{P} \quad * \quad 6.49$$

proporción de agregados obtenido por metodo de agregado global

P: 0.2928 PIEDRA
 A: 0.7072 COMBINACION DE ARENAS

	m	n	m*n
ARENA1	0.7821	0.70729	0.5531
ARENA2	0.2179	0.70729	0.1541
PIEDRA			0.2928

Se hace un ajuste a la combinación piedra + arenas aumentando filler para optimizar el porcentaje de vacíos del agregado mineral, por consiguiente optimizar el % de cemento asfáltico.

PIEDRA	0.96	*	0.2928	=	0.2811
ARENA1	0.96	*	0.5531	=	0.5310
ARENA2	0.96	*	0.1541	=	0.1479
FILLER					0.04

Se hace un ajuste en el gráfico de la granulometría de la combinación obteniendo:

PIEDRA:	0.3211
ARENA A1:	0.4910
ARENA A2:	0.1479
FILLER:	0.0400

ARENA 1

CUADRO 5.66 Módulo de finura de la arena 1 del Exp.460

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250	100.00		
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	72.00	28.00	28.00
N° 8	2.360	61.00	11.00	39.00
N° 10	2.000	50.00	11.00	50.00
N° 16	1.180	33.00	17.00	67.00
N° 20	0.850	22.00	11.00	78.00
N° 30	0.600		22.00	100.00
N° 40	0.425		-	100.00
N° 50	0.300			100.00
N° 80	0.177			100.00
N° 100	0.150			100.00
N° 200	0.075			100.00
- N° 200	ASTM C 117			

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 406.00

MOD.FINURA 4.06

ARENA 2

CUADRO 5.67 Modulo de la arena 2 del Exp. 460

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750			
N° 6	3.350			
N° 8	2.360			
N° 10	2.000			
N°16	1.180			
N° 20	0.850			
N° 30	0.600	100.00		
N° 40	0.425	87.00	13.00	13.00
N° 50	0.300	61.00	26.00	39.00
N° 80	0.177	23.00	38.00	77.00
N° 100	0.150	13.00	10.00	87.00
N° 200	0.075	6.00	7.00	94.00
- N° 200	ASTM C 117		6.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 126.00

MOD. FINURA 1.26

PIEDRA

CUADRO 5.68 Módulo de finura de la piedra del Exp. 460

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	78.00	22.00	22.00
3/8"	9.500	51.00	27.00	49.00
1/4"	6.250	25.00	26.00	75.00
N° 4	4.750		25.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360			100.00
N° 10	2.000			100.00
N°16	1.180			100.00
N° 20	0.850			100.00
N° 30	0.600			100.00
N° 40	0.425			100.00
N° 50	0.300			100.00
N° 80	0.177			100.00
N° 100	0.150			100.00
N° 200	0.075			100.00
- N° 200	ASTM C 117			100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 649.00

MOD. FINURA 6.49

5.16 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.460.

EXPEDIENTE N° 460-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS
Distribo Rimac ASFALTICAS
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 460-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCION : Lima, 01 de Junio del 2009 FECHA DE INICIO : Lima, 01 de Junio del 2009

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

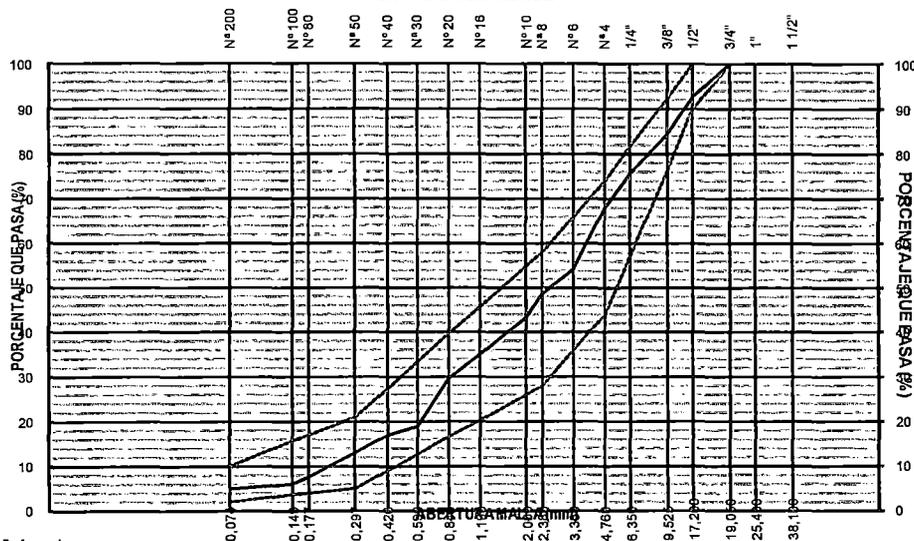
IDENTIFICACION : "C antera Río Alto Mundo" PRESENTACION : 2 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 80 kg aprox. Ver Gráfico

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	D-5
1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	7.0	92.9	90	100
3/8"	9.525	9.0	84.3		
1/4"	6.350	8.0	75.9		
N°4	4.760	8.0	87.9	44	74
N°6	3.360	14.0	54.2		
N°8	2.380	5.0	48.8	28	58
N°10	2.000	5.0	43.4		
N°16	1.190	8.0	35.0		
N°20	0.840	5.0	29.6		
N°30	0.590	11.0	18.8		
N°40	0.426	2.0	16.9		
N°50	0.297	4.0	13.0	5	21
N°80	0.177	6.0	7.4		
N°100	0.149	2.0	5.9		
N°200	0.074	1.0	4.9	2	10
- N°200	ASTM C 117 - 04	5.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra chancada	= 32%
(2) Arena natural (1er parcial)	= 49%
(3) Arena natural (2do parcial)	= 15%
(4) Filler (Cal hidratada)	= 4%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 32%
- AGREGADO FINO	= 68%

OBSERVACIONES :
- Especificaciones ASTM D-3515
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2009

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• **EXPEDIENTE: 654 – 2009 – JBO**

RESUMEN EXP 654

DESCRIPCION	MF
ARENA	2.82
PIEDRA	6.40

CURVA C DEL HUSO ASTM D - 5

DESCRIPCION	MF	MFG
ARENA IDEAL	3.45	
PIEDRA IDEAL	6.34	
GLOBAL		4.34

combinacion arena + piedra

$$\text{MFG} = \text{FACT.ARENA} * \text{MFA} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP}$$
$$4.34 = A * 2.82 + P * 6.40$$

porporcion de agregados obtenido por METODO DE AGREGADO GLOBAL

P: 0.4246

A: 0.5754

no necesita ajuste por filler

no necesita ajuste por grafico de granulometria

ARENA

CUADRO 5.69 Módulo de finura de la arena del Exp.654

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250	100.00		
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	91.00	9.00	9.00
N° 8	2.360	83.00	8.00	17.00
N° 10	2.000	77.00	6.00	23.00
N°16	1.180	61.00	16.00	39.00
N° 20	0.850	50.00	11.00	50.00
N° 30	0.600	38.00	12.00	62.00
N° 40	0.425	29.00	9.00	71.00
N° 50	0.300	22.00	7.00	78.00
N° 80	0.177	16.00	6.00	84.00
N° 100	0.150	14.00	2.00	86.00
N° 200	0.075	11.00	3.00	89.00
- N° 200	ASTM C 117		-	-

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 282.00
MOD. FINURA 2.82

PIEDRA

CUADRO 5.70 Módulo de finura de la piedra del Exp. 654

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000		100.00	-
3/4"	19.000		98.00	2.00
1/2"	12.500		85.00	13.00
3/8"	9.500		62.00	23.00
1/4"	6.250		24.00	38.00
N° 4	4.750			24.00
N° 6	3.350			-
N° 8	2.360			
N° 10	2.000			
N° 16	1.180			
N° 20	0.850			
N° 30	0.600			
N° 40	0.425			
N° 50	0.300			
N° 80	0.177			
N° 100	0.150			
N° 200	0.075			
- N° 200	ASTM C 117			

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 640.00
MOD. FINURA 6.40

5.17 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.654.

EXPEDIENTE N° 654-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNWERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n , Urb. Ingeniería AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS
: Distrito del Rimac ASFALTICAS
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 654-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCIÓN : 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : 01 de Junio del 2010

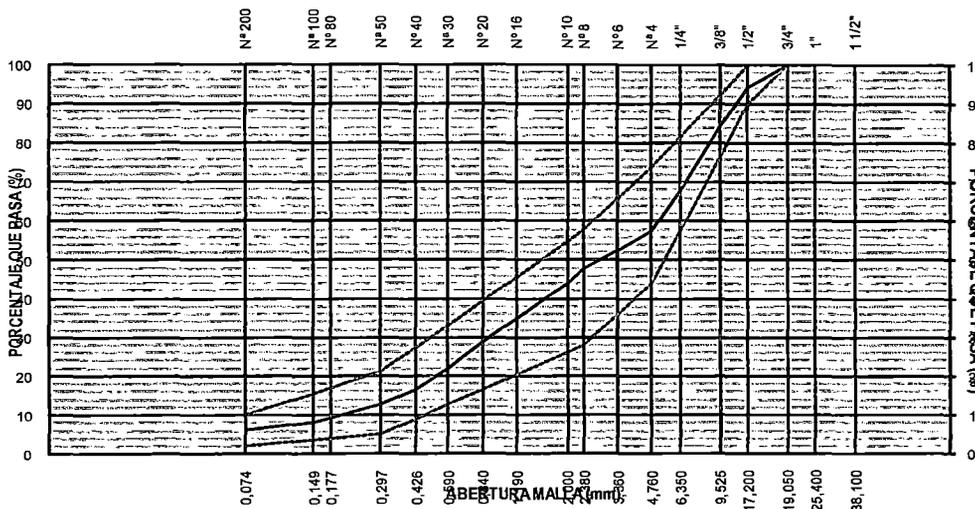
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL
ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera Yungaypampa PRESENTACIÓN : 2 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 90 kg aprox. Ver Gráf

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO				RESUMEN DE ENSAYO	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN D-5		PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
1 1/2"	38.100					(1) "Piedra Natural"	= 42%
1"	25.400					(2) "Arena Natural"	= 58%
3/4"	19.050		100.0	100		PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
1/2"	12.700	5.7	94.3	90	100	- AGREGADO GRUESO	= 43%
3/8"	9.525	9.9	84.4			- AGREGADO FINO	= 57%
1/4"	6.350	16.5	87.9			OBSERVACIONES :	
N°4	4.760	10.4	57.5	44	74	- Huso granulométrico D-5 de las ESPECIFICACIONES ASTM D-3515.	
N°6	3.360	5.1	52.4			- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.	
N°8	2.360	4.6	47.8	28	58		
N°10	2.000	3.5	44.3				
N°16	1.190	9.2	35.1				
N°20	0.840	6.3	28.8				
N°30	0.590	6.9	21.9				
N°40	0.426	5.2	16.7				
N°50	0.297	4.0	12.7	5	21		
N°80	0.177	3.5	9.2				
N°100	0.149	1.1	8.1				
N°200	0.074	1.8	6.3	2	10		
- N°200	ASTM C 117 - 04	6.3	-				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• **EXPEDIENTE: 732 – 2009 – JBO**

RESUMEN EXP 732

DESCRIPCION	MF
ARENA	2.99
PIEDRA	6.50

CURVA C DEL HUSO ASTM D - 5

DESCRIPCION	MF	MFG
ARENA IDEAL	3.45	
PIEDRA IDEAL	6.34	
GLOBAL		4.34

COMBINACION ARENA1 + PIEDRA

MFG= FACT.ARENA * MFA + FACT.PIEDRA * MFP

$$4.34 = A * 2.99 + P * 6.5$$

PORPORCION DE AGREGADOS OBTENIDO POR METODO DE AGREGADO

GLOBAL

P: 0.3846

A: 0.6154

NO NECESITA AJUSTE POR FILLER

NO NECESITA ALUSTE POR GRAFICA DE GRANULOMETRIA

ARENA

CUADRO 5.71 Módulo de la arena del Exp.732

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250	100.00		
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	86.00	14.00	14.00
N° 8	2.360	78.00	8.00	22.00
N° 10	2.000	73.00	5.00	27.00
N°16	1.180	60.00	13.00	40.00
N° 20	0.850	51.00	9.00	49.00
N° 30	0.600	39.00	12.00	61.00
N° 40	0.425	27.00	12.00	73.00
N° 50	0.300	17.00	10.00	83.00
N° 80	0.177	9.00	8.00	91.00
N° 100	0.150	7.00	2.00	93.00
N° 200	0.075	4.00	3.00	96.00
- N° 200	ASTM C 117		-	-

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 299.00

MOD. FINURA 2.99

PIEDRA

CUADRO 5.72 Módulo de finura de la piedra del Exp. 732

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	80.00	20.00	20.00
3/8"	9.500	50.00	30.00	50.00
1/4"	6.250	22.00	28.00	78.00
N° 4	4.750		22.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360			100.00
N° 10	2.000			100.00
N° 16	1.180			100.00
N° 20	0.850			100.00
N° 30	0.600			100.00
N° 40	0.425			100.00
N° 50	0.300			100.00
N° 80	0.177			100.00
N° 100	0.150			100.00
N° 200	0.075			100.00
- N° 200	ASTM C 117			100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 650.00
MOD.FINURA 6.50

5.18 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.732.

EXPEDIENTE N° 732-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería, AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS
Distrito del Rimac ASFALTICAS
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 732-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCION : Lima, 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : Lima, 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : "C antera Río Cachi"

PRESENTACION : 3 Sacos de polipropileno

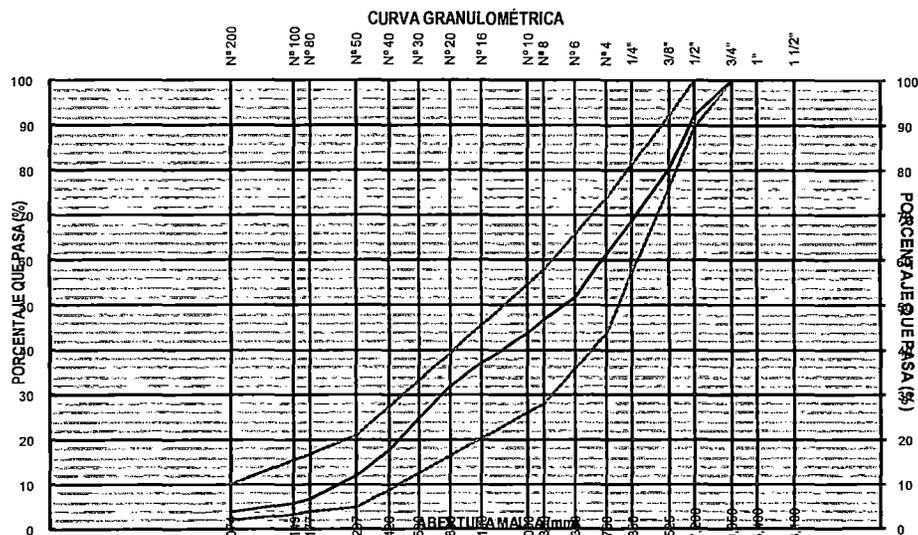
CANTIDAD : 90 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	D-5
1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	8.0	92.3	90	100
3/8"	9.525	12.0	80.7		
1/4"	6.350	12.0	69.0		
N°4	4.760	8.0	61.5	44	74
N°6	3.360	10.0	52.0		
N°8	2.380	5.0	47.0	28	58
N°10	2.000	3.0	44.0		
N°16	1.190	7.0	37.0		
N°20	0.840	5.0	32.0		
N°30	0.590	7.0	25.0		
N°40	0.426	7.0	18.0		
N°50	0.297	6.0	12.0	5	21
N°80	0.177	5.0	7.0		
N°100	0.149	1.0	6.0		
N°200	0.074	2.0	4.0	2	10
- N°200	ASTM C 117 - 04	4.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra chancada	= 38%
(2) Arena natural	= 62%
(3) Filler (C al hidratada)	= 00%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 39%
- AGREGADO FINO	= 61%

OBSERVACIONES :

- Dosificación de agregados para Marshall.
- Especificaciones ASTM D-3515
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.



Referencias :

- ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
- ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010
El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• **EXPEDIENTE: 735 – 2009 – JBO**

RESUMEN EXP 735

DESCRIPCION	MF
ARENA	2.55
PIEDRA	6.50

CURVA C DEL HUSO ASTM D - 5

DESCRIPCION	MF	MFG
ARENA IDEAL	3.45	
PIEDRA IDEAL	6.34	
GLOBAL		4.34

COMBINACION ARENA1 + PIEDRA

$$\text{MFG} = \text{FACT.ARENA} * \text{MFA} + \text{FACT.PIEDRA} * \text{MFP}$$
$$4.34 = A * 2.55 + P * 6.5$$

PORPORCION DE AGREGADOS OBTENIDO POR METODO DE AGREGADO GLOBAL

P: 0.4532
A: 0.5468

NO NECESITA AJUSTE POR FILLER

NO NECESITA AJUSTE POR GRAFICO DE GRANULOMETRIA

ARENA

CUADRO 5.73 Módulo de finura de la arena del Exp.735

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250	100.00		
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	91.00	9.00	9.00
N° 8	2.360	84.00	7.00	16.00
N° 10	2.000	80.00	4.00	20.00
N°16	1.180	69.00	11.00	31.00
N° 20	0.850	62.00	7.00	38.00
N° 30	0.600	52.00	10.00	48.00
N° 40	0.425	41.00	11.00	59.00
N° 50	0.300	28.00	13.00	72.00
N° 80	0.177	15.00	13.00	85.00
N° 100	0.150	12.00	3.00	88.00
N° 200	0.075	7.00	5.00	93.00
- N° 200	ASTM C 117		-	-

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 255.00

MOD. FINURA 2.55

PIEDRA

CUADRO 5.74 Módulo de la piedra del Exp. 735

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	80.00	20.00	20.00
3/8"	9.500	50.00	30.00	50.00
1/4"	6.250	22.00	28.00	78.00
N° 4	4.750		22.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360			100.00
N° 10	2.000			100.00
N° 16	1.180			100.00
N° 20	0.850			100.00
N° 30	0.600			100.00
N° 40	0.425			100.00
N° 50	0.300			100.00
N° 80	0.177			100.00
N° 100	0.150			100.00
N° 200	0.075			100.00
- N° 200	ASTM C 117			100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 650.00

MOD. FINURA 6.50

5.19 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.735.

EXPEDIENTE N° 735-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru, Urb. Ingeniería, Rimac AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS
ASFALTICAS
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 735-2009-JBO UBICACIÓN : Lima
FECHA DE RECEPCION : Lima, 01 de Junio del 2010 FECHA DE INICIO : Lima, 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION : "Cantera Turubamba"

PRESENTACION : 3 Saco de polipropileno

CANTIDAD : 90 kg aprox.

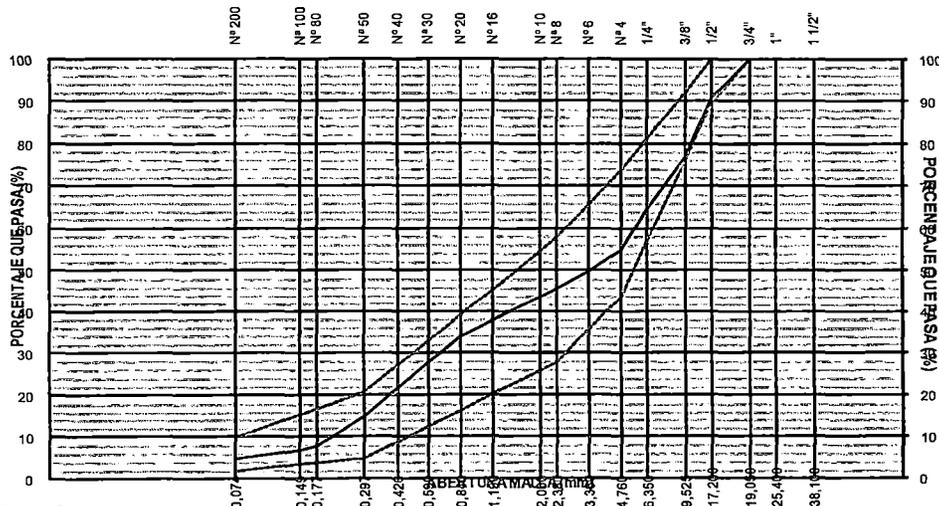
Ver Gráfico

M ALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	D-5
1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	9.0	91.0	90	100
3/8"	9.525	14.0	77.0		
1/4"	6.350	12.0	65.0		
N°4	4.760	10.0	55.0	44	74
N°6	3.360	5.0	50.0		
N°8	2.380	4.0	46.0	28	58
N°10	2.000	2.0	44.0		
N°16	1.190	6.0	38.0		
N°20	0.840	4.0	34.0		
N°30	0.590	6.0	28.0		
N°40	0.426	6.0	22.0		
N°50	0.297	7.0	15.0	5	21
N°60	0.177	7.0	8.0		
N°100	0.149	1.0	7.0		
N°200	0.074	2.0	5.0	2	10
-N°200	ASTM C 117 - 04	5.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra chancada	= 45%
(2) Arena natural	= 55%
(3) Filler (Cal hidratada)	= 00%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 45%
- AGREGADO FINO	= 55%

OBSERVACIONES :	
- Especificaciones ASTM D-3515, Huso D-5	
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :

ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Tác: D.C.O.

Rev: F.C.S.

Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

• **EXPEDIENTE: 1003 – 2009 – JBO**

RESUMEN EXP 1003

DESCRIPCION	MF
ARENA1	2.49
ARENA2	3.46
PIEDRA	6.47

CURVA C DEL HUSO ASTM D - 5

DESCRIPCION	MF	MFG
ARENA IDEAL	3.45	
PIEDRA IDEAL	6.34	
GLOBAL		4.34

NO SE USA ARENA2 POR COSTO

COMBINACION ARENA1 + PIEDRA

$$MFG = \text{FACT. ARENA1} * MFA + \text{FACT. PIEDRA} * MFP$$

$$4.34 = A1 * 2.49 + P * 6.47$$

PORPORCION DE AGREGADOS OBTENIDO POR METODO DE AGREGADO

GLOBAL

$$P: 0.4648$$

$$A1: 0.5352$$

SE HACE UN AJUSTE A LA COMBINACION PIEDRA + ARENA

AUMENTANDO FILLER PARA OPTIMIZAR EL PORCENTAJE DE VACIOS DEL

AGREGADO MINERAL, POR CONSIGUIENTE OPTIMIZAR EL % DE

CEMENTO ASFALTICO

$$\text{PIEDRA} \quad 0.96 * 0.4648 = 0.4462$$

$$\text{ARENA1} \quad 0.96 * 0.5352 = 0.5138$$

$$\text{FILLER} \quad 0.0400$$

HACE AJUSTE GRAFICO DE GRANULOMETRIA

$$\text{PIEDRA: } 0.4920$$

$$\text{ARENA: } 0.4680$$

$$\text{FILLER: } 0.0400$$

ARENA 1

CUADRO 5.75 Módulo de finura de la arena1 del Exp.1003

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	98.00	2.00	2.00
N° 8	2.360	97.00	1.00	3.00
N° 10	2.000	96.00	1.00	4.00
N°16	1.180	89.00	7.00	11.00
N° 20	0.850	76.00	13.00	24.00
N° 30	0.600	49.00	27.00	51.00
N° 40	0.425	26.00	23.00	74.00
N° 50	0.300	12.00	14.00	88.00
N° 80	0.177	5.00	7.00	95.00
N° 100	0.150	4.00	1.00	96.00
N° 200	0.075	2.00	2.00	98.00
- N° 200	ASTM C 117		-	-

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 249.00
MOD. FINURA 2.49

ARENA 2

CUADRO 5.76 Módulo de finura de la arena 2 del Exp. 1003

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000			
1/2"	12.500			
3/8"	9.500			
1/4"	6.250			
N° 4	4.750	100.00	-	-
N° 6	3.350	76.00	24.00	24.00
N° 8	2.360	63.00	13.00	37.00
N° 10	2.000	56.00	7.00	44.00
N° 16	1.180	39.00	17.00	61.00
N° 20	0.850	32.00	7.00	68.00
N° 30	0.600	25.00	7.00	75.00
N° 40	0.425	20.00	5.00	80.00
N° 50	0.300	16.00	4.00	84.00
N° 80	0.177	12.00	4.00	88.00
N° 100	0.150	11.00	1.00	89.00
N° 200	0.075	7.00	4.00	93.00
- N° 200	ASTM C 117		7.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 346.00
MOD. FINURA 3.46

PIEDRA

CUADRO 5.77 Módulo de finura de la piedra del Exp. 1003

SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	P.PASA	P.RET (%)	R.ACUM... (%)
3"	75.000			
2 1/2"	62.500			
2"	50.000			
1 1/2"	37.500			
1"	25.000			
3/4"	19.000	100.00	-	-
1/2"	12.500	80.00	20.00	20.00
3/8"	9.500	53.00	27.00	47.00
1/4"	6.250	23.00	30.00	77.00
N° 4	4.750		23.00	100.00
N° 6	3.350		-	100.00
N° 8	2.360			100.00
N° 10	2.000			100.00
N° 16	1.180			100.00
N° 20	0.850			100.00
N° 30	0.600			100.00
N° 40	0.425			100.00
N° 50	0.300			100.00
N° 80	0.177			100.00
N° 100	0.150			100.00
N° 200	0.075			100.00
- N° 200	ASTM C 117			100.00

Fuente: Elaboración propia

SUMAR.A (%) 647.00
MOD. FINURA 6.47

5.20 Granulometría de la Combinación de la Piedra y Arena del Exp.1003.

EXPEDIENTE N° 1003-2009-JBO

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
DIRECCIÓN : Av. Tupac Amaru s/n, Urb. Ingeniería, Rimac

PROYECTO : TESIS CONDICIONES PARA EL USO DEL AGREGADO GLOBAL PARA MEZCLAS ASFALTICAS

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 1003-2009-JBO
FECHA DE RECEPCION : Lima, 01 de Junio del 2010

UBICACIÓN : Lima
FECHA DE INICIO : Lima, 01 de Junio del 2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL ASTM C 136-05

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

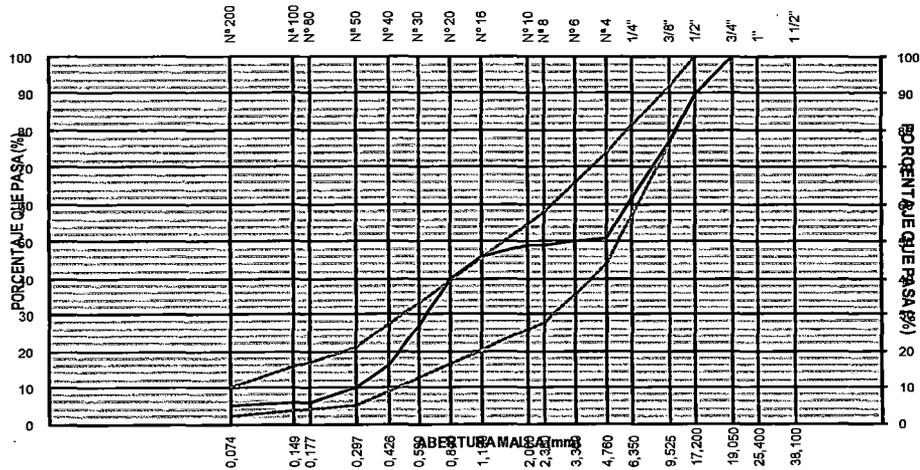
IDENTIFICACION : Cantera km 44+150, L.Izquierdo
PRESENTACION : 2 Sacos de polipropileno
CANTIDAD : 70 kg aprox.

MALLAS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN	D-5
1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050		100.0	100	
1/2"	12.700	10.0	90.0	90	100
3/8"	9.525	13.0	77.0		
1/4"	6.350	15.0	62.0		
N°4	4.750	11.0	51.0	44	74
N°6	3.360	1.0	50.0		
N°8	2.380	1.0	49.0	28	58
N°10	2.000	-	49.0		
N°16	1.180	3.0	46.0		
N°20	0.840	6.0	40.0		
N°30	0.590	13.0	27.0		
N°40	0.426	11.0	16.0		
N°50	0.297	6.0	10.0	5	21
N°80	0.177	4.0	6.0		
N°100	0.149	-	6.0		
N°200	0.074	1.0	5.0	2	10
- N°200	ASTM C 117 - 04	5.0	-		

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Piedra chancada	= 49%
(2) Arena natural	= 47%
(3) Arena de Piedra chancada	= 00%
(4) Filler (Cal hidratada)	= 04%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 49%
- AGREGADO FINO	= 51%

OBSERVACIONES :	
- Especificaciones ASTM D-3515 (Huso D-5)	
- Muestras tomadas e identificadas por el solicitante.	
- La piedra ha sido chancada y tamizada através de la malla 3/4" en laboratorio por el personal técnico de JBO Ingenieros S.A.C.	
- Para mejorar la granulometría se ha empleado arena de piedra chancada pasando la malla N°4.	
- La calidad de agregados corresponde a los emitidos el 09/09/09, con Expediente N° 675-2009-JBO	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Referencias :
 ASTM C 136-05 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
 ASTM C 117-04 Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing
 ASTM D 3515-01 Standard specification for hot-mixed, hot-laid bituminous paving mixtures

Téc: D.C.O.
 Rev: F.C.S.
 Fecha de emisión : Lima, 01 de Junio del 2010
 El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.