



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Caracterización de los agregados de la cantera San Bernardo, para su uso en la proporción de Mezclas Asfálticas en Caliente”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL**

AUTOR:

ALVARADO LEÓN, Carlos Edgardo (0000-0002-1315-5226)

ASESOR:

Ing.Luis Alberto Horna Araujo (0000-0002-3674-9617)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

Trujillo-Perú

2018

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por darme fuerzas, para poder enfrentar las adversidades de la vida, a mis padres Jorge Edgardo y Flora Edelmira, por su apoyo en cada uno de los pasos en mi formación profesional.

Carlos Alvarado León

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a agradecerle a Dios por acompañarme en cada decisión que he tomado en la vida, por ayudarme a cumplir las metas que me he trazado hasta este momento, segundo a mi familia por su gran apoyo en todos los momentos, mis padres Jorge y Flora, que son los pilares fundamentales en mi vida que me han enseñado valores y me han dado la fortaleza para todos los retos que me propuesto. Además, un agradecimiento a mi asesor Ing. Luis Horna, por su tiempo y dedicación y paciencia en el desarrollo de este trabajo de titulación. Además, un agradecimiento especial al Ing. Carlos Camino Garcés y técnicos por brindarme el acceso al laboratorio en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Carlos Alvarado León

PÁGINA DEL JURADO

ING. ALAN YORDAN VALDIVIESO VELARDE

PRESIDENTE

ING. LUIS ALBERTO HORNA ARAUJO

Asesor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Carlos Edgardo Alvarado León, con DNI. N° 73033199, estudiante de la carrera profesional de Ingeniería Civil; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

Por tal motivo, asumo toda responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	6
2.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	6
2.2 Población, muestra y muestreo	6
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	6
2.4 Procedimiento.....	7
2.5 Método de análisis de datos	7
2.6 Aspectos Éticos.....	7
III. RESULTADOS	8
3.1 Parámetros de Investigación.....	8
3.2 Ensayo de los agregados	8
3.3 Diseño Marshall Mezcla Asfáltica.....	12
IV. DISCUSIÓN.....	14
V. CONCLUSIONES	15
VI. RECOMENDACIONES	16
REFERENCIAS	17
ANEXOS.....	20

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Caracterización de los agregados de la cantera San Bernardo, para su uso en la proporción de Mezclas Asfálticas en Caliente”, se ha realizado con la finalidad para determinar la gradación de los agregados para el diseño de mezcla asfáltica en caliente. Se realizó el análisis granulométrico de los agregados de la cantera San Bernardo, obteniendo como resultado que cumple con los parámetros del Manual de Carreteras, para poder realizar un Diseño de mezclas asfálticas. Asimismo, se realizó el ensayo de peso específico y absorción de los agregados de la cantera San Bernardo, obteniendo como resultados que el peso específico y absorción el agregado grueso es de 0.98% y peso específico y absorción el agregado fino tiene un valor de 0.43%, cumpliendo con los parámetros requeridos por el Manual de Carreteras. Finalmente se realizó la determinación de la gradación para el Diseño de mezcla asfáltica en caliente obteniendo una gradación tipo MAC - 1, cumpliendo con los límites establecidos por el Manual de Carreteras (2013).

Palabra clave: Agregado grueso, agregado fino, gradación, mezcla asfáltica.

ABSTRACT

The present research work entitled “Characterization of the aggregates of the San Bernardo quarry, for use in the proportion of Hot Asphalt Mixes”, has been carried out with the purpose of determining the gradation of the aggregates for the design of asphalt mix in hot. The granulometric analysis of the aggregates of the San Bernardo quarry was carried out, obtaining as a result that it complies with the parameters of the Road Manual, in order to carry out a Design of asphalt mixtures. Likewise, the test of specific weight and absorption of the aggregates of the San Bernardo quarry was carried out, obtaining as results that the specific weight and absorption the coarse aggregate is 0.98% and specific weight and absorption the fine aggregate has a value of 0.43% , complying with the parameters required by the Road Manual. Finally, the determination of the gradation for the hot asphalt mixture design was obtained, obtaining a gradation type MAC -1, complying with the limits established by the Road Manual (2013).

Keyword: Coarse aggregate, fine aggregate, gradation, asphalt mixture.

I. INTRODUCCIÓN

Según la norma MTC-EG (2013), las mezclas asfálticas es uno de los materiales más utilizadas para la construcción de pavimentos; por ende, las instituciones viales con los ingenieros han llevado a cabo diversos estudios para los métodos de Diseño que cumplen los parámetros y cuenta con una adecuada calidad.

En nuestro medio una de las canteras más utilizadas es la Cantera San Bernardo, en tal sentido se ha considerado realizar la caracterización de los materiales de dicha cantera y verificar que cumplen con los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras para la preparación de mezclas asfálticas en caliente.

Estos y otros aspectos relacionados han sido estudiados por los diversos autores que se menciona a continuación con la finalidad de dar a conocer la Caracterización de los agregados de la cantera San Bernardo, para su uso en la proporción de mezclas asfálticas en caliente.

Chiquito y Torres (2015), en su investigación titulada “Diseño de mezcla asfáltica en caliente empleando los agregados de la cantera San Vicente de Colonche y del Rio San Rafael de la provincia de Santa Elena utilizando el método Marshall”, ha realizado la determinación de la granulometría de los agregados y la correcta proporción del ligante asfáltico para el Diseño de mezcla asfáltica. Los resultados muestran concluyendo que se puede evaluar los requerimientos como estabilidad y flujo que cumplen con la norma Ecuatoriana Vial, que se especifica para la preparación de mezcla asfáltica en caliente siguiendo la Metodología Marshall.

Al respecto Terán (2015), en su investigación “Diseño de mezclas asfálticas en caliente utilizando agregados de la mina Cashapamba con metodología Marshall”, consistió en encontrar la granulometría de los agregados y adecuado porcentaje del ligante asfáltico para alcanzar la correcta preparación de mezclas asfálticas en caliente. Como resultados se determinó 2 tipos de agregados con lo que se obtuvo un tamaño máximo nominal de 1 pulgada por lo que se utilizó $\frac{3}{4}$ ” para el diseño de mezclas para que cumpla con los límites granulométricos, además la evaluación del ligante asfáltico AC20 siendo óptimos para la fabricación de mezclas asfálticas en caliente.

Por su parte Tafur (2014), en su estudio “Evaluación de la influencia de la granulometría en el desempeño de las mezclas asfálticas en caliente, realizó la determinación de la influencia de la granulometría en la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente, permitiendo analizar el cambio de porcentajes de la granulometría de los agregados usados en el diseño de mezclas asfálticas en caliente, obteniendo como resultado que afecta el funcionamiento mecánico de la mezcla asfáltica, además se logró establecer que la granulometría A(G-A), que conforma el área restringida de la metodología Superpave teniendo un buen desempeño en lo referente a lo estructural y a la vez que esté dentro de los parámetros de flujo y estabilidad.

Asimismo, Castro y Vera (2105), en su tesis “Influencia de las características de los agregados de las canteras el sector el Milagro – Huanchaco en un diseño de mezcla de concreto”, consistió en analizar los agregados de las canteras mencionadas y conocer el estado de los agregados. Se realizó el estudio de las características de los agregados obtenidos de cuatro canteras, siguiendo el procedimiento de la Norma Técnica Peruana (NTP 400.037). Los resultados de los análisis de las canteras estudiadas, fueron desfavorables, estos no correspondían con los requerimientos indicados en la norma. Por último, se realizó unas modificaciones con la finalidad de lograr un material óptimo alcanzado nuevas características físicas y químicas, logrando cumplir los requerimientos de calidad, destacando a los agregados la cantera Rubio, Jaén alcanzado los mejores resultados.

Para Ramírez (2015), en su estudio “Evaluación de compatibilidad de mezclas asfálticas, utilizando agregados de la cantera San Martín con cemento asfáltico Pen 60/70 y emulsión asfáltica CSS-1HP”, consistió en determinar el grado de compatibilidad de las mezclas asfálticas, su óptimo porcentaje de ligante asfáltico con agregados de la cantera San Martín. Se realizó el diseño de mezcla obteniendo un valor de porcentaje de agregado grueso de 55% y agregado fino 45%, y a la vez con un 6% de PEN 60/70 como ligante asfáltico, asimismo como resultado usando emulsión asfáltica se obtiene la misma proporción mencionada anteriormente para el diseño de mezclas asfálticas.

Para el diseño de mezclas asfálticas en caliente existen aspectos teóricos que sirven de base para la presente investigación como los que se menciona a continuación:

Para Tamayo, Gutiérrez y Cabrera (1983), la degradación del agregado mineral, consiste en la disminución de la resistencia de los agregados, originado por procesos mecánicos y químicos. Este proceso químico se da por la separación de algunos minerales que esta compuestos por los agregados y los mecánicos se originan por la desintegración de los agregados.

Según el Manual de Carreteras -EG (2013), para asegurar la calidad de los agregados deben poseer una capa de ligante asfáltico, la cual no debe desprenderse del agregado por efecto del tráfico, cargas y humedad. La proporción óptima se determinará mediante diseños establecidos.

El agregado fino se obtiene de trituración de las gravas. El agregado fino viene a ser los que retiene el tamiz N°4 y N°200, deberá poseer propiedades que permitan la adhesión con el ligante asfáltico.

El Manual de Carreteras (2013), menciona que se realiza los ensayos a los agregados para comprobar que cumplan las especificaciones de calidad y evaluar su durabilidad., teniendo como base el procedimiento del Manual de Ensayos. En el cuadro 1 y cuadro2 se muestra los ensayos que se llevan a cabo a los agregados y presenta a continuación los requerimientos para cada ensayo a realizar:

Cuadro 1: Ensayos de Agregado Grueso

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3.000	>3.000
Análisis Granulométrico por tamizado	MTC E 204		
Peso Específico y Absorción	MTC E 206	1,0% máx	1,0% máx
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	40% máx	35% máx
Durabilidad al Sulfato de Magnesio	MTC E 209	18% máx	15% máx
Porcentaje de Caras Fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 223	10% máx	10% máx
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx	0.5% máx

Fuente: Manual de Carreteras - EG-2013.

Cuadro 2: Ensayos de Agregado Fino

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m)	
		≤ 3.000	>3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Peso Específico y Absorción	MTC E 205	0.5% máx	0.5% máx
Índice de Plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	4 máx	NP
Índice de Plasticidad (malla N° 40)	MTC E 114	NP	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx	0.5% máx
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40

Fuente: Manual de Carreteras -EG-2013

- Análisis Granulométrico del agregado, según el ensayo MTC E 204 (2016), nos indica el procedimiento para realizar el análisis de granulometría para evaluar los parámetros necesarios para la preparación de mezclas asfálticas en caliente.
- Gravedad específica y absorción, como indica el ensayo MTC E 206 (2016), se realiza según el procedimiento para encontrar el peso específico seco, saturado superficial, aparente y absorción después de un periodo de 24 horas. Para la selección de la muestra se realizó de acuerdo al MTC E 201.
- Gravedad Específica y Absorción del agregado Fino, se realizó el ensayo según el procedimiento como indica el Manual de Ensayo de Materiales MTC E 205 (2016), para encontrar el peso específico seco y saturado del agregado fino; la determinación de la muestra se realiza según el procedimiento de la MTC E 201.

La presente investigación se realizó para determinar ¿La Características de los agregados de la cantera San Bernardo, para su uso en la proporción de Mezclas Asfálticas en Caliente?

Esta investigación se justifica de manera práctica, ya que permite experimentar con agregados propios de la zona y mediante la Metodología Marshall para el diseño de mezcla asfálticas en caliente. Asimismo, siguiendo los procedimientos establecidos por las normas peruanas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones e internacionales como ASTM y AASTHO.

Para dar respuesta a la investigación se propuso determinar caracterización de los agregados, para el uso en la preparación de mezclas asfálticas en caliente; para lo cual se estableció los siguientes objetivos específicos:

- Determinación del análisis granulométrico de los agregados
- Determinación del peso específico y absorción de los agregados
- Determinación de la gradación para el diseño de mezcla en caliente.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de Investigación

La presente investigación fue cuantitativa ya que considera y analiza los datos para explicar mejor la hipótesis y a vez el Diseño de investigación empleado corresponde Diseño experimental. (Hernández, Fernández y Baptista, 1997).

2.2 Población, muestra y muestreo

2.2.1 Población:

El presente trabajo de investigación estuvo orientado al estudio de los agregados de la Cantera San Bernardo.

2.2.2 Muestra:

La muestra consistió en 20 Kg de Agregado Grueso y 10 Kg de Agregado Fino de la Cantera San Bernardo.

2.2.3 Muestreo:

El presente estudio nos indica que el tipo de muestreo es aleatorio, ya que la selección de la muestra se da de manera incondicional.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.3.1 Técnicas:

La técnica utilizada para el presente trabajo de investigación es la observación. Por la cual se da por la percepción y la selección de datos requeridos.

2.3.2 Instrumento:

La presente investigación cuenta con una ficha de observación. El estudio de agregados presenta sus respectivos requerimientos los que se encuentran establecidos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, a vez por ASTM y AASHTO.

2.4 Procedimiento

Se realizó el estudio de agregados y finalmente se determinó la proporción de los agregados para el diseño de mezclas asfálticas.

2.5 Método de análisis de datos

- Para el estudio de los agregados se usó el laboratorio para determinar las características de los agregados.
- Se usó Microsoft Word y Excel para la procesacion de datos e información y realización de tablas y graficos.

2.6 Aspectos Éticos

En cuanto a los aspectos éticos que sé que tendrá en cuenta en el presente estudio son:

- Toda información del presente estudio será citada según las normas ISO 690 y 690 -2, asimismo al tipo de fuente bibliográfica.
- Los ensayos que se realizan se tendrá como fundamento el procedimiento, requerimientos y parámetros considerados por las normas técnicas MTC, AAHSTO y ASTM.

III. RESULTADOS

3.1 Parámetros de Investigación

El agregado se ha obtenido de la cantera San Bernardo localizada en el Milagro - Huanchaco.

3.2 Ensayo de los agregados

3.2.1 Agregado Grueso y Agregado Fino

Para este estudio se usó el procedimiento que indica el ensayo MTC E 504 cuyo fin es determinar que cumplen los parámetros establecidos para la preparación de mezclas asfálticas. Se muestra el cuadro 3, el tamaño de 3/4" con un peso de 5 Kg de agregado grueso y 0.5 Kg de agregado fino. El cuadro 4 se muestra los resultados del ensayo granulométrico.

Cuadro 3: Selección de muestra.

Tamaño máximo Nominal malla cuadrada mm - (pulgada)	Peso mínimo de la muestra de ensayo Kg - (lb)
3/8" (9.5 mm)	1 – (2)
1/2" (12.5 mm)	2 – (4)
3/4" (19.0 mm)	5 – (11)

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales MTC-2016.

Cuadro 4: Resultados de Granulometría al agregado fino y grueso.

TAMIZ		AGREGADO GRUESO			AGREGADO FINO		
N°	ABERT. (m.m)	PESO (gr)	% RET. PARCIAL	% PASA	PESO (gr)	% RET. PARCIAL	% PASA
3/4"	19.050	1220.30	24.41	75.59	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	1835.20	36.70	38.89	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	987.55	19.75	19.14	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	854.45	17.09	2.05	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	102.50	2.05	0.00	87.90	17.58	82.42
N° 40	0.420	0.0	0.00	0.00	213.70	42.74	39.68
N° 80	0.180	0.0	0.00	0.00	91.40	18.28	21.40
N° 200	0.074	0.0	0.00	0.00	67.70	13.54	7.86
PLATO		0.0	0.00	0.00	39.30	7.86	0.00
TOTAL		5000.00	100.00		500.00	100.00	

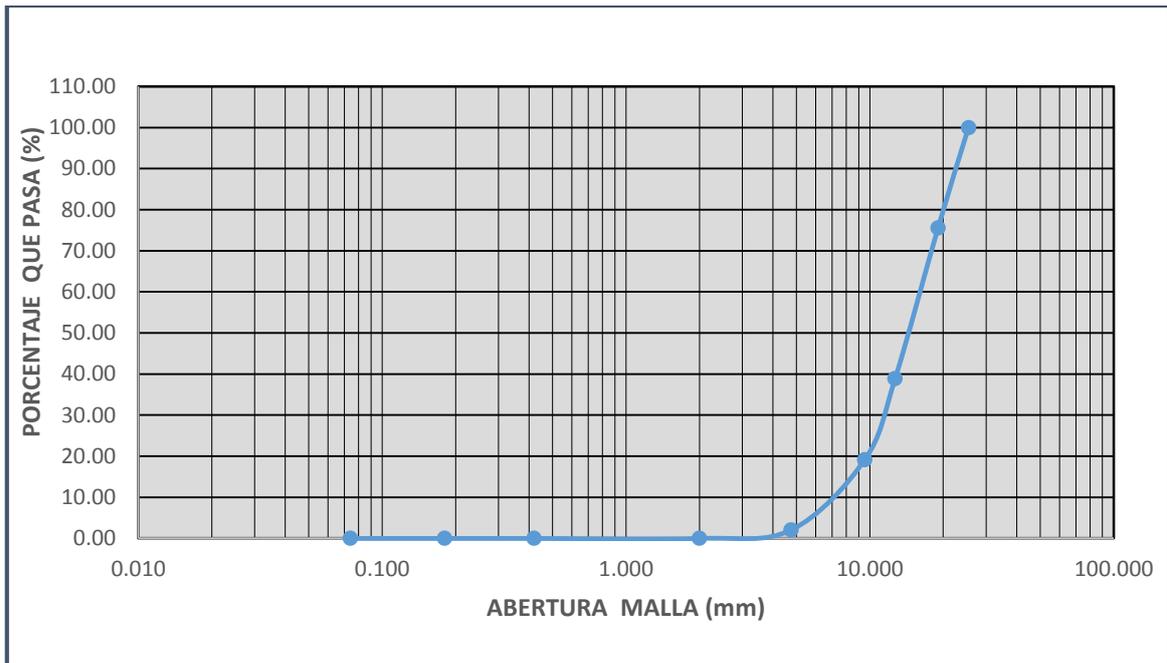


Figura 1: Curva Granulométrica del Agregado Grueso

En la figura 1, se observa la Curva Granulométrica del Agregado Grueso, según de los resultados obtenidos en el cuadro 4.

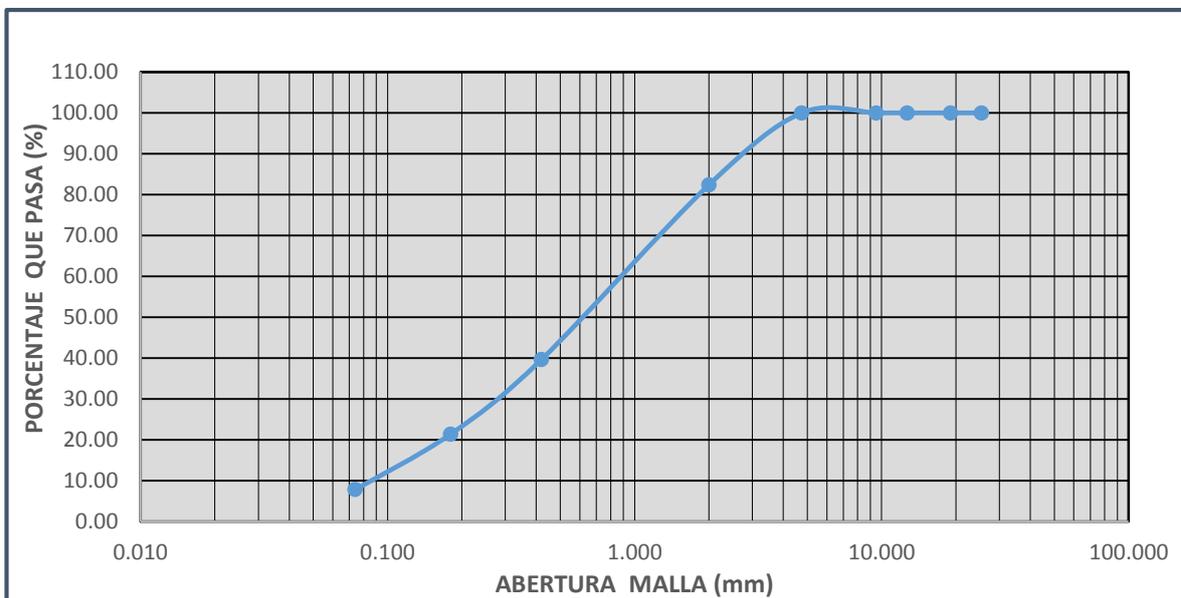


Figura 2: Curva Granulométrica del Agregado Fino

En la figura 2, se observa la Curva Granulométrica del Agregado Fino, según de los resultados obtenidos en el cuadro 4, con un 7.86% que pasa la malla # 200.

3.2.2 Gravedad Específica y Absorción del agregado Grueso

La selección de la muestra se realizó como indica el ensayo del MTC 201. El peso mínimo de la muestra será usado de acuerdo al cuadro 5, luego secado al horno a una temperatura $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, el agregado fue introducido al agua por un periodo de 24 horas. Se determinó el peso saturado, parcialmente saturado y por último el peso final a una temperatura $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 3 horas.

Cuadro 5: Peso mínimo de la muestra.

Tamaño Máximo Nominal Muestra de ensayo mínima mm - (pulgada)	Muestra de ensayo Kg (aprox .lb.)
1/2" (12.5 mm)	2 – (4.4)
3/4" (19.0 mm)	4 – (6.6)

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales MTC-2016.

Cuadro 6: Resultados del ensayo Gravedad Específica y Absorción

Identificación			
A	Peso mat. Seco en estufa	gr.	1982.38
B	Peso mat. sat. superf. seco (sss)	gr.	2001.73
C	Peso mat. sat. superf. seco sumergido	gr.	1257.75
Cálculos			
	* Peso Espec. Bulk (base seca) A/B-C	gr/cm ³	2.66
	**Peso Espec. Bulk (base sat.) B/B-C	gr/cm ³	2.69
	Peso Espec. Aparente (base seca) A/A-C	gr/cm ³	2.74
	% de Absorción ((B-A)/A) x 100	%	0.98

En el cuadro 6, se presenta los resultados del ensayo siguiendo el procedimiento de la MTC E 206, obteniendo un porcentaje de absorción de 0.98 %, los agregados gruesos pueden utilizarse sin ningún problema ya que están dentro de los requerimientos establecidos.

3.2.3 Gravedad Específica y Absorción del agregado Fino

La selección de la muestra se realizó como indica el procedimiento del Manual de Ensayo de Materiales MTC 201. La muestra se ha obtenido por cuarteo y secado al horno a una temperatura $110 \pm 5^\circ\text{C}$. La muestra de 1 Kg de material, se introduce en un frasco 500 gr y se llena con agua a una temperatura $23 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta llegar a 500 cm^3 . Después de remover el frasco durante un tiempo de 15 minutos para eliminar las burbujas, seguidamente se ajusta la temperatura y contenido a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ y llenar hasta el límite y por último remover el agregado fino a una temperatura $110 \pm 5^\circ\text{C}$, enfriar a temperatura ambiente de $\frac{1}{2}$ a 1 hora y determinar el peso.

Cuadro 7: Resultados del ensayo Gravedad Específica y Absorción

Datos			
A	Peso en el aire muestra seca	gr.	398.29
B	Peso picnómetro aforado lleno de agua	gr.	631.38
C	Peso total picnómetro aforado+ muestra+ agua	gr.	875.29
S	Peso muestra saturada sup. seca	gr.	400.00
Cálculos:			
	*Peso Específico Bulk. (base seca) $A/B+S-C$	gr/cm ³	2.55
	**Peso Específico Bulk sss (base sat.) $S/B+S-C$	gr/cm ³	2.56
	Peso Específico Aparente $A/B+A-C$	gr/cm ³	2.58
	Porcentaje de Absorción $(S-A)/A \times 100$	%	0.43

Los resultados obtenidos en el cuadro 7 indica, un porcentaje de absorción de 0.43 %, los agregados finos se pueden usar, ya que cumple con los parámetros requeridos por el Manual de Carretera (2013).

3.3 Diseño Marshall Mezcla Asfáltica

El diseño del método Marshall, primeramente, la mezcla se lleva acabo según los requerimientos que establece el MTC. El cuadro 8 se muestra, que de acuerdo a la gradación (MAC) deberá estar dentro de los limites según los usos granulométricos.

Cuadro 8: Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N° 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N° 10)	29-45	30-52	43-61
425 µm (N° 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N° 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N° 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Manual de Carreteras EG-2013

El cuadro 9 se ha realizado el diseño de mezcla, resultado de la composición de los agregados, con un 48 % de agregado grueso y 52% de agregado fino, realizados según los requerimientos establecidos por la gradación de Mezcla asfáltica en caliente como indica el Manual de Carreteras.

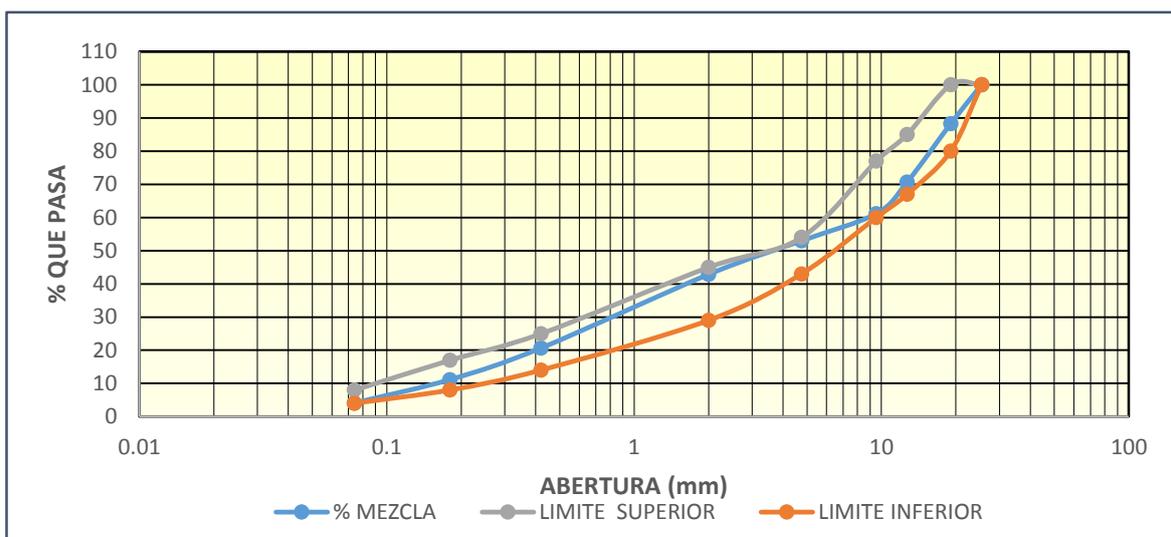
Cuadro 9: Proporción de Mezcla

PROPORCION DE MEZCLAS	
Agregado Grueso	48.00%
Agregado Fino	52.00%

Cuadro 10: Resultados del Diseño de Mezclas para una gradación tipo MAC-1.

TAMIZ		GRANULOMETRÍA RESULTANTE				
		AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	MEZCLA	MAC - 1	
N°	ABERT (mm.)	% PASA	% PASA	% PASA	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
1"	25.400	48.00	52.00	100.00	100	100
3/4"	19.050	36.28	52.00	88.28	80	100
1/2"	12.700	18.67	52.00	70.67	67	85
3/8"	9.525	9.19	52.00	61.19	60	77
N° 4	4.750	0.98	52.00	52.98	43	54
N° 10	2.000	0.00	42.86	42.86	29	45
N° 40	0.420	0.00	20.63	20.63	14	25
N° 80	0.180	0.00	11.13	11.13	8	17
N° 200	0.074	0.00	4.09	4.09	4	8

El cuadro 10, se muestra los resultados de la composición de agregados para el diseño de mezclas cumpliendo con los límites establecidos para una gradación tipo MAC-1.



CURVA GRANULOMÉTRICA

Figura 3: Curva Granulométrica diseño de mezcla con los límites MAC-1

En la figura 3 se muestra la curva de la mezcla asfáltica, la cual se da por la composición de agregados, cumpliendo con límites establecidos para una gradación MAC -1 de acuerdo al MTC EG -2013.

IV. DISCUSIÓN

El estudio tuvo como finalidad determinar la Caracterización de los agregados de la cantera San Bernardo”, se ha realizado para determinar su uso en la proporción para el diseño de mezclas asfálticas en caliente.

Según muestra los resultados, el análisis granulométrico, peso específico y absorción de los agregados de la cantera San Bernardo, cumple con los requerimientos establecidos por el Manual de Carreteras.

Ahora si comparamos los resultados de con la investigación de Terán (2015), tiene como resultados se determinó 2 clases de agregados con lo que se obtuvo un tamaño máximo nominal de 1 pulgada por lo que se utilizó $\frac{3}{4}$ ” para el diseño de mezclas para que cumpla con los límites granulométricos, además la evaluación del con el ligante asfáltico AC20; a partir de la comparación en nuestro estudio se obtuvo la determinación de la gradación para la preparación de mezclas asfálticas en caliente, obteniendo una gradación tipo MAC -1, cumpliendo con los parámetros del MTC.

Por otra Tafur, ha obteniendo como resultado que la influencia de la granulometría en la estabilidad afecta el rendimiento mecánico de la mezcla asfáltica, a partir de la comparación en nuestro estudio se obtuvo la determinación de la gradación para la preparación de mezclas asfálticas en caliente obteniendo como resultado una gradación tipo MAC -1, cumpliendo con los límites requeridos del MTC e indica que son los más óptimos para la preparación del diseño de mezclas.

V. CONCLUSIONES

- Se ha obtenido que el agregado grueso corresponde a una grava dura y angular; asimismo el agregado fino presenta un porcentaje de 7.86 % que pasa la malla # 200.
- Se ha obtenido como resultados que el peso específico y absorción el agregado grueso es de 0.98% y el peso específico y absorción el agregado fino tiene un valor de 0.43%.
- Se realizó la determinación de la gradación para el Diseño de mezcla asfáltica en caliente con un 48% de agregado grueso y 52% de agregado fino, obteniendo como resultado una gradación tipo MAC -1.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el análisis de los agregados para la preparación de mezclas asfálticas en caliente, con la finalidad de asegurar que estén dentro de los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. (2013).
- Se recomienda la determinación de la gradación para el Diseño de mezcla asfáltica en caliente tipo MAC, debe cumplir con los límites exigidos por el Manual de Carreteras (2013), para poder realizar un adecuado Diseño de mezclas asfálticas.
- Se recomienda complementar la investigación con el estudio de agregados y realizar diseño Marshall para cada porcentaje de asfalto de acuerdo al Manual de Ensayos, como indica el procedimiento MTC E 504.

REFERENCIAS

- ASPHALT Institute. Principios de Construcción de Pavimentos de mezcla asfáltica en caliente. Serie de Manuales N°22 (MS-22). [en línea]. Estados Unidos: 1992 [fecha de consulta: 28 de octubre del 2018].
Disponible en:
http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_130_181_83_1181.pdf
ISBN: 978-1934154250

- CASTRO Pacheco, José y VERA Castillo Mílary. Influencia de las características de los agregados de las canteras del sector el Milagro - Huanchaco en un diseño de mezcla de concreto, Trujillo. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería, 2015.142pp.
Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/11586>

- CHIQUITO Salcedo, Aurora y TORRES Borbor, Félix. Diseño de mezcla asfáltica en caliente empleando los agregados de la cantera San Vicente de Colonche y del rio San Rafael de la provincia de Santa Elena utilizando el método Marshall. Tesis (Ingeniero Civil). La Libertad, Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2015.168pp.
Disponible en: <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2267>

- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la Investigación. 6ta ed. México, D.F. Mc Graw Hill Education, 2014. 154 pp.
ISBN: 9781456223960

- MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. (Perú). Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.EG-213 Lima: 2013. pág. 1274. [fecha de consulta: 06 de noviembre de 2018].
Disponible en:
http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html

- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (MTC) E 201 (Perú).
Manual de ensayo de materiales. MTC. Lima: 2016. 292 PP
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (MTC) E 204 (Perú).
Manual de ensayo de materiales. MTC. Lima: 2016. 303 PP.
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (MTC) E 205 (Perú).
Manual de ensayo de materiales. MTC. Lima: 2016.309 pp.
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (MTC) E 206 (Perú).
Manual de ensayo de materiales. MTC. Lima: 2016. 312 pp.
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (MTC) E 504 (Perú).
Manual de ensayo de materiales. MTC. Lima: 2016.683 pp.
- TAFUR Miranda, David. Evaluación de la influencia de la granulometría en el desempeño de las mezclas asfálticas en caliente. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería, 2014.221pp.
Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/505>
- TAMAYO, Jorge, GUTIERREZ, Carlos y CABRERA, Jorge. (1983). Estudio de la Degradación de los Agregados Pétreos durante la Vida Útil de los Pavimentos. Revista Colombiana Ingeniería e Investigación... [en línea]. Bogota.1983[fecha de consulta: 12 de mayo del 2019].
Disponible en:
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingeinv/article/view/28822>
ISSN: 2248-8723
- TERÁN Molina, Luis. Diseño de mezclas asfálticas en caliente utilizando agregados de la mina Cashapamba con metodología Marshall. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Universidad Internacional del Ecuador. Facultad de Ingeniería Civil, 2015.165pp.
Disponible en: <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2208>

- RAMÍREZ Montenegro, Marco. Evaluación de compatibilidad de mezclas asfálticas, utilizando agregados de la cantera San Martín con cemento asfáltico Pen 60/70 y emulsión asfáltica CSS-1HP. Tesis (Maestro en Transportes y Conservación Vial). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.142pp.
Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2528>

ANEXOS

Anexo 1: Ficha Técnica

FICHA TÉCNICA: ENSAYOS				
Nombre de la Investigación:	“Efecto de la gradación de los agregados de la cantera San Bernardo en una mezcla asfáltica en caliente”			
Autor:	Alvarado León, Carlos Edgardo			
ENSAYOS	NORMA	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS	OBSERVACIÓN
Análisis granulométrico por tamizado	MTC E 204		
Gravedad específica y Absorción del agreg. fino	MTC E 205	0.5 máx		
Gravedad específica y Absorción del agreg. grueso	MTC E 206	1.0 % máx		
Precio:			Fecha:	

Anexo 2: Panel Fotográfico



FOTO 1: Cantera San Bernardo, Milagro, Trujillo. (obtención de agregados)



FOTO 2: Cantera San Bernardo, Milagro. (obtención de agregado grueso)



FOTO 3: Cantera San Bernardo, Milagro. (obtención de agregado fino)