



Anexo A: Certificado de Uso de Laboratorio



CERTIFICADO

El que suscribe Ingeniero Ricardo Aroni Acero con CIP 109836, jefe de la Planta de Asfalto y Laboratorio de Suelos y Pavimentos de la Municipalidad Provincial de San Román - Juliaca.

Certifica:

Que los señores: Wilbert VALERIANO TURPO y Adhemir CATACORA MENDOZA, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, han realizado los ensayos de laboratorio para la investigación de tesis titulado “COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA”, del cual doy fe:

Dichos ensayos son los siguientes:

Ensayos a los Agregados:

- ⊗ Ensayos de Análisis Granulométrico.
- ⊗ Ensayos de Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos.
- ⊗ Ensayos de Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos.
- ⊗ Ensayo de Degaste por Abrasión en la Máquina de Los Ángeles.
- ⊗ Ensayos de Durabilidad al Sulfato de Sodio y Sulfato de Magnesio.
- ⊗ Ensayo de Caras Fracturadas.
- ⊗ Ensayo de Partículas Chatas y Alargadas.
- ⊗ Ensayos de Determinación de Límites de Atteberg.
- ⊗ Ensayos de Equivalente de Arena.
- ⊗ Ensayos de Contenido de Humedad de la Zeolita Natural.

Ensayos a las Mezclas bituminosas:

- ⊗ Ensayos de Resistencia de Mezclas Bituminosas Empleando el Aparato Marshall.
- ⊗ Ensayos de Porcentaje de Vacíos de Aire en Mezclas Asfálticas Compactadas.
- ⊗ Ensayos de Peso Específico Teórico Máximo de Mezclas Asfálticas RICE.
- ⊗ Ensayos de Peso Específico Aparente y Peso Unitario de Mezclas Asfálticas Compactadas
- ⊗ Ensayos de Resistencia a la Compresión Simple.
- ⊗ Ensayos de Ensayo de Tracción Indirecta.

Se le expide el siguiente certificado a solicitud de los interesados.

Juliaca, 15 de Marzo del 2017.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SAN ROMÁN - JULIACA
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA

Ricardo Aroni Acero
Ing. Ricardo Aroni Acero
CIP 109836

PLANTA ASFALTO Y LAB. SUELOS Y PAVIMENTOS



Anexo B: Ensayo de Control de la Calidad de Materiales



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMÁN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



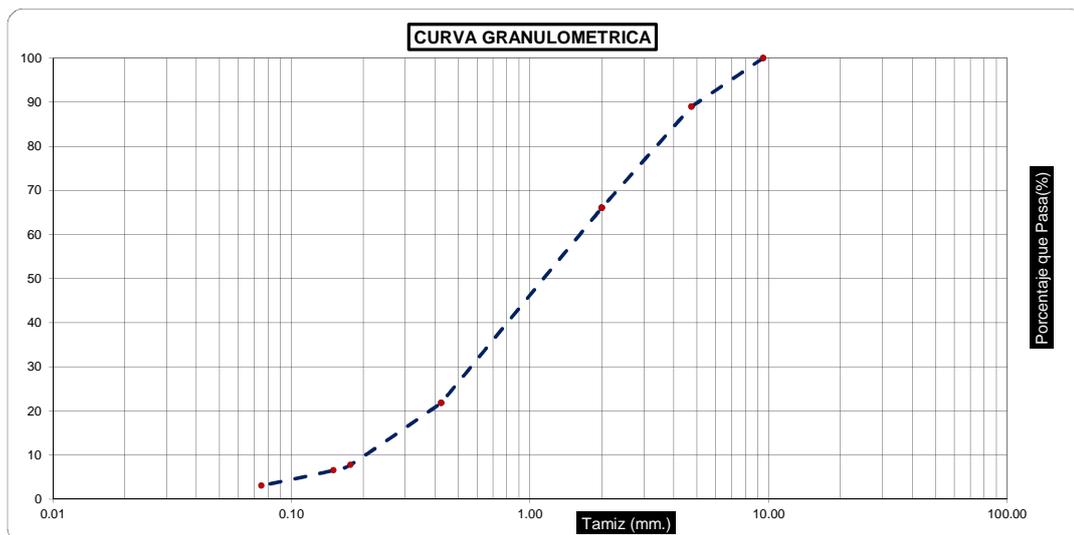
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA 3/8"	MUESTRA:	1

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO		% QUE	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			RETENIDO	PARCIAL		ACUMULADO	PASA		Inf.	Sup.
4"	101.600							Pesos de Muestras Peso Total Seco (gr.): 1,539.50 Peso de Grava > N° 4 (gr.): Material Fino < N° 4 (gr.): Fracción Fina (gr.):
3"	76.200							
2 1/2"	60.350							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							
3/8"	9.500				100.00			
1/4"	6.350							
N° 04	4.750	169.30	11.00	11.00	89.00			Límites de Consistencia Límite Líquido: Límite Plástico: Índice Plástico:
N° 08	2.360							
N° 10	2.000	353.20	22.94	33.94	66.06			Clasificación del Suelo SUCS: AASHTO:
N° 16	1.190							
N° 20	0.840							
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	681.00	44.24	78.18	21.83			Humedad Natural:
N° 50	0.300							
N° 80	0.177	216.10	14.04	92.21	7.79			Observaciones
N° 100	0.150	19.70	1.28	93.49	6.51			
N° 200	0.075	53.00	3.44	96.94	3.07			
Pasa 200	FONDO	47.20	3.07	100.00	0.00			





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

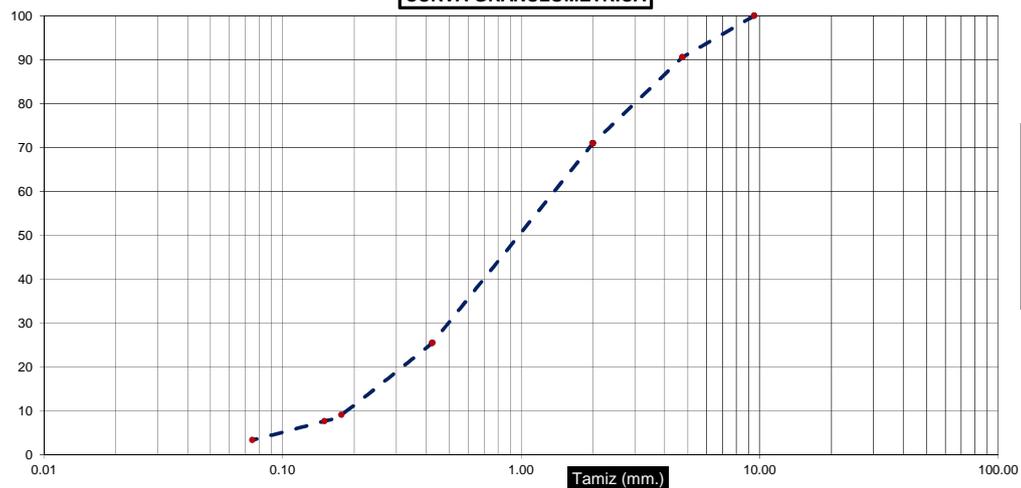
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA 3/8"	MUESTRA:	2

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	Pulg.					m.m.	Inf.		Sup.
4"	101.600							Pesos de Muestras Peso Total Seco (gr.): 1,716.10 Peso de Grava > N° 4 (gr.): Material Fino < N° 4 (gr.): Fracción Fina (gr.):
3"	76.200							
2 1/2"	60.350							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							Límites de Consistencia Límite Líquido: Límite Plástico: Índice Plástico:
1"	25.400							
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							
3/8"	9.500				100.00			Clasificación del Suelo SUCS: AASHTO: Humedad Natural:
1/4"	6.350							
N° 04	4.750	162.00	9.44	9.44	90.56			
N° 08	2.360							
N° 10	2.000	337.30	19.66	29.10	70.91			Observaciones
N° 16	1.190							
N° 20	0.840							
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	780.10	45.46	74.55	25.45			
N° 50	0.300							
N° 80	0.177	280.40	16.34	90.89	9.11			
N° 100	0.150	24.80	1.45	92.34	7.66			
N° 200	0.075	74.10	4.32	96.66	3.35			
Pasa 200	FONDO	57.40	3.35	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

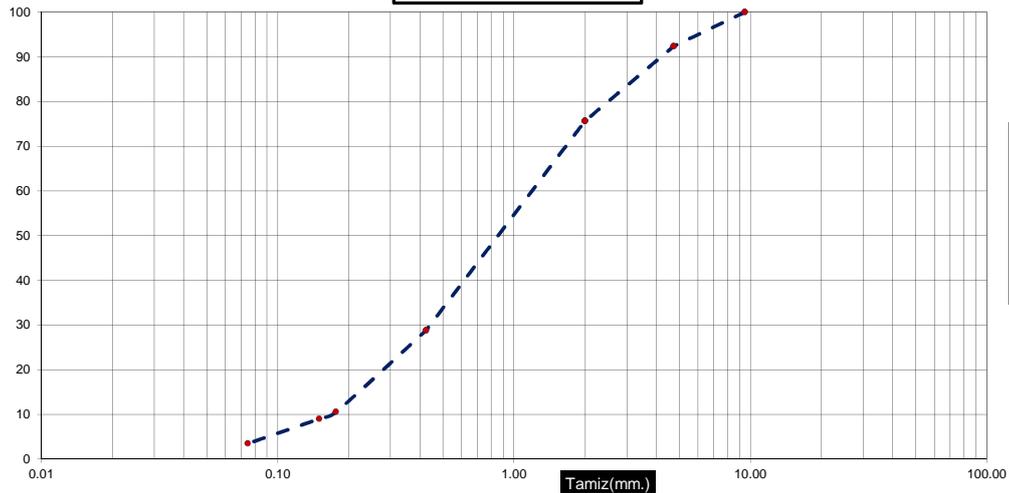
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA 3/8"	MUESTRA:	3

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO		% RETENIDO		% QUE		Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA	Inf.	Sup.			
4"	101.600									Pesos de Muestras Peso Total Seco (gr.): 1,648.20 Peso de Grava > N° 4 (g) Material Fino < N° 4 (gr.): Fracción Fina (gr.):
3"	76.200									
2 1/2"	60.350									
2"	50.800									
1 1/2"	38.100									
1"	25.400									
3/4"	19.000								Límites de Consistencia Límite Líquido: Límite Plástico: Índice Plástico:	
1/2"	12.500									
3/8"	9.500					100.00				
1/4"	6.350								Clasificación del Suelo SUCS: AASHTO: Humedad Natural:	
N° 04	4.750	125.20	7.60	7.60	92.40					
N° 08	2.360									
N° 10	2.000	275.80	16.73	24.33	75.67					
N° 16	1.190								Observaciones	
N° 20	0.840									
N° 30	0.600									
N° 40	0.425	772.10	46.85	71.17	28.83					
N° 50	0.300									
N° 80	0.177	301.00	18.26	89.44	10.56					
N° 100	0.150	25.90	1.57	91.01	8.99					
N° 200	0.075	90.50	5.49	96.50	3.50					
Pasa 200	FONDO	57.70	3.50	100.00	0.00					

CURVA GRANULOMÉTRICA



Porcentaje que Pasa (%)

Tamiz (mm.)



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

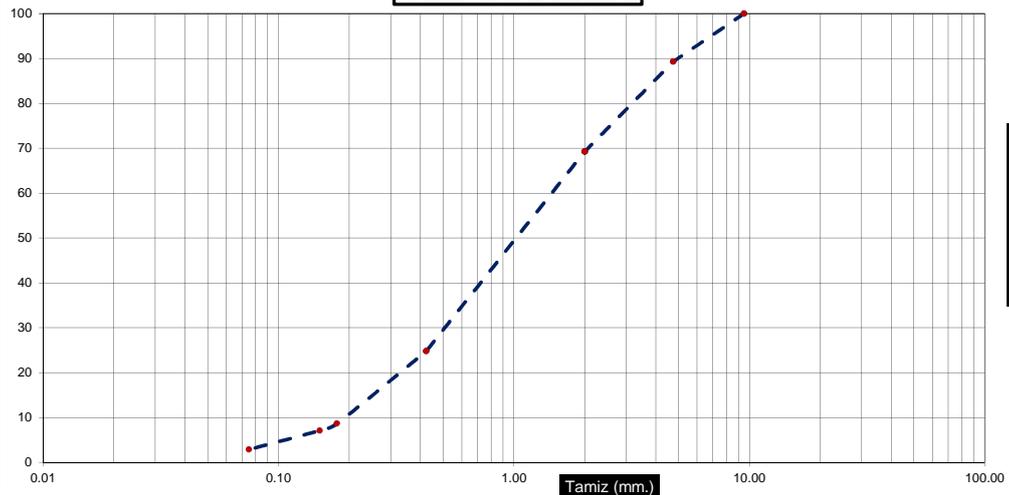
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA 3/8"	MUESTRA:	4

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
	m.m.					Inf.	Sup.	
4"	101.600							
3"	76.200							Pesos de Muestras
2 1/2"	60.350							Peso Total Seco (gr.): 1,599.10
2"	50.800							Peso de Grava > N° 4 (gr.):
1 1/2"	38.100							Material Fino < N° 4 (gr.):
1"	25.400							Fracción Fina (gr.):
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							Límites de Consistencia
3/8"	9.500				100.00			Límite Líquido:
1/4"	6.350							Límite Plástico:
N° 04	4.750	171.00	10.69	10.69	89.31			Índice Plástico:
N° 08	2.360							
N° 10	2.000	320.40	20.04	30.73	69.27			Clasificación del Suelo
N° 16	1.190							SUCS:
N° 20	0.840							AASHTO:
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	711.10	44.47	75.20	24.80			Humedad Natural:
N° 50	0.300							
N° 80	0.177	258.80	16.18	91.38	8.62			Observaciones
N° 100	0.150	24.00	1.50	92.88	7.12			
N° 200	0.075	68.10	4.26	97.14	2.86			
Pasa 200	FONDO	45.70	2.86	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

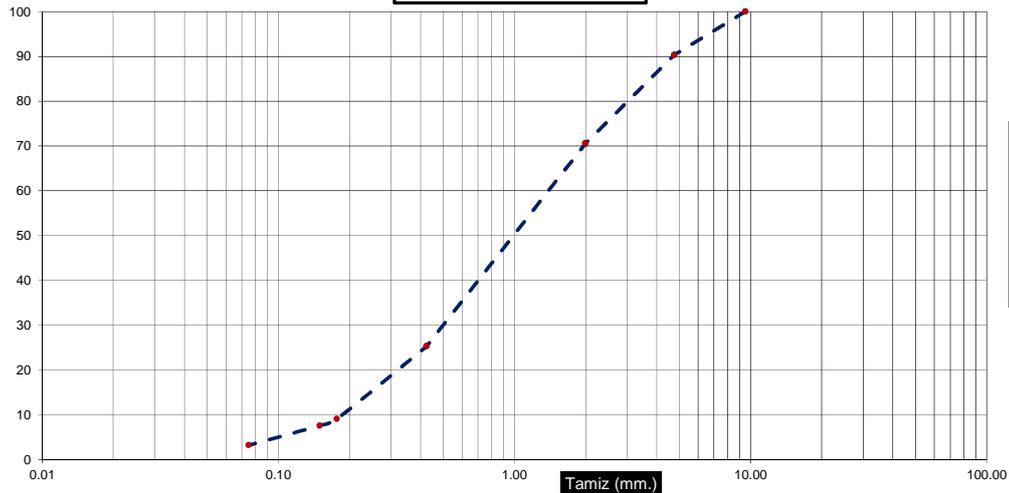
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA 3/8"	MUESTRA:	PROMEDIO

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO		% QUE PASA	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			RETENIDO	PARCIAL		Inf.	Sup.	
4"	101.600							
3"	76.200							Pesos de Muestras
2 1/2"	60.350							Peso Total Seco (gr.): 1,625.73
2"	50.800							Peso de Grava > N° 4 (gr.):
1 1/2"	38.100							Material Fino < N° 4 (gr.):
1"	25.400							Fracción Fina (gr.):
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							Límites de Consistencia
3/8"	9.500				100.00			Límite Líquido:
1/4"	6.350							Límite Plástico:
N° 04	4.750	156.88	9.65	9.65	90.35			Índice Plástico:
N° 08	2.360	0.00						
N° 10	2.000	321.68	19.79	29.44	70.56			Clasificación del Suelo
N° 16	1.190							SUCS:
N° 20	0.840							AASHTO:
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	736.08	45.28	74.71	25.29			Humedad Natural:
N° 50	0.300							
N° 80	0.177	264.08	16.24	90.96	9.04			Observaciones
N° 100	0.150	23.60	1.45	92.41	7.59			
N° 200	0.075	71.43	4.39	96.80	3.20			
Pasa 200	FONDO	52.00	3.20	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

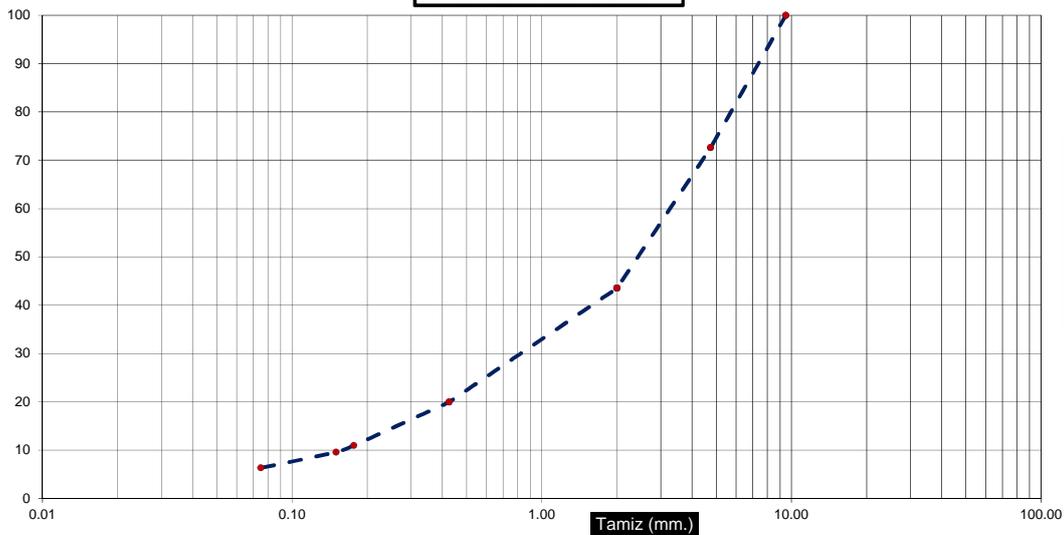
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ARENA CHANCADA 1/4"	MUESTRA:	1

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO		% QUE PASA	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			RETENIDO	PARCIAL		Inf.	Sup.	
4"	101.600							
3"	76.200							
Pesos de Muestras								
2 1/2"	60.350							Peso Total Seco (gr.): 1,812.80
2"	50.800							Peso de Grava > N° 4 (gr):
1 1/2"	38.100							Material Fino < N° 4 (gr.):
1"	25.400							Fracción Fina (gr.):
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							Límites de Consistencia
3/8"	9.500				100.00			Límite Líquido:
1/4"	6.350							Límite Plástico:
N° 04	4.750	496.10	27.37	27.37	72.63			Índice Plástico:
N° 08	2.360							
N° 10	2.000	528.00	29.13	56.49	43.51			Clasificación del Suelo
N° 16	1.190							SUCS:
N° 20	0.840							AASHTO:
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	427.40	23.58	80.07	19.93			Humedad Natural:
N° 50	0.300							
N° 80	0.177	162.10	8.94	89.01	10.99			Observaciones
N° 100	0.150	25.20	1.39	90.40	9.60			
N° 200	0.075	59.70	3.29	93.70	6.30			
Pasa 200	FONDO	114.30	6.31	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

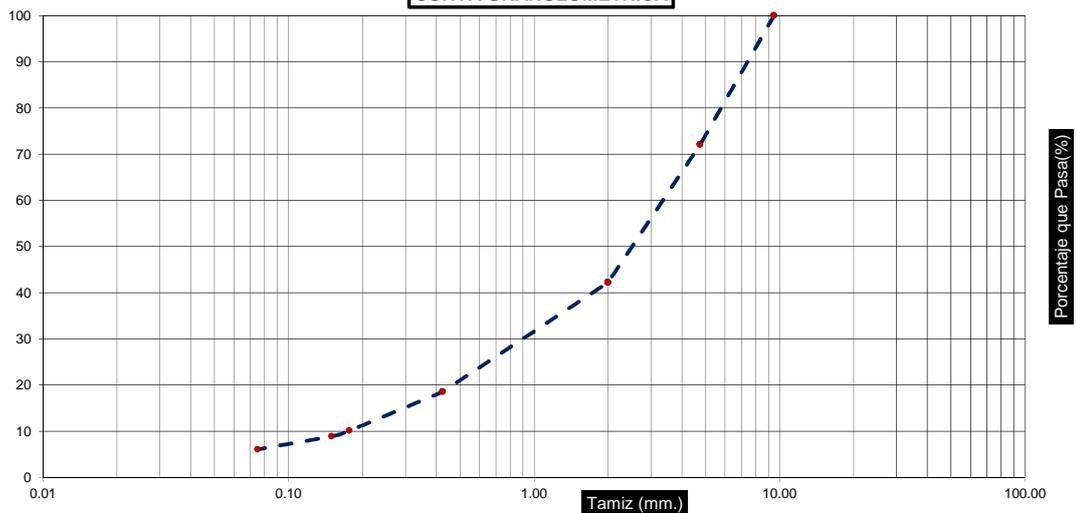
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ARENA CHANCADA 1/4"	MUESTRA:	2

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						Inf.	Sup.	
Pulg.	m.m.	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA			
4"	101.600							
3"	76.200							Pesos de Muestras
2 1/2"	60.350							Peso Total Seco (gr.): 1,702.30
2"	50.800							Peso de Grava > N° 4 (gr)
1 1/2"	38.100							Material Fino < N° 4 (gr.):
1"	25.400							Fracción Fina (gr.):
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							Límites de Consistencia
3/8"	9.500				100.00			Límite Líquido:
1/4"	6.350							Límite Plástico:
N° 04	4.750	475.40	27.93	27.93	72.07			Índice Plástico:
N° 08	2.360							
N° 10	2.000	508.40	29.87	57.79	42.21			Clasificación del Suelo
N° 16	1.190							SUCS:
N° 20	0.840							AASHTO:
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	402.40	23.64	81.43	18.57			Humedad Natural:
N° 50	0.300							
N° 80	0.177	143.80	8.45	89.88	10.12			Observaciones
N° 100	0.150	20.30	1.19	91.07	8.93			
N° 200	0.075	48.30	2.84	93.91	6.09			
Pasa 200	FONDO	103.70	6.09	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

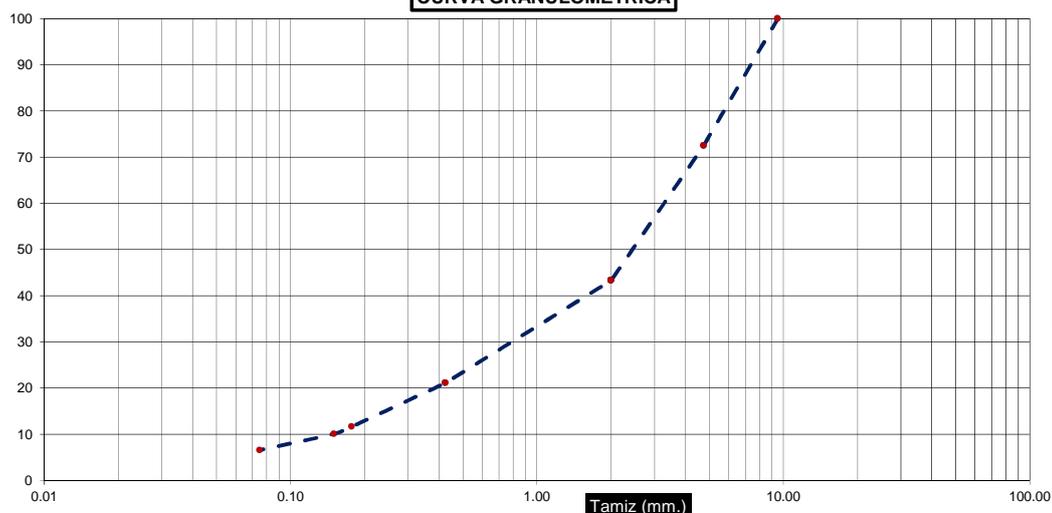
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ARENA CHANCADA 1/4"	MUESTRA:	3

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO		% QUE PASA	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO		Inf.	Sup.	
4"	101.600							
3"	76.200							Pesos de Muestras
2 1/2"	60.350							Peso Total Seco (gr.): 1,842.00
2"	50.800							Peso de Grava > N° 4 (gr.)
1 1/2"	38.100							Material Fino < N° 4 (gr.):
1"	25.400							Fracción Fina (gr.):
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							Límites de Consistencia
3/8"	9.500				100.00			Límite Líquido:
1/4"	6.350							Límite Plástico:
N° 04	4.750	506.30	27.49	27.49	72.51			Índice Plástico:
N° 08	2.360							
N° 10	2.000	538.20	29.22	56.70	43.30			Clasificación del Suelo
N° 16	1.190							SUCS:
N° 20	0.840							AASHTO:
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	408.80	22.19	78.90	21.10			Humedad Natural:
N° 50	0.300							
N° 80	0.177	174.20	9.46	88.35	11.65			Observaciones
N° 100	0.150	28.60	1.55	89.91	10.09			
N° 200	0.075	64.80	3.52	93.43	6.57			
Pasa 200	FONDO	121.10	6.57	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

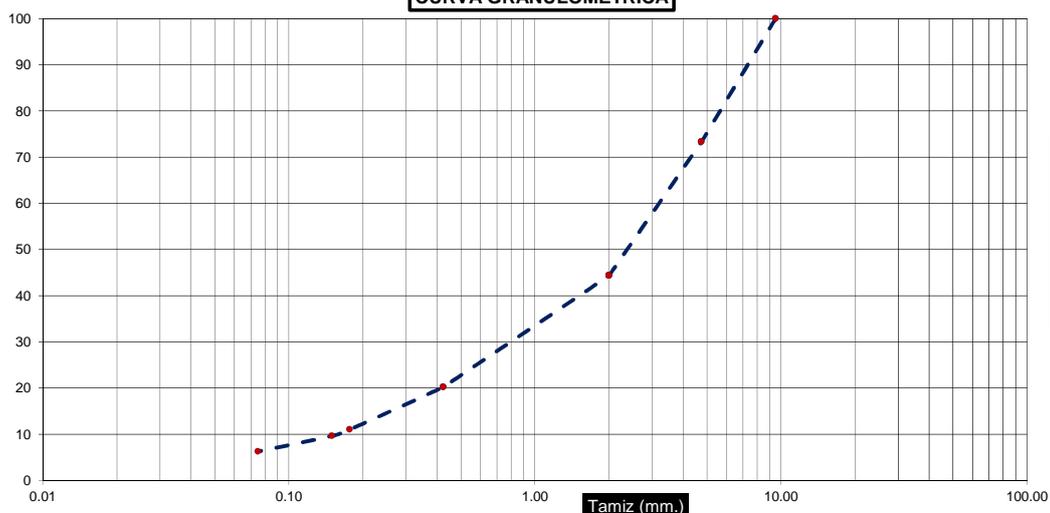
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ARENA CHANCADA 1/4"	MUESTRA:	4

TAMIZ Pulg.	AASHTO T-27 m.m.	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						Inf.	Sup.	
4"	101.600							
3"	76.200							Pesos de Muestras
2 1/2"	60.350							Peso Total Seco (gr.): 1,798.50
2"	50.800							Peso de Grava > N° 4 (gr)
1 1/2"	38.100							Material Fino < N° 4 (gr.):
1"	25.400							Fracción Fina (gr.):
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							Límites de Consistencia
3/8"	9.500				100.00			Límite Líquido:
1/4"	6.350							Límite Plástico:
N° 04	4.750	479.80	26.68	26.68	73.32			Índice Plástico:
N° 08	2.360							
N° 10	2.000	521.00	28.97	55.65	44.35			Clasificación del Suelo
N° 16	1.190							SUCS:
N° 20	0.840							AASHTO:
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	434.10	24.14	79.78	20.22			Humedad Natural:
N° 50	0.300							
N° 80	0.177	165.10	9.18	88.96	11.04			Observaciones
N° 100	0.150	24.90	1.38	90.35	9.65			
N° 200	0.075	60.40	3.36	93.71	6.29			
Pasa 200	FONDO	113.20	6.29	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

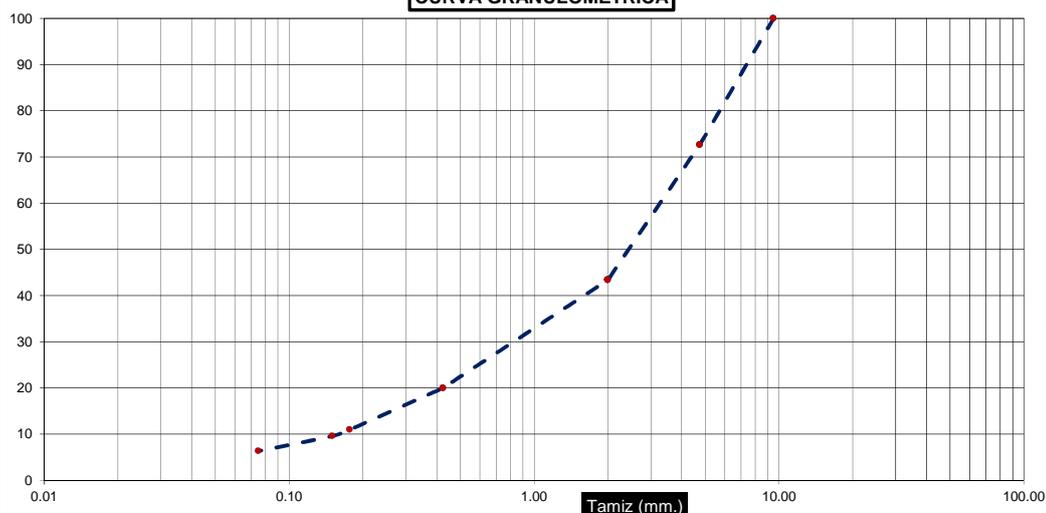
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ARENA CHANCADA 1/4"	MUESTRA:	PROMEDIO

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO		% QUE PASA	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO		Inf.	Sup.	
Pulg.	m.m.	RETENIDO						
4"	101.600							
3"	76.200							Pesos de Muestras
2 1/2"	60.350							Peso Total Seco (gr.): 1,788.90
2"	50.800							Peso de Grava > N° 4 (gr)
1 1/2"	38.100							Material Fino < N° 4 (gr.):
1"	25.400							Fracción Fina (gr.):
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							Límites de Consistencia
3/8"	9.500				100.00			Límite Líquido:
1/4"	6.350							Límite Plástico:
N° 04	4.750	489.40	27.36	27.36	72.64			Índice Plástico:
N° 08	2.360							
N° 10	2.000	523.90	29.29	56.64	43.36			Clasificación del Suelo
N° 16	1.190							SUCS:
N° 20	0.840							AASHTO:
N° 30	0.600							
N° 40	0.425	418.18	23.38	80.02	19.98			Humedad Natural:
N° 50	0.300							
N° 80	0.177	161.30	9.02	89.04	10.96			Observaciones
N° 100	0.150	24.75	1.38	90.42	9.58			
N° 200	0.075	58.30	3.26	93.68	6.32			
Pasa 200	FONDO	113.08	6.32	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

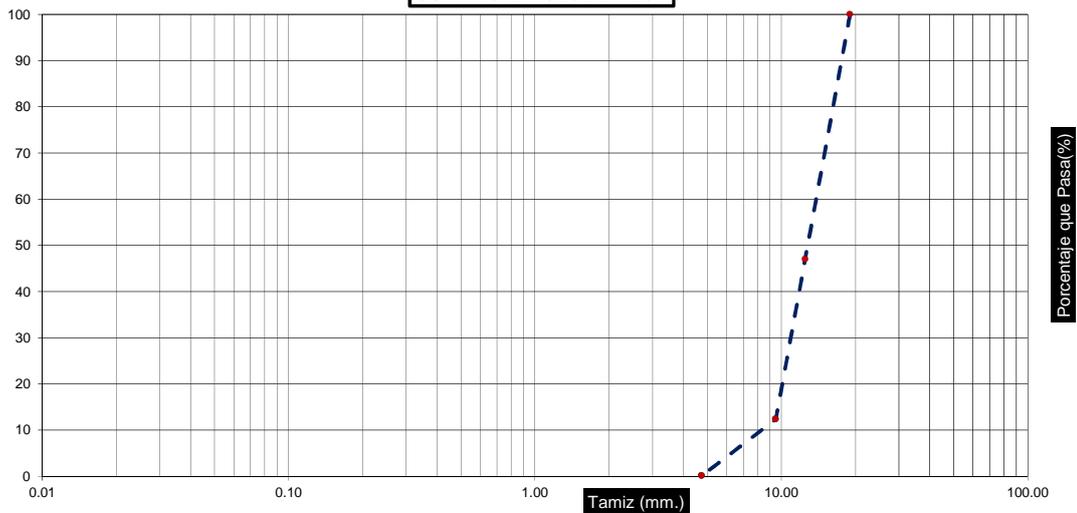
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA 1/2"	MUESTRA:	1

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						Inf.	Sup.	
Pulg.	m.m.	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA			
4"	101.600							Pesos de Muestras
3"	76.200							
2 1/2"	60.350							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							Peso Total Seco (gr.): 2,068.50
1"	25.400							Peso de Grava > N° 4 (gr.):
3/4"	19.000				100.00			Material Fino < N° 4 (gr.):
1/2"	12.500	1096.00	52.99	52.99	47.02			Fracción Fina (gr.):
3/8"	9.500	717.30	34.68	87.66	12.34			Límites de Consistencia
1/4"	6.350							Límite Líquido:
N° 04	4.750	253.20	12.24	99.90	0.10			Límite Plástico:
N° 08	2.360							Indice Plástico:
N° 10	2.000	2.00	0.10	100.00	0.00			Clasificación del Suelo
N° 16	1.190							SUCS:
N° 20	0.840							AASHTO:
N° 30	0.600							
N° 40	0.425							Humedad Natural:
N° 50	0.300							
N° 80	0.177							Observaciones
N° 100	0.150							
N° 200	0.075							
Pasa 200	FONDO							

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

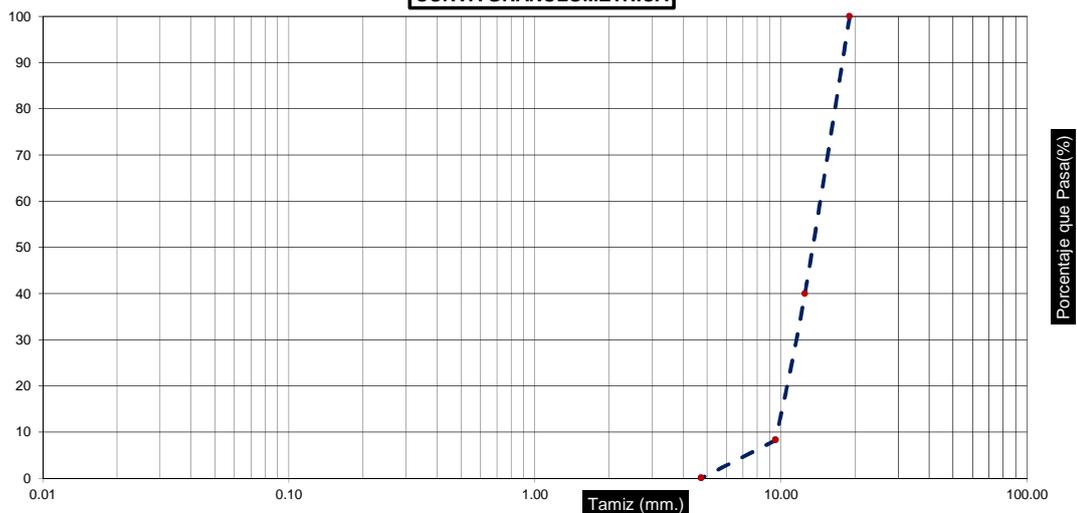
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA 1/2"	MUESTRA:	2

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO			% QUE PASA	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMULADO			Inf.	Sup.	
Pulg.	m.m.	RETENIDO							
4"	101.600								
3"	76.200							Pesos de Muestras	
2 1/2"	60.350							Peso Total Seco (gr.): 2,972.40	
2"	50.800							Peso de Grava > N° 4 (gr)	
1 1/2"	38.100							Material Fino < N° 4 (gr.):	
1"	25.400							Fracción Fina (gr.):	
3/4"	19.000					100.00			
1/2"	12.500	1786.30	60.10	60.10	39.90			Límites de Consistencia	
3/8"	9.500	941.10	31.66	91.76	8.24			Límite Líquido:	
1/4"	6.350							Límite Plástico:	
N° 04	4.750	244.00	8.21	99.97	0.03			Índice Plástico:	
N° 08	2.360								
N° 10	2.000	1.00	0.03	100.00	0.00			Clasificación del Suelo	
N° 16	1.190							SUCS:	
N° 20	0.840							AASHTO:	
N° 30	0.600								
N° 40	0.425							Humedad Natural:	
N° 50	0.300								
N° 80	0.177							Observaciones	
N° 100	0.150								
N° 200	0.075								
Pasa 200	FONDO								

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

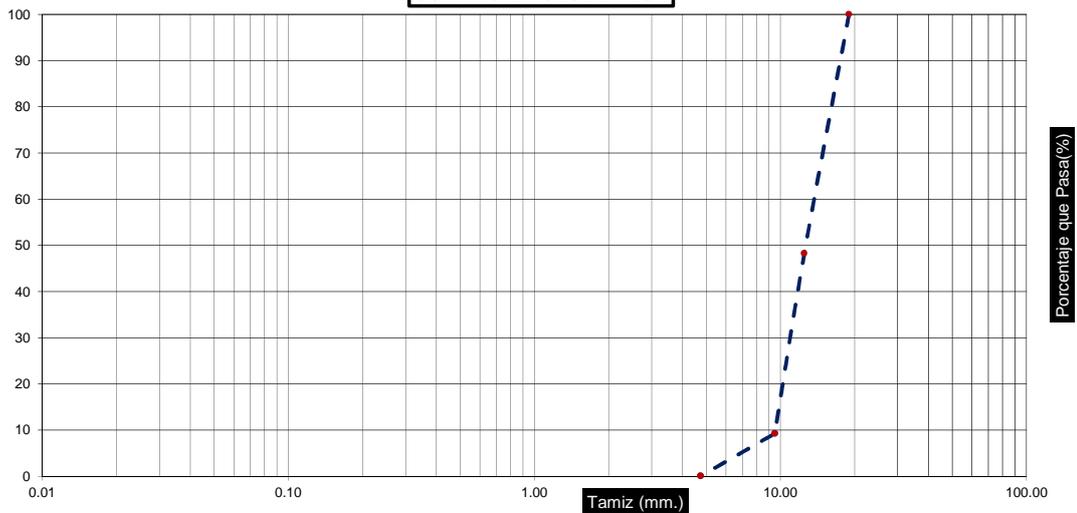
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA 1/2"	MUESTRA:	3

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						Inf.	Sup.	
Pulg.	m.m.	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA			
4"	101.600							Pesos de Muestras
3"	76.200							
2 1/2"	60.350							
2"	50.800							Peso Total Seco (gr.): 1,902.20
1 1/2"	38.100							Peso de Grava > N° 4 (gr.):
1"	25.400							Material Fino < N° 4 (gr.):
3/4"	19.000				100.00			Fracción Fina (gr.):
1/2"	12.500	985.00	51.78	51.78	48.22			Límites de Consistencia
3/8"	9.500	740.80	38.94	90.73	9.27			
1/4"	6.350							Límite Líquido:
N° 04	4.750	175.40	9.22	99.95	0.05			Límite Plástico:
N° 08	2.360							Indice Plástico:
N° 10	2.000	1.00	0.05	100.00	0.00			Clasificación del Suelo
N° 16	1.190							
N° 20	0.840							SUCS:
N° 30	0.600							AASHTO:
N° 40	0.425							Humedad Natural:
N° 50	0.300							
N° 80	0.177							Observaciones
N° 100	0.150							
N° 200	0.075							
Pasa 200	FONDO							

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

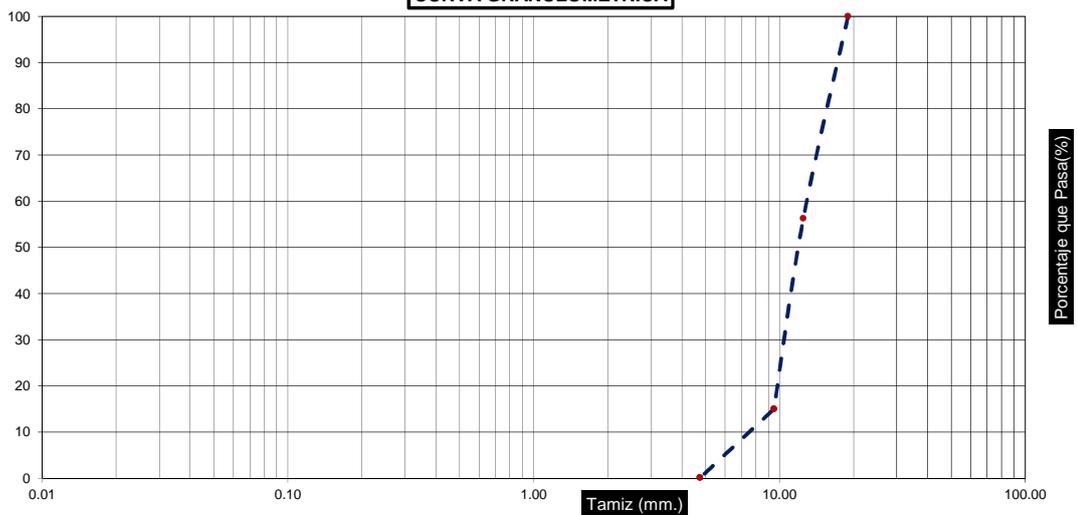
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA 1/2"	MUESTRA:	4

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						Inf.	Sup.	
Pulg.	m.m.	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA			
4"	101.600							
3"	76.200							Pesos de Muestras
2 1/2"	60.350							Peso Total Seco (gr.): 2,349.70
2"	50.800							Peso de Grava > N° 4 (gr.)
1 1/2"	38.100							Material Fino < N° 4 (gr.):
1"	25.400							Fracción Fina (gr.):
3/4"	19.000				100.00			
1/2"	12.500	1028.40	43.77	43.77	56.23			Límites de Consistencia
3/8"	9.500	969.00	41.24	85.01	14.99			Límite Líquido:
1/4"	6.350							Límite Plástico:
N° 04	4.750	350.20	14.90	99.91	0.09			Índice Plástico:
N° 08	2.360							
N° 10	2.000	2.10	0.09	100.00	0.00			Clasificación del Suelo
N° 16	1.190							SUCS:
N° 20	0.840							AASHTO:
N° 30	0.600							
N° 40	0.425							Humedad Natural:
N° 50	0.300							
N° 80	0.177							Observaciones
N° 100	0.150							
N° 200	0.075							
Pasa 200	FONDO							

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

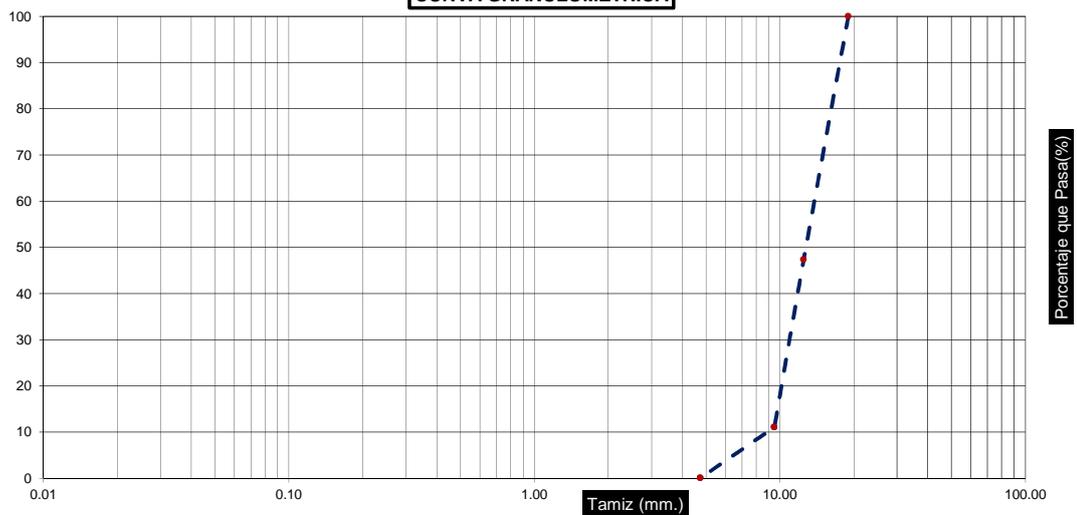
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA 1/2"	MUESTRA:	PROMEDIO

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						Inf.	Sup.	
Pulg.	m.m.	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA			
4"	101.600							Pesos de Muestras Peso Total Seco (gr.): 2,323.20 Peso de Grava > N° 4 (gr) Material Fino < N° 4 (gr.): Fracción Fina (gr.):
3"	76.200							
2 1/2"	60.350							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							Límites de Consistencia Límite Líquido: Límite Plástico: Índice Plástico:
1"	25.400							
3/4"	19.000				100.00			Clasificación del Suelo SUCS: AASHTO: Humedad Natural:
1/2"	12.500	1223.93	52.68	52.68	47.32			
3/8"	9.500	842.05	36.25	88.93	11.07			
1/4"	6.350							
N° 04	4.750	255.70	11.01	99.93	0.07			Observaciones
N° 08	2.360							
N° 10	2.000	1.53	0.07	100.00	0.00			
N° 16	1.190							
N° 20	0.840							
N° 30	0.600							
N° 40	0.425							
N° 50	0.300							
N° 80	0.177							
N° 100	0.150							
N° 200	0.075							
Pasa 200	FONDO							

CURVA GRANULOMÉTRICA





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



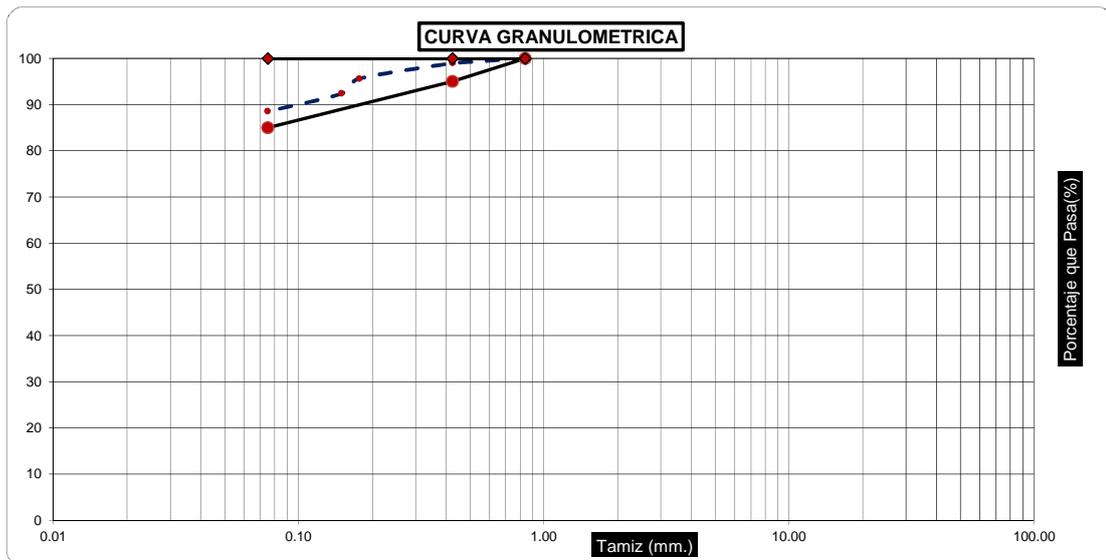
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 204, ASTM C 136, AASHTO T 27

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	12 de Diciembre 2016
MATERIAL:	CAL HIDRATADA	MUESTRA:	1

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						Inf.	Sup.	
Pulg.	m.m.	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA			
4"	101.600							Pesos de Muestras
3"	76.200							Peso Total Seco (gr.): 483.20
2 1/2"	60.350							Peso de Grava > N° 4 (gr)
2"	50.800							Material Fino < N° 4 (gr.):
1 1/2"	38.100							Fracción Fina (gr.):
1"	25.400							
3/4"	19.000							
1/2"	12.500							Límites de Consistencia
3/8"	9.500							Límite Líquido:
1/4"	6.350							Límite Plástico:
N° 04	4.750							Índice Plástico:
N° 08	2.360							
N° 10	2.000							Clasificación del Suelo
N° 16	1.190							SUCS:
N° 20	0.840							AASHTO:
N° 30	0.600				100.0	100	100	
N° 40	0.425	4.8	1.0	1.0	99.0			Humedad Natural:
N° 50	0.300					95	100	
N° 80	0.177	16.4	3.4	4.4	95.6			Observaciones
N° 100	0.150	15.5	3.2	7.6	92.4			
N° 200	0.075	18.8	3.9	11.5	88.5	85	100	
Pasa 200	FONDO	427.7	88.5	100.0	0.0			





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



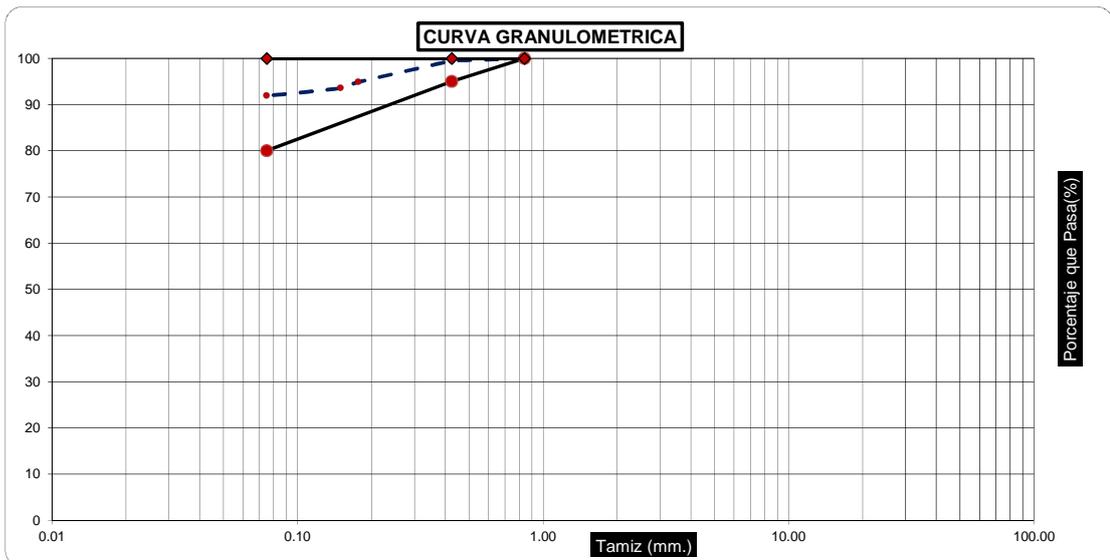
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 204, ASTM C 136, AASHTO T 27

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	TIQUILLACA	FECHA:	19 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ZEOLITA NATURAL	MUESTRA:	1

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	% RETENIDO			% QUE PASA	Especificaciones		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO		Inf.	Sup.	
Pulg.	m.m.								
4"	101.600								Pesos de Muestras
3"	76.200								Peso Total Seco (gr.): 609.80
2 1/2"	60.350								Peso de Grava > N° 4 (gr)
2"	50.800								Material Fino < N° 4 (gr.):
1 1/2"	38.100								Fracción Fina (gr.):
1"	25.400								
3/4"	19.000								
1/2"	12.500								Límites de Consistencia
3/8"	9.500								Límite Líquido:
1/4"	6.350								Límite Plástico:
N° 04	4.750								Índice Plástico:
N° 08	2.360								
N° 10	2.000								Clasificación del Suelo
N° 16	1.190								SUCS:
N° 20	0.840								AASHTO:
N° 30	0.600					100.0	100	100	
N° 40	0.425	3.0	0.5	0.5	99.5				Humedad Natural:
N° 50	0.300						95	100	
N° 80	0.177	28.2	4.6	5.1	94.9				Observaciones
N° 100	0.150	8.0	1.3	6.4	93.6				
N° 200	0.075	10.2	1.7	8.1	91.9	80	100		
Pasa 200	FONDO	560.4	91.9	100.0	0.0				





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



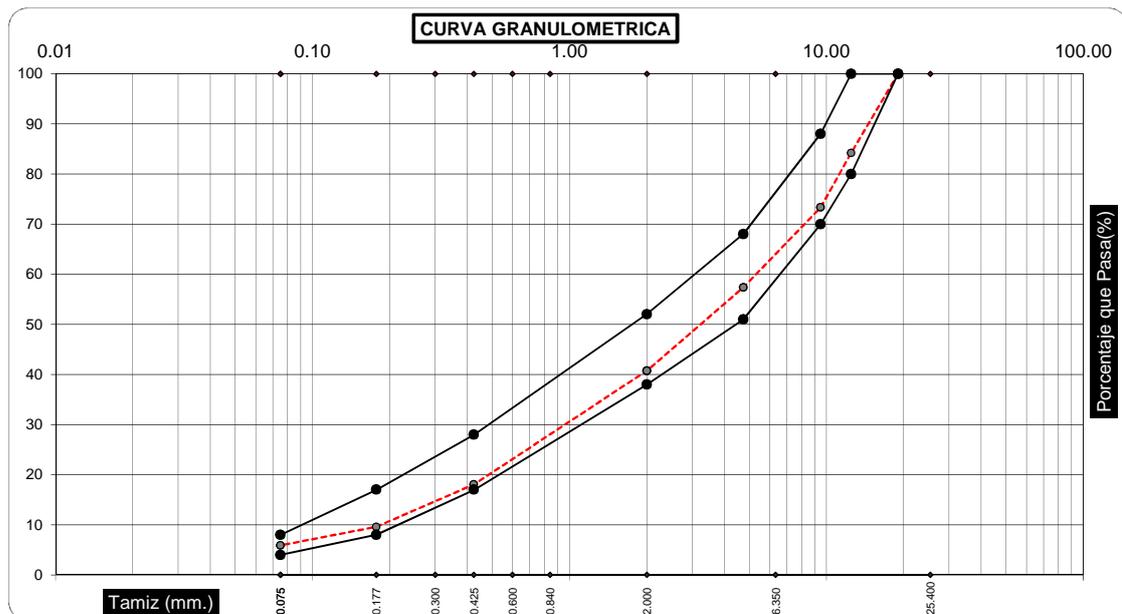
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO (CONVENCIONAL 140°C Y 100°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	20 de Diciembre 2016
MATERIAL:	MEZCLA DE AGREGADOS	MUESTRA:	

TAMICES		P.CH.	A.CH.	A.Z.	FILLER	MEZCLA	ESPECIF. MAC-2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Pulg.	m.m.	30%	35%	32%	3%	100%	Inf.	Sup.	
4"	101.600								PORCENTAJE DE AGREGADOS:
3"	76.200								
2 1/2"	60.350								
2"	50.800								
1 1/2"	38.100								PIEDRA CHANCADA 30%
1"	25.400								ARENA CHANCADA 35%
3/4"	19.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100	ARENA ZARANDEAD 32%
1/2"	12.500	47.32	100.00	100.00	100.00	84.20	80	100	FILLER 3%
3/8"	9.500	11.07	100.00	100.00	100.00	73.32	70	88	100%
1/4"	6.350								
N° 04	4.750	0.07	72.64	90.35	100.00	57.36	51	68	
N° 08	2.360								
N° 10	2.000	0.00	43.36	70.56	100.00	40.75	38	52	OBSERVACIONES:
N° 16	1.190								
N° 20	0.840								
N° 30	0.600								
N° 40	0.425		19.98	25.29	99.01	18.05	17	28	
N° 50	0.300								
N° 80	0.177		10.96	9.04	95.61	9.60	8	17	
N° 200	0.075		6.32	3.20	88.51	5.89	4	8	
Pasa 200	FONDO		0.00	0.00	0.00	0.00			





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



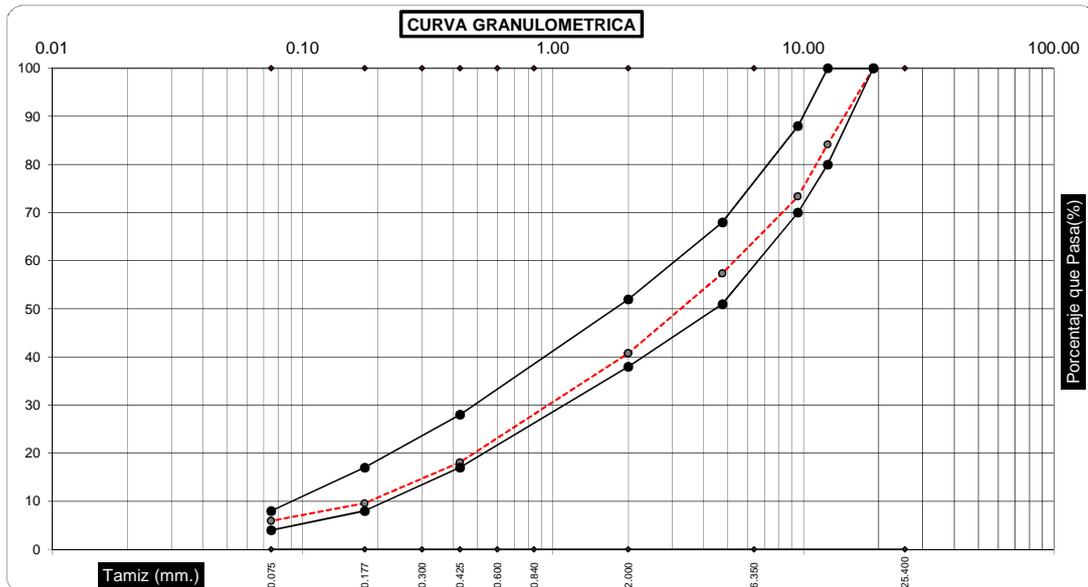
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO (MODIFICADO CON 1% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	20 de Diciembre 2016
MATERIAL:	MEZCLA DE AGREGADOS	MUESTRA:	

TAMICES		P.CH.	A.CH.	A.Z.	CAL	ZEOLITA	MEZCLA	ESPECIF. MAC-2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Pulg.	m.m.	30%	35%	32%	2%	1%	100%	Inf.	Sup.	
4"	101.600									PORCENTAJE DE AGREGADOS:
3"	76.200									
2 1/2"	60.350									
2"	50.800									
1 1/2"	38.100									
1"	25.400									PIEDRA CHANCADA 30%
3/4"	19.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100	ARENA CHANCADA 35%
1/2"	12.500	47.32	100.00	100.00	100.00	100.00	84.20	80	100	ARENA ZARANDEAL 32%
3/8"	9.500	11.07	100.00	100.00	100.00	100.00	73.32	70	88	CAL HIDRATADA 2%
1/4"	6.350									ZEOLITA 1%
N° 04	4.750	0.07	72.64	90.35	100.00	100.00	57.36	51	68	
N° 08	2.360									
N° 10	2.000	0.00	43.36	70.56	100.00	100.00	40.75	38	52	OBSERVACIONES:
N° 16	1.190									
N° 20	0.840									
N° 30	0.600									
N° 40	0.425		19.98	25.29	99.01	99.51	18.06	17	28	
N° 50	0.300									
N° 80	0.177		10.96	9.04	95.61	94.88	9.59	8	17	
N° 200	0.075		6.32	3.20	88.51	91.90	5.92	4	8	
Pasa 200	FONDO		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



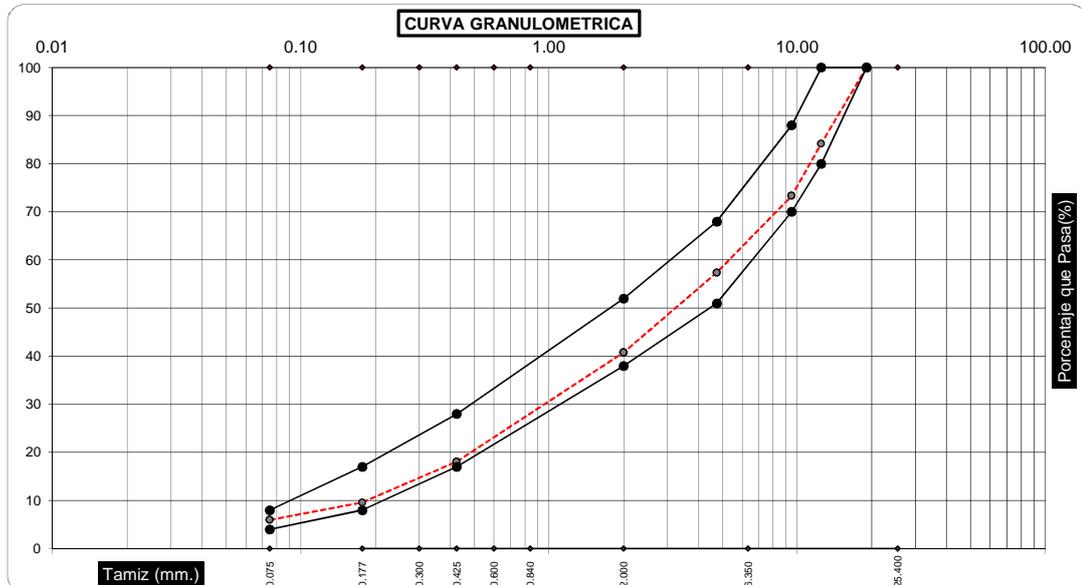
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO (MODIFICADO CON 2% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	20 de Diciembre 2016
MATERIAL:	MEZCLA DE AGREGADOS	MUESTRA:	

TAMICES	Pulg.	m.m.	P.CH.		A.CH.		A.Z.		CAL		ZEOLITA		MEZCLA		ESPECIF. MAC-2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			30%	35%	32%	1%	2%	100%	Inf.	Sup.							
4"		101.600															PORCENTAJE DE AGREGADOS:
3"		76.200															
2 1/2"		60.350															
2"		50.800															
1 1/2"		38.100															ARENA CHANCAD/ 35%
1"		25.400															ARENA ZARANDEA 32%
3/4"		19.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100	100	100	CAL HIDRATADA 1%
1/2"		12.500	47.32	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	84.20	80	80	100	100	100	ZEOLITA 2%
3/8"		9.500	11.07	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	73.32	70	70	70	88	88	88	100%
1/4"		6.350															
N° 04		4.750	0.07	72.64	90.35	100.00	100.00	100.00	100.00	57.36	51	51	51	68	68	68	
N° 08		2.360															
N° 10		2.000	0.00	43.36	70.56	100.00	100.00	100.00	100.00	40.75	38	38	38	52	52	52	OBSERVACIONES:
N° 16		1.190															
N° 20		0.840															
N° 30		0.600															
N° 40		0.425		19.98	25.29	99.01	99.51	99.51	99.51	18.06	17	17	17	28	28	28	
N° 50		0.300															
N° 80		0.177		10.96	9.04	95.61	94.88	94.88	94.88	9.58	8	8	8	17	17	17	
N° 200		0.075		6.32	3.20	88.51	91.90	91.90	91.90	5.96	4	4	4	8	8	8	
Pasa 200		FONDO		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



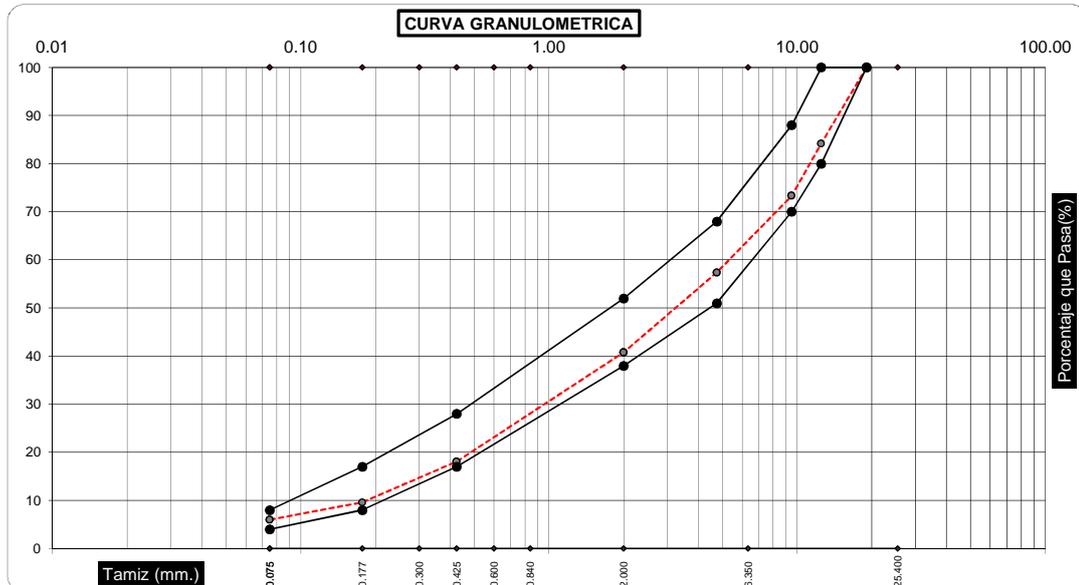
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO (MODIFICADO CON 3% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	20 de Diciembre 2016
MATERIAL:	MEZCLA DE AGREGADOS	MUESTRA:	

TAMICES		P.CH.	A.CH.	A.Z.	CAL	ZEOLITA	MEZCLA	ESPECIF. MAC-2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Pulg.	m.m.	30%	35%	32%	0%	3%	100%	Inf.	Sup.	
4"	101.600									PORCENTAJE DE AGREGADOS:
3"	76.200									
2 1/2"	60.350									
2"	50.800									
1 1/2"	38.100									PIEDRA CHANCADA 30%
1"	25.400									ARENA CHANCADA 35%
3/4"	19.000	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100	ARENA ZARANDEAD 32%
1/2"	12.500	47.32	100.00	100.00	100.00	100.00	84.20	80	100	CAL HIDRATADA 0%
3/8"	9.500	11.07	100.00	100.00	100.00	100.00	73.32	70	88	ZEOLITA 3%
1/4"	6.350									100%
N° 04	4.750	0.07	72.64	90.35	100.00	100.00	57.36	51	68	
N° 08	2.360									
N° 10	2.000	0.00	43.36	70.56	100.00	100.00	40.75	38	52	OBSERVACIONES:
N° 16	1.190									
N° 20	0.840									
N° 30	0.600									
N° 40	0.425		19.98	25.29	99.01	99.51	18.07	17	28	
N° 50	0.300									
N° 80	0.177		10.96	9.04	95.61	94.88	9.58	8	17	
N° 200	0.075		6.32	3.20	88.51	91.90	5.99	4	8	
Pasa 200	FONDO		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCIÓN DE AGREGADOS

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 206

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	21 de Diciembre 2016
MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA 1/2"	MUESTRA:	

AGREGADO GRUESO (MTC E 206)

IDENT.	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			PROMEDIO
		1	2	3	(1+2+3)/3
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) (gr.)	2159.50	2232.70	2087.60	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en agua) (gr.)	1322.90	1369.70	1278.80	
C	Vol de masas - Vol de vacios = A-B (ml)	836.60	863.00	808.80	
D	Peso Mat. Seco en estufa (110°C) (gr.)	2129.50	2197.00	2057.90	
E	Vol de masas = C- (A-D)	806.60	827.30	779.10	
F	Pe Bulk (Base seca) = D/C	2.545	2.546	2.544	2.545
G	Pe Bulk (Base saturada) = A/C	2.581	2.587	2.581	2.583
H	Pe Aparente (Base seca) = D/E	2.640	2.656	2.641	2.646
I	% de Absorción = ((A-D)/D)*100	1.41	1.62	1.44	1.49

Observaciones:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCIÓN DE AGREGADOS

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 205

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	21 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ARENA CHANCADA 1/4"	MUESTRA:	

AGREGADO FINO (MTC E 205)

IDENT.	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			PROMEDIO
		1	2	3	(1+2+3)/3
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) (gr.)	500.00	500.00	500.00	
B	Peso de frasco + agua (gr.)	1266.90	1355.70	1265.80	
C	Peso de frasco + agua + (A) =(A+B) (gr.)	1766.90	1855.70	1765.80	
D	Peso de material + agua en el frasco (gr.)	1570.30	1665.60	1570.60	
E	Volúmen de masa - Volúmen de vacios =C-D (ml)	196.60	190.10	195.20	
F	Peso de material seco (gr.)	492.50	492.00	491.90	
G	Volúmen de masa = E-(A-F) (cm3)	189.10	182.10	187.10	
H	Peso Especifico Bulk (base seca) =F/E (gr/cm3)	2.505	2.588	2.520	2.538
I	Peso Especifico Bulk (base saturada) =A/E (gr/cm3)	2.543	2.630	2.561	2.578
J	Peso Especifico Aparente (base seca) =F/G (gr/cm3)	2.604	2.702	2.629	2.645
K	Absorción = ((A-F)/F)*100 (%)	1.523	1.626	1.647	1.599

Observaciones:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCIÓN DE AGREGADOS

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 205

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	21 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA 3/8"	MUESTRA:	

AGREGADO FINO (MTC E 205)

IDENT.	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			PROMEDIO
		1	2	3	(1+2+3)/3
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) (gr.)	500.00	500.00	500.00	
B	Peso de frasco + agua (gr.)	1267.10	1266.30	1356.80	
C	Peso de frasco + agua + (A) =(A+B) (gr.)	1767.10	1766.30	1856.80	
D	Peso de material + agua en el frasco (gr.)	1568.80	1570.70	1666.40	
E	Volúmen de masa - Volúmen de vacios =C-D (ml)	198.30	195.60	190.40	
F	Peso de material seco (gr.)	493.20	492.90	493.30	
G	Volúmen de masa = E-(A-F) (cm3)	191.50	188.50	183.70	
H	Peso Específico Bulk (base seca) =F/E (gr/cm3)	2.487	2.520	2.591	2.533
I	Peso Específico Bulk (base saturada) =A/E (gr/cm3)	2.521	2.556	2.626	2.568
J	Peso Específico Aparente (base seca) =F/G (gr/cm3)	2.575	2.615	2.685	2.625
K	Absorción = ((A-F)/F)*100 (%)	1.379	1.440	1.358	1.392

Observaciones:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ABRASIÓN LOS ÁNGELES

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	22 de Diciembre 2016
MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	MUESTRA:	

GRADACIÓN "B" (N° DE ESFERAS: 11)

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL (gr.)	MASA FINAL RETENIDO MALLA N°12 (gr.)	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASIÓN
PASA	RETIENE				
1 1/2" (38.1mm)	1" (25.4mm)		.....	.....	.....
1" (25.4mm)	3/4" (19.0mm)		.....	.....	.....
3/4" (19.0mm)	1/2" (12.7mm)	2500.00	.....	.....	.....
1/2" (12.7mm)	3/8" (9.5mm)	2500.00	.....	.....	.....
PESO TOTAL DE MUESTRA		5000.00	3875.00	1125.00	22.50%

Observaciones:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO DE DURABILIDAD

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 209, ASTM C-88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	04 de Enero 2017
MATERIAL:	AGREGADO GRUESO	MUESTRA:	

DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO (al Sulfato de Magnesio)

N°	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE INMERSIÓN	HORA ESCURRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	3:00 pm	04/01/2017	05/01/2017	18.00	9:00 am	10:00am	0	1.30	28.00
2	3:00 pm	05/01/2017	06/01/2017	18.00	9:00 am	10:00am	1	1.30	28.00
3	3:00 pm	06/01/2017	07/01/2017	18.00	9:00 am	10:00am	2	1.30	28.00
4	3:00 pm	07/01/2017	08/01/2017	18.00	9:00 am	10:00am	3	1.29	29.00
5	3:00 pm	08/01/2017	09/01/2017	18.00	9:00 am	10:00am	4	1.29	29.00
6	3:00 pm	09/01/2017	10/01/2017	18.00	9:00 am	10:00am	5	1.29	28.00

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO EN SOLUCIONES DE SO₄. Mg (5 CICLOS)

MALLAS		PORCENJATE DEL RETENIDO MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	PESO DE LAS FRACCIONES DESPUES DEL ENSAYO	% DE PÉRDIDAS DESPUÉS DEL ENSAYO	% DE PÉRDIDAS CORREGIDAS
PASA	RETENIDA					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	52.68	550.30	525.30	4.54	2.39
1/2"	3/8"	36.25	709.40	658.80	7.13	2.59
3/8"	N° 4	11.07	750.60	713.10	5.00	0.55
TOTALES		100.00	2010.300			5.53

Observaciones:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO DE DURABILIDAD

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 209, ASTM C-88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	04 de Enero 2017
MATERIAL:	AGREGADO FINO	MUESTRA:	

DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO (al Sulfato de Magnesio)

N°	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE INMERSIÓN	HORA ESCURRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCIONES DE SULFATO DE MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP. °C
1	3:30 pm	04/01/2017	05/01/2017	18.00	9:30 am	10:30 am	0	1.30	28.00
2	3:30 pm	05/01/2017	06/01/2017	18.00	9:30 am	10:30 am	1	1.30	28.00
3	3:30 pm	06/01/2017	07/01/2017	18.00	9:30 am	10:30 am	2	1.30	28.00
4	3:30 pm	07/01/2017	08/01/2017	18.00	9:30 am	10:30 am	3	1.29	29.00
5	3:30 pm	08/01/2017	09/01/2017	18.00	9:30 am	10:30 am	4	1.29	29.00
6	3:30 pm	09/01/2017	10/01/2017	18.00	9:30 am	10:30 am	5	1.29	28.00

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO EN SOLUCIONES DE SO4. Mg (5 CICLOS)

MALLAS		PORCENJATE DEL RETENIDO MUESTRA ORIGINAL	PESO DE LAS FRACCIONES ANTES DEL ENSAYO	PESO DE LAS FRACCIONES DESPUES DEL ENSAYO	% DE PÉRDIDAS DESPUÉS DEL ENSAYO	% DE PÉRDIDAS CORREGIDAS
PASA	RETENIDA					
3/8"	N° 4					
N° 4	N° 8	14.2	100.00	94.50	5.50	0.78
N° 8	N° 16	33.3	100.00	93.40	6.60	2.20
N° 16	N° 30	31.7	100.00	96.50	3.50	1.11
N° 30	N° 50	20.8	100.00	95.80	4.20	0.87
TOTALES		100.00	400.000			4.96

Observaciones:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS

NORMAS TÉCNICAS: MTC E - 210

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	06 de Enero 2017
MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	MUESTRA:	

CON UNA CARA FRACTURADA

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PESO PARA ENSAYO (gr.)	PESO PART. 01 CARA FACT. (gr.)	% DE PART. 01 CARA FRACT. (gr.)	
PASA	RETIENE	Pr	Rj	Pi	Pa	Li	LixRj
1 1/2" (38.1mm)	1" (25.4mm)						
1" (25.4mm)	3/4" (19.0mm)						
3/4" (19.0mm)	1/2" (12.7mm)	687.92	69.38	687.92	655.66	95.31	6612.28
1/2" (12.7mm)	3/8" (9.5mm)	303.66	30.62	303.66	291.08	95.86	2935.52
PESO TOTAL DE MUESTRA		991.58	100.00				9547.79
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA = Sumatoria(LixRj)/Sumatoria				95.48	%		

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PESO PARA ENSAYO (gr.)	PESO PART. 02 O MÁS CARAS FACT. (gr.)	% DE PART. 02 O MÁS CARAS FRACT. (gr.)	
PASA	RETIENE	Pr	Rj	Pi	Pa	Li	LixRj
1 1/2" (38.1mm)	1" (25.4mm)						
1" (25.4mm)	3/4" (19.0mm)						
3/4" (19.0mm)	1/2" (12.7mm)	687.92	69.38	687.92	604.13	87.82	6092.60
1/2" (12.7mm)	3/8" (9.5mm)	303.66	30.62	303.66	281.55	92.72	2839.41
PESO TOTAL DE MUESTRA		991.58	100.00				8932.01
PORCENTAJE CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS = Sumatoria(LixRj)/Sumatoria(Rj) =				89.32	%		

Observaciones:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



DETERMINACIÓN DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

NORMA: MTC E- 221, ASTM D-4791

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	06 de Enero 2017
MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	MUESTRA:	

PARTICULAS CHATAS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PESO PARA ENSAYO (gr.)	PESO PART. CHATAS (gr.)	% DE PART. CHATAS (gr.)	
PASA	RETIENE	Pr	Rj	Pi	Pa	Li	LixRj
1 1/2" (38.1mm)	1" (25.4mm)						
1" (25.4mm)	3/4" (19.0mm)						
3/4" (19.0mm)	1/2" (12.7mm)	2204.00	65.93	2204.00	60.00	2.72	179.48
1/2" (12.7mm)	3/8" (9.5mm)	1139.00	34.07	1139.00	25.00	2.19	74.78
PESO TOTAL DE MUESTRA		3343.00	100.00				254.26
PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS = Sumatoria(LixRj)/Sumatoria(Rj)=					2.54	%	

PARTICULAS ALARGADAS

TAMAÑO DE MALLAS		PESO RETENIDO (gr.)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PESO PARA ENSAYO (gr.)	PESO PART. ALARGADAS (gr.)	% DE PART. ALARGADAS (gr.)	
PASA	RETIENE	Pr	Rj	Pi	Pa	Li	LixRj
1 1/2" (38.1mm)	1" (25.4mm)						
1" (25.4mm)	3/4" (19.0mm)						
3/4" (19.0mm)	1/2" (12.7mm)	2204.00	65.93	2204.00	7.00	0.32	20.94
1/2" (12.7mm)	3/8" (9.5mm)	1139.00	34.07	1139.00	4.00	0.35	11.97
PESO TOTAL DE MUESTRA		3343.00	100.00				32.90
PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS = Sumatoria(LixRj)/Sumatoria(Rj)=					0.33	%	

Observaciones:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYOS EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E 114, ASTM D 2419

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	09 de Enero 2017
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA 3/8"	MUESTRA:	

EQUIVALENTE DE ARENA

N°	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
		1	2	3
1	Hora de entrada a saturación	3:54 pm	3:56 pm	3:58 pm
2	Hora de salida de saturación	4:04 pm	4:06 pm	4:08 pm
3	Hora de entrada a decantación	4:06 pm	4:08 pm	4:10 pm
4	Hora de salida de decantación	4:26 pm	4:28 pm	4:30 pm
5	Altura de nivel material fino (Pulg.)	5.2	5.4	5.2
6	Altura de nivel arena (Pulg.) - 10 pulg	3.6	3.6	3.6
7	Equivalente de arena (%) (6)/(5)*100	69.2%	66.7%	69.2%
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO:		68.4%		

Observaciones:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYOS EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E 114, ASTM D 2419

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	09 de Enero 2017
MATERIAL:	ARENA CHANCADA 1/4"	MUESTRA:	

EQUIVALENTE DE ARENA

N°	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
		1	2	3
1	Hora de entrada a saturación	2:32 pm	2:34 pm	2:36 pm
2	Hora de salida de saturación	2:42 pm	2:44 pm	2:46 pm
3	Hora de entrada a decantación	2:44 pm	2:46 pm	2:48 pm
4	Hora de salida de decantación	3:04 pm	3:06 pm	3:08 pm
5	Altura de nivel material fino (Pulg.)	5.9	5.7	5.6
6	Altura de nivel arena (Pulg.) - 10 pulg	3.8	3.5	3.6
7	Equivalente de arena (%) $(6)/(5)*100$	64.4%	61.4%	64.3%
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO:		63.4%		

Observaciones:

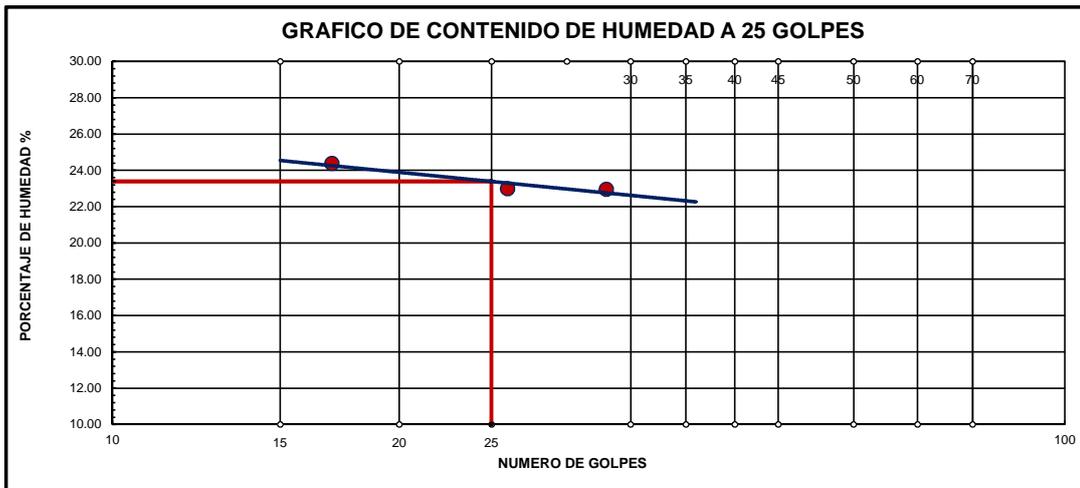


LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 -T90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	09 de Enero 2017
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA 3/8" Y CHANCADA 1/4" (MALLA N° 200)	MUESTRA:	

N°	DESCRIPCIÓN	LÍMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)			LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)	
		T-10	T-06	T-12		
1	N° TARA				NP	
2	PESO TARA +SUELO HUMEDO (gr.)	20.56	15.79	15.04		
3	PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	18.72	14.91	14.31		
4	PESO DE AGUA (gr.)	1.84	0.88	0.73		
5	PESO DE LA TARA (gr.)	11.17	11.08	11.13		
6	PESO DEL SUELO SECO (gr.)	7.55	3.83	3.18		
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	24.37	22.98	22.96		
8	NUMERO DE GOLPES	17	26	33		
L.L. =		23.38			L.P.=	NP
					I.P. =	NP



Observaciones: _____



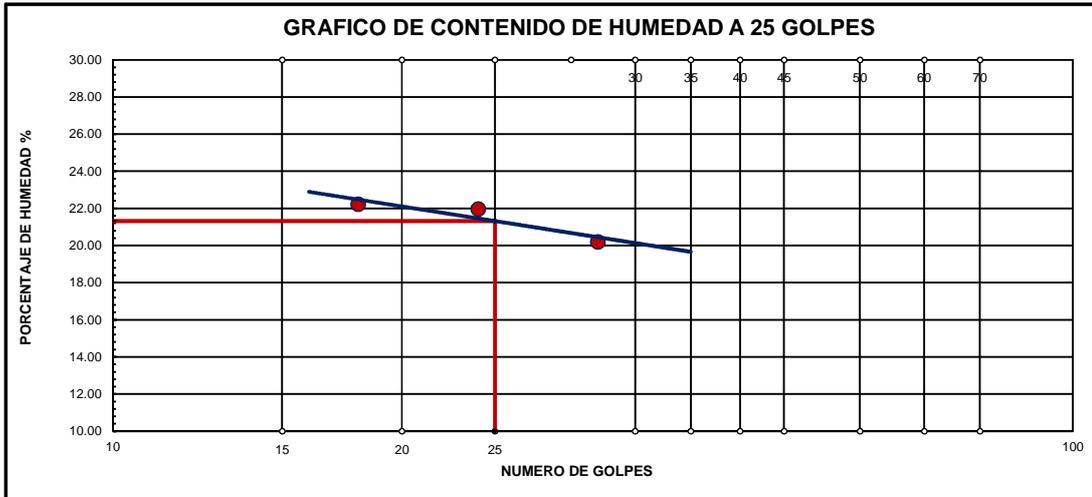
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 -T90

DATOS DE LA MUESTRA			
PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	09 de Enero 2017
MATERIAL:	ARENA ZARANDEADA 3/8" Y CHANCADA 1/4" (MALLA N° 40)	MUESTRA:	

N°	DESCRIPCIÓN	LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)			LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)
		T-02	T-07	T-03	
1	N° TARA				NP
2	PESO TARA +SUELO HUMEDO (gr.)	15.62	17.13	16.00	
3	PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	14.74	16.06	15.16	
4	PESO DE AGUA (gr.)	0.88	1.07	0.84	
5	PESO DE LA TARA (gr.)	10.78	11.19	11.00	
6	PESO DEL SUELO SECO (gr.)	3.96	4.87	4.16	
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.22	21.97	20.19	
8	NUMERO DE GOLPES	18	24	32	
L.L. =		21.32	L.P.= NP		I.P. = NP



Observaciones:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA ZEOLITA NATURAL

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANtera:	TIQUILLACA	FECHA:	20 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ZEOLITA NATURAL	MUESTRA:	

CONTENIDO DE HUMEDAD

IDENT.	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			PROMEDIO
		1	2	3	(1+2+3)/3
1	Peso de la Tara) (gr.)	11.03	11.10	11.06	
2	Peso de la Tara + Zeolita Humeda (gr.)	36.13	39.21	36.42	
4	Peso de la Tara + Zeolita Seca (gr.)	33.56	33.80	33.80	
6	% Contenido de Humedad	11.407	23.833	11.522	15.587

Observaciones:



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GRAVEDAD ESPECIFICA - ZEOLITA NATURAL

NORMAS TÉCNICAS: ASTM C 128

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE ASFALTO	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	TIQUILLACA	FECHA:	21 de Diciembre 2016
MATERIAL:	ZEOLITA NATURAL	MUESTRA:	

AGREGADO FINO (MTC E 205)

IDENT.	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			PROMEDIO
		1	2	3	(1+2+3)/3
A	Peso Mat. Zeolita (en aire) (gr.)	50.08	50.12	50.04	
B	Peso de Frasco + Kerosene (500 ml.) (gr.)	670.63	660.38	665.67	
C	Peso de frasco + Kerosene + (A) =(B+A) (gr.)	720.71	710.50	715.71	
D	Peso de frasco + Zeolita + Kerosene (gr.)	698.77	688.53	693.83	
E	Volúmen de masa (ml)	21.94	21.97	21.88	
F	Peso Específico (base seca) (gr/cm3)	2.283	2.281	2.287	2.284

Observaciones:



Anexo C: Ensayo de Mezcla Asfáltica



Anexo C-1: Ensayo de Mezcla Asfáltica Convencional – 140°C



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN EL MARSHALL
TEMPERATURA - 140°C

DATOS DE LA MUESTRA			
PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (140°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	16 de Enero 2017
MATERIAL:	COMBINACIÓN DE MATERIALES PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA	ASFALTO:	PEN 120 - 150

				% PIEDRA CHANCADA	30.00			
				% ARENA CHANCADA	35.00			
				% ARENA ZARANEADA	32.00			
				% CAL	3.00			
COMBINACIÓN	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	TOTAL (%)	100.00
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	100		
ASFALTO (%)	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0		
% TOTAL (PIEDRA, ARENA Y CAL) EN EL MARSHALL	94.5	94.0	93.5	93.0	92.5	92.0		
(%) PIEDRA CHANCADA	28.35	28.20	28.05	27.90	27.75	27.60		
% ARENA CHANCADA	33.08	32.90	32.73	32.55	32.38	32.20		
(%) ARENA ZARANEADA	30.24	30.08	29.92	29.76	29.60	29.44		
CAL (%)	2.84	2.82	2.81	2.79	2.78	2.76		





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - (RICE)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 508, ASTM D 2041

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (140°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTAS
ASFALTO:	PEN 120 - 150	FECHA:	16 de Enero 2017

ENSAYO	UND	1	2	3	4	5	6
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
PESO DEL PICNÓMETRO	Gr	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8
PESO DE LA MUESTRA + PICNÓMETRO	Gr	3833.4	3832.5	3831.7	3831.1	3832.7	3825.8
PESO DE LA MUESTRA AL AIRE	Gr	1195.6	1194.7	1193.9	1193.3	1194.9	1188.0
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA	Gr	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA	Gr	7486.4	7484.1	7481.3	7476.9	7471.8	7463.5
VOLUMEN DE LA MUESTRA	Gr	497.9	499.3	501.3	505.1	511.8	513.2
DENSIDAD MÁXIMA DE LA MUESTRA	Gr/cm ³	2.401	2.393	2.382	2.363	2.335	2.315



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (140°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	16 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	5.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	5.5	5.5	5.5	5.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.35	28.35	28.35	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	33.08	33.08	33.08	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	30.24	30.24	30.24	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.84	2.84	2.84	
6	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1191.20	1181.30	1186.70	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1193.80	1184.10	1189.20	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	660.70	655.10	658.60	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	533.10	529.00	530.60	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.234	2.233	2.237	2.235
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.401	2.401	2.401	
17	Vacíos	%	6.9	7.0	6.8	6.9
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	16.63	16.69	16.54	16.6
20	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	58.24	58.01	58.64	58.3
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.606	2.606	2.606	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.14	1.14	1.14	
23	Asfalto Efectivo	%	4.43	4.43	4.43	
24	Flujo	mm	2.50	2.62	2.38	2.50
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	786.10	794.60	792.30	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	0.960	0.960	
27	Estabilidad Corregida	Kg	755	763	761	759
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	3019	2912	3196	3042



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL (140°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	16 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.0	6.0	6.0	6.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.20	28.20	28.20	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.90	32.90	32.90	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	30.08	30.08	30.08	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.82	2.82	2.82	
6	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1209.20	1187.30	1192.10	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1210.80	1188.50	1193.20	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	679.10	665.80	668.80	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	531.70	522.70	524.40	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.274	2.271	2.273	2.273
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.393	2.393	2.393	
17	Vacíos	%	5.0	5.1	5.0	5.0
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	15.61	15.72	15.65	15.7
20	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	68.21	67.63	68.01	68.0
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.617	2.617	2.617	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.30	1.30	1.30	
23	Asfalto Efectivo	%	4.78	4.78	4.78	
24	Flujo	mm	2.58	2.71	2.64	2.64
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	961.30	984.00	978.70	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	0.960	0.960	
27	Estabilidad Corregida	Kg	923	945	940	936
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	3577	3486	3559	3541



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (140°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	16 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.5	6.5	6.5	6.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.05	28.05	28.05	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.73	32.73	32.73	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.92	29.92	29.92	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.81	2.81	2.81	
6	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1210.1	1186.1	1187.8	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1210.9	1187.4	1188.9	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	681.2	667.2	668.3	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	529.70	520.20	520.60	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.285	2.280	2.282	2.282
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.382	2.382	2.382	
17	Vacios	%	4.1	4.3	4.2	4.2
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacios en el Agregado Mineral (VMA)	%	15.67	15.84	15.76	15.8
20	Vacios Llenos con Asfalto (VFA)	%	73.98	73.06	73.47	73.5
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.625	2.625	2.625	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.41	1.41	1.41	
23	Asfalto Efectivo	%	5.18	5.18	5.18	
24	Flujo	mm	2.75	3.05	2.60	2.80
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	1025.40	1006.70	1016.90	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	1.000	1.000	
27	Estabilidad Corregida	Kg	984	1007	1017	1003
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	3580	3301	3911	3597



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (140°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	16 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	7.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	7.0	7.0	7.0	7.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.90	27.90	27.90	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.55	32.55	32.55	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.76	29.76	29.76	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.79	2.79	2.79	
6	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1184.5	1182.1	1174.3	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1185.8	1183.3	1175.4	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	668.7	666.8	662.7	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	517.10	516.50	512.70	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.291	2.289	2.290	2.290
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.363	2.363	2.363	
17	Vacios	%	3.0	3.1	3.1	3.1
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacios en el Agregado Mineral (VMA)	%	15.90	15.96	15.92	15.9
20	Vacios Llenos con Asfalto (VFA)	%	80.87	80.50	80.72	80.7
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.622	2.622	2.622	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.37	1.37	1.37	
23	Asfalto Efectivo	%	5.73	5.73	5.73	
24	Flujo	mm	3.50	3.55	3.30	3.45
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	1019.50	1011.10	1035.40	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	1.000	1.000	
27	Estabilidad Corregida	Kg	1020	1011	1035	1022
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	2913	2848	3138	2966



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (140°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	16 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	7.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	7.5	7.5	7.5	7.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.75	27.75	27.75	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.38	32.38	32.38	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.60	29.60	29.60	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.78	2.78	2.78	
6	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1154.3	1161.3	1141.6	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1155.2	1162.7	1142.5	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	647.2	652.2	640.2	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	508.00	510.50	502.30	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.272	2.275	2.273	2.273
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.335	2.335	2.335	
17	Vacíos	%	2.7	2.6	2.6	2.6
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	17.02	16.92	16.99	17.0
20	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	84.28	84.89	84.45	84.5
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.607	2.607	2.607	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.14	1.14	1.14	
23	Asfalto Efectivo	%	6.45	6.45	6.45	
24	Flujo	mm	4.70	4.52	4.77	4.66
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	882.10	872.00	916.90	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.040	1.000	1.040	
27	Estabilidad Corregida	Kg	917	872	954	914
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1952	1929	1999	1960



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL (140°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	16 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	8.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	8.0	8.0	8.0	8.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.60	27.60	27.60	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.20	32.20	32.20	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.44	29.44	29.44	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.76	2.76	2.76	
6	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1128.2	1149.3	1153.1	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1129.4	1150.6	1154.3	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	628.5	639.9	642.5	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	500.90	510.70	511.80	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.252	2.250	2.253	2.252
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.315	2.315	2.315	
17	Vacios	%	2.7	2.8	2.7	2.7
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacios en el Agregado Mineral (VMA)	%	18.19	18.28	18.17	18.2
20	Vacios Llenos con Asfalto (VFA)	%	85.15	84.66	85.28	85.0
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.602	2.602	2.602	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.06	1.06	1.06	
23	Asfalto Efectivo	%	7.02	7.02	7.02	
24	Flujo	mm	5.22	5.16	5.18	5.19
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	798.70	787.70	801.60	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.040	1.000	1.000	
27	Estabilidad Corregida	Kg	831	788	802	807
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1591	1527	1547	1555

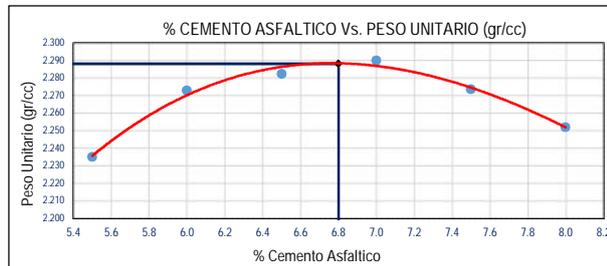


ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

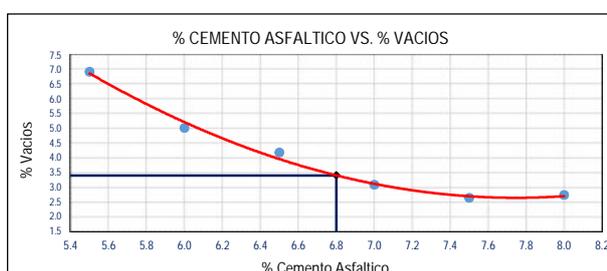
% ASFALTO	P.U. (gr/cc)
5.5	2.235
6.0	2.273
6.5	2.282
7.0	2.290
7.5	2.273
8.0	2.252

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
PESO UNITARIO (gr/cc)	2.288



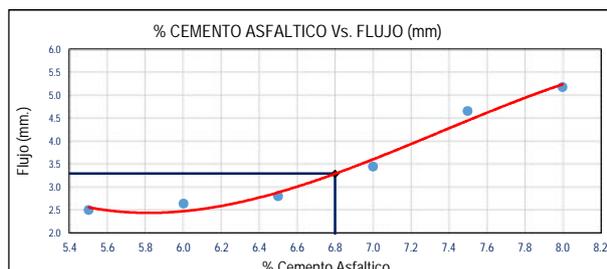
% ASFALTO	% VACIOS
5.5	6.9
6.0	5.0
6.5	4.2
7.0	3.1
7.5	2.6
8.0	2.7

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
% VACIOS	3.4



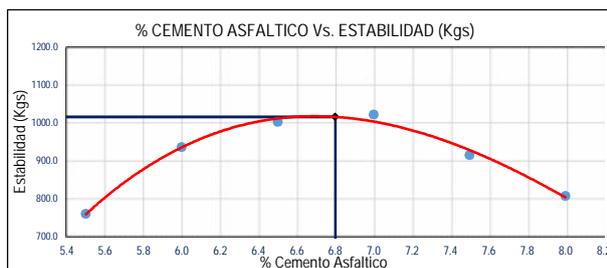
% ASFALTO	FLUJO (mm)
5.5	2.5
6.0	2.6
6.5	2.8
7.0	3.5
7.5	4.7
8.0	5.2

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
FLUJO (mm)	3.3



% ASFALTO	ESTABILIDAD (Kgs)
5.5	759.4
6.0	935.7
6.5	1002.7
7.0	1022.0
7.5	914.3
8.0	806.6

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
ESTABILIDAD (Kgs)	1016.0



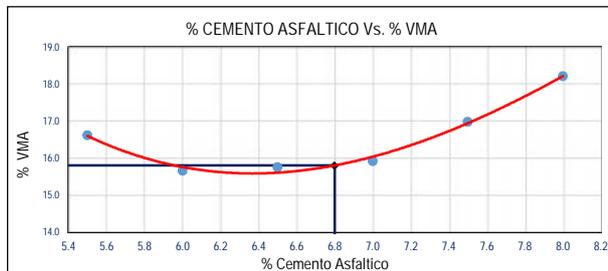


ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

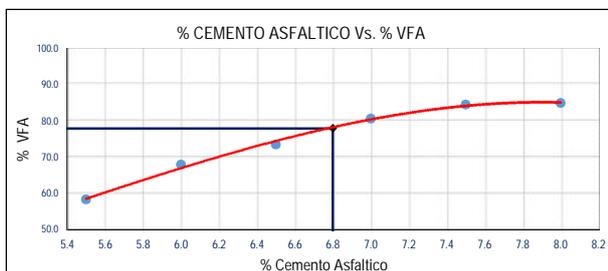
% ASFALTO	% VMA
5.5	16.62
6.0	15.66
6.5	15.76
7.0	15.92
7.5	16.98
8.0	18.21

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
%VMA	15.8



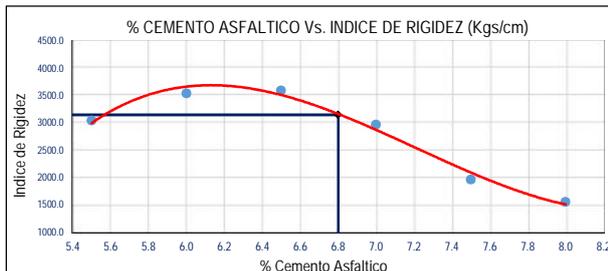
% ASFALTO	% VFA
5.5	58.30
6.0	67.95
6.5	73.50
7.0	80.70
7.5	84.54
8.0	85.03

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
%VFA	78.0



% ASFALTO	INDICE DE RIGIDEZ (Kgs/cm)
5.5	3042.0
6.0	3540.5
6.5	3597.1
7.0	2966.2
7.5	1960.1
8.0	1555.1

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
INDICE DE RIGIDEZ (Kg/cm)	3150.0





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL
TEMPERATURA - 140°C

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (140°C)	REALIZADO POR:	TESISTA
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTA
MUESTRA:	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	FECHA:	18 de Enero 2017

A.	MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)	
A.1.	Piedra Chancada 1/2"	30.00%
A.2.	Arena Chancada 1/4"	35.00%
A.3.	Arena Zarandeada 3/8"	32.00%
A.4.	Filler Mineral (Cal)	3.00%
TOTAL:		100.00%

B.	CEMENTO ASFÁLTICO	
B.1.	Tipo de Asfalto	PEN 120/150
B.2.	% Optimo de C.A.	6.8 % +- 0.3
B.3.	Aditivo	-----

C.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS			
	CARACTERÍSTICAS	DISEÑO	ESPECIFICACIÓN	EVALUACIÓN
C.1.	% Óptimo de Cemento asfáltico	6.8		
C.2.	N° de Golpes en cada lado	75		
C.3.	Peso Unitario (gr/cm ³)	2.288		
C.4.	% Vacios de aire	3.4	3 - 5 %	CUMPLE
C.5.	Flujo (mm)	3.3	2 - 3.5 mm	CUMPLE
C.6.	Estabilidad (Kgs.)	1016.0	Min. 831 Kgf.	CUMPLE
C.7.	% V.M.A.	15.8	Min. 15 %	CUMPLE
C.8.	% V.F.A.	78.0	Max. 85 %	CUMPLE
C.9.	Indice de Rigidez (Kg/cm)	3150.00	1,700 - 4,000	CUMPLE



Anexo C-2: Ensayo de Mezcla Asfáltica Convencional – 100°C



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN EL MARSHALL
TEMPERATURA - 100°C

DATOS DE LA MUESTRA			
PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (100°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	18 de Enero 2017
MATERIAL:	COMBINACIÓN DE MATERIALES PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA	ASFALTO:	PEN 120 - 150

							% PIEDRA CHANCADA	30.00
							% ARENA CHANCADA	35.00
							% ARENA ZARANEADA	32.00
							% CAL	3.00
COMBINACIÓN	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	TOTAL (%)	100.00
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	100		
ASFALTO (%)	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0		
% TOTAL (PIEDRA, ARENA Y CAL) EN EL MARSHALL	94.5	94.0	93.5	93.0	92.5	92.0		
(%) PIEDRA CHANCADA	28.35	28.20	28.05	27.90	27.75	27.60		
% ARENA CHANCADA	33.08	32.90	32.73	32.55	32.38	32.20		
(%) ARENA ZARANEADA	30.24	30.08	29.92	29.76	29.60	29.44		
CAL (%)	2.84	2.82	2.81	2.79	2.78	2.76		



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - (RICE)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 508, ASTM D 2041

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (100°C)	REALIZADO POR:	TESISTA
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTA
ASFALTO:	PEN 120 - 150	FECHA:	18 de Enero 2017

ENSAYO	UND	1	2	3	4	5	6
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
PESO DEL PICNÓMETRO	Gr	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8
PESO DE LA MUESTRA + PICNÓMETRO	Gr	3832.8	3831.7	3831.4	3830.4	3831.1	3826.3
PESO DE LA MUESTRA AL AIRE	Gr	1195.0	1193.9	1193.6	1192.6	1193.3	1188.5
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA	Gr	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA	Gr	7496.9	7496.7	7486.8	7475.5	7468.2	7462.8
VOLUMEN DE LA MUESTRA	Gr	486.8	485.9	495.5	505.8	513.8	514.4
DENSIDAD MÁXIMA DE LA MUESTRA	Gr/cm ³	2.455	2.457	2.409	2.358	2.322	2.310



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (100°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	18 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	5.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	5.5	5.5	5.5	5.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.35	28.35	28.35	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	33.08	33.08	33.08	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	30.24	30.24	30.24	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.84	2.84	2.84	
6	Peso Específico del Cemento Asf. - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1182.40	1189.60	1184.40	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1183.20	1190.80	1185.70	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	651.70	657.30	654.10	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	531.50	533.50	531.60	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.225	2.230	2.228	2.228
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.455	2.455	2.455	
17	Vacíos	%	9.4	9.2	9.2	9.3
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	17.00	16.80	16.88	16.9
20	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	44.85	45.50	45.25	45.2
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.673	2.673	2.673	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	2.12	2.12	2.12	
23	Asfalto Efectivo	%	3.50	3.50	3.50	
24	Flujo	mm	2.48	2.36	2.75	2.53
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	536.50	587.80	602.30	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	0.960	0.960	
27	Estabilidad Corregida	Kg	515	564	578	553
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	2077	2391	2103	2190



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (100°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	18 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.0	6.0	6.0	6.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.20	28.20	28.20	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.90	32.90	32.90	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	30.08	30.08	30.08	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.82	2.82	2.82	
6	Peso Específico del Cemento Asf. - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1182.50	1190.00	1184.30	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1183.80	1190.80	1185.50	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	659.50	665.20	660.70	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	524.30	525.60	524.80	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.255	2.264	2.257	2.259
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.457	2.457	2.457	
17	Vacios	%	8.2	7.9	8.1	8.1
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacios en el Agregado Mineral (VMA)	%	16.31	15.98	16.24	16.2
20	Vacios Llenos con Asfalto (VFA)	%	49.59	50.82	49.86	50.1
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.699	2.699	2.699	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	2.49	2.49	2.49	
23	Asfalto Efectivo	%	3.66	3.66	3.66	
24	Flujo	mm	3.36	3.40	3.18	3.31
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	746.20	725.50	741.80	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	0.960	0.960	
27	Estabilidad Corregida	Kg	716	696	712	708
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	2132	2048	2239	2140



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (100°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	18 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.5	6.5	6.5	6.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.05	28.05	28.05	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.73	32.73	32.73	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.92	29.92	29.92	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.81	2.81	2.81	
6	Peso Específico del Cemento Asf. - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1169.1	1178.6	1185.4	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1170.8	1179.9	1186.2	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	655.2	660.6	666.6	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	515.60	519.30	519.60	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.267	2.270	2.281	2.273
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.409	2.409	2.409	
17	Vacíos	%	5.9	5.8	5.3	5.6
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	16.30	16.21	15.80	16.1
20	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	63.98	64.42	66.40	64.9
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.660	2.660	2.660	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.93	1.93	1.93	
23	Asfalto Efectivo	%	4.70	4.70	4.70	
24	Flujo	mm	3.47	3.76	4.04	3.76
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	871.70	809.50	852.50	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	1.000	1.000	
27	Estabilidad Corregida	Kg	872	810	853	845
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	2512	2153	2110	2258



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (100°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	18 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	7.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	7.0	7.0	7.0	7.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.90	27.90	27.90	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.55	32.55	32.55	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.76	29.76	29.76	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.79	2.79	2.79	
6	Peso Específico del Cemento Asf. - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1193.4	1176.5	1183.1	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1194.4	1177.9	1185.2	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	670.7	662.8	664.4	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	523.70	515.10	520.80	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.279	2.284	2.272	2.278
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.358	2.358	2.358	
17	Vacios	%	3.4	3.1	3.6	3.4
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacios en el Agregado Mineral (VMA)	%	16.33	16.14	16.58	16.4
20	Vacios Llenos con Asfalto (VFA)	%	79.47	80.59	78.04	79.4
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.616	2.616	2.616	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.27	1.27	1.27	
23	Asfalto Efectivo	%	5.81	5.81	5.81	
24	Flujo	mm	4.02	4.20	4.25	4.16
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	835.30	790.20	808.40	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	1.000	1.000	
27	Estabilidad Corregida	Kg	802	790	808	800
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1995	1881	1902	1926



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (100°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	18 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	7.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	7.5	7.5	7.5	7.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.75	27.75	27.75	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.38	32.38	32.38	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.60	29.60	29.60	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.78	2.78	2.78	
6	Peso Específico del Cemento Asf. - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1181.4	1200.4	1175.8	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1181.8	1201.3	1176.4	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	657.8	670.5	654.6	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	524.00	530.80	521.80	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.255	2.261	2.253	2.256
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.322	2.322	2.322	
17	Vacíos	%	2.9	2.6	3.0	2.9
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	17.67	17.43	17.72	17.6
20	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	83.45	84.81	83.12	83.8
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.590	2.590	2.590	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	0.89	0.89	0.89	
23	Asfalto Efectivo	%	6.68	6.68	6.68	
24	Flujo	mm	5.95	6.45	6.04	6.15
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	707.30	679.50	689.60	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	0.960	1.000	
27	Estabilidad Corregida	Kg	679	652	690	674
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1141	1011	1142	1098



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (100°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	18 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	8.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	8.0	8.0	8.0	8.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.60	27.60	27.60	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.20	32.20	32.20	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.44	29.44	29.44	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.76	2.76	2.76	
6	Peso Específico del Cemento Asf. - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1163.1	1167.4	1169.8	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1165.2	1168.6	1171.2	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	645.7	648.4	651.1	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	519.50	520.20	520.10	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.239	2.244	2.249	2.244
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.310	2.310	2.310	
17	Vacios	%	3.1	2.9	2.7	2.9
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacios en el Agregado Mineral (VMA)	%	18.68	18.49	18.31	18.5
20	Vacios Llenos con Asfalto (VFA)	%	83.42	84.45	85.47	84.4
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.595	2.595	2.595	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	0.97	0.97	0.97	
23	Asfalto Efectivo	%	7.11	7.11	7.11	
24	Flujo	mm	7.28	7.53	7.34	7.38
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	550.20	582.10	564.80	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	1.000	1.000	
27	Estabilidad Corregida	Kg	550	582	565	566
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	756	773	769	766

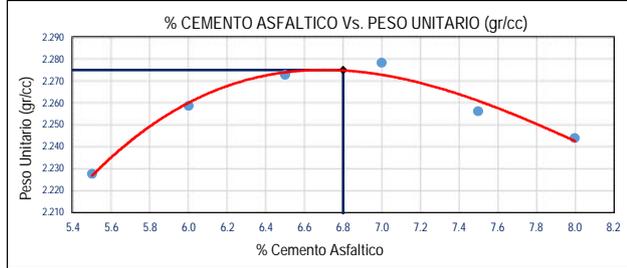


ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

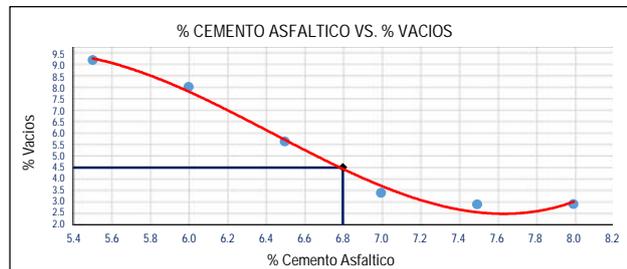
% ASFALTO	P.U. (gr/cc)
5.5	2.228
6.0	2.259
6.5	2.273
7.0	2.278
7.5	2.256
8.0	2.244

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
PESO UNITARIO (gr/cc)	2.275



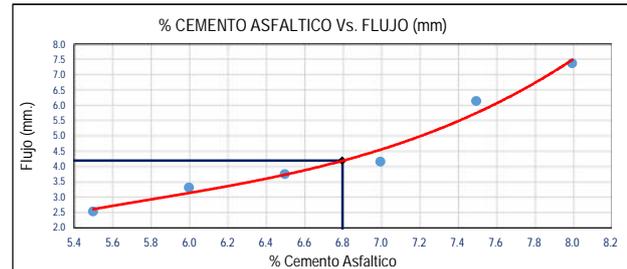
% ASFALTO	% VACIOS
5.5	9.3
6.0	8.1
6.5	5.6
7.0	3.4
7.5	2.9
8.0	2.9

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
% VACIOS	4.5



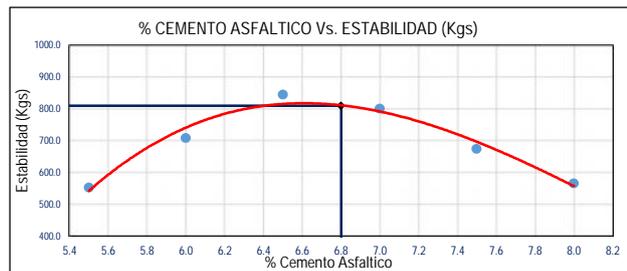
% ASFALTO	FLUJO (mm)
5.5	2.5
6.0	3.3
6.5	3.8
7.0	4.2
7.5	6.1
8.0	7.4

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
FLUJO (mm)	4.2



% ASFALTO	ESTABILIDAD (Kgs)
5.5	552.5
6.0	708.3
6.5	844.6
7.0	800.2
7.5	673.6
8.0	565.7

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
ESTABILIDAD (Kgs)	810.0



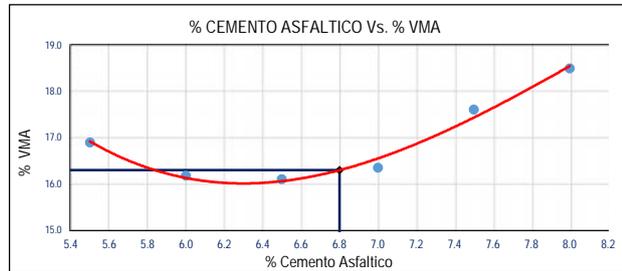


ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

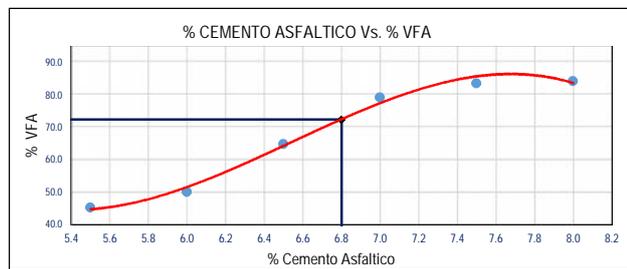
% ASFALTO	% VMA
5.5	16.89
6.0	16.18
6.5	16.10
7.0	16.35
7.5	17.61
8.0	18.50

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
%VMA	16.3



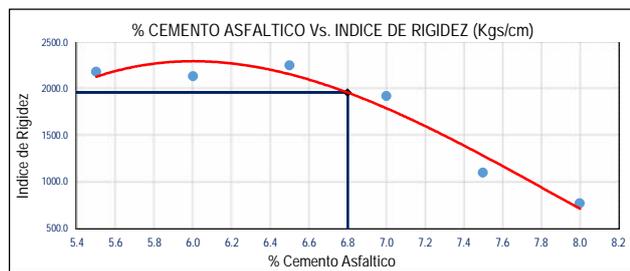
% ASFALTO	% VFA
5.5	45.20
6.0	50.09
6.5	64.94
7.0	79.37
7.5	83.79
8.0	84.45

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
%VFA	72.5



% ASFALTO	INDICE DE RIGIDEZ (Kgs/cm)
5.5	2190.1
6.0	2140.0
6.5	2258.4
7.0	1926.1
7.5	1098.1
8.0	766.1

% CEMENTO ASFALTICO	6.8
INDICE DE RIGIDEZ (Kg/cm)	1965.0





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL

TEMPERATURA - 100°C

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (100°C)	REALIZADO POR:	TESISTA
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTA
MUESTRA:	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	FECHA:	20 de Enero 2017

A.	MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)	
A.1.	Piedra Chancada 1/2"	30.00%
A.2.	Arena Chancada 1/4"	35.00%
A.3.	Arena Zarandeada 3/8"	32.00%
A.4.	Filler Mineral (Cal)	3.00%
TOTAL:		100.00%

B.	CEMENTO ASFÁLTICO	
B.1.	Tipo de Asfalto	PEN 120/150
B.2.	% Optimo de C.A.	6.8 % +- 0.3
B.3.	Aditivo	.....

C.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS			
	CARACTERÍSTICAS	DISEÑO	ESPECIFICACIÓN	EVALUACIÓN
C.1.	% Optimo de Cemento asfáltico	6.8		
C.2.	N° de Golpes en cada lado	75		
C.3.	Peso Unitario (gr/cm3)	2.275		
C.4.	% Vacios de aire	4.5	3 - 5 %	CUMPLE
C.5.	Flujo (mm)	4.2	2 - 3.5 mm	NO CUMPLE
C.6.	Estabilidad (Kgs.)	810.0	Min. 831 Kgf.	NO CUMPLE
C.7.	% V.M.A.	16.3	Min. 15 %	CUMPLE
C.8.	% V.F.A.	72.5	Max. 85 %	CUMPLE
C.9.	Indice de Rigidez (Kg/cm)	1965.00	1,700 - 4,000	CUMPLE



Anexo C-3: Ensayo de Mezcla Asfáltica Modificado – 1% de Zeolita



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN EL MARSHALL
TEMPERATURA 100°C - 1% DE ZEOLITA

DATOS DE LA MUESTRA			
PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 1% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	19 de Enero 2017
MATERIAL:	COMBINACIÓN DE MATERIALES PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA	ASFALTO:	PEN 120 - 150

			% PIEDRA CHANCADA	30.00				
			% ARENA CHANCADA	35.00				
			% ARENA ZARANEADA	32.00				
			% CAL	2.00				
			% ZEOLITA	1.00				
COMBINACIÓN	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	TOTAL	100.00
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	100		
ASFALTO (%)	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0		
% TOTAL (PIEDRA, ARENA, CAL Y ZEOLITA) EN EL MARSHALL	94.5	94.0	93.5	93.0	92.5	92.0		
% PIEDRA CHANCADA	28.35	28.20	28.05	27.90	27.75	27.60		
% ARENA CHANCADA	33.08	32.90	32.73	32.55	32.38	32.20		
% ARENA ZARANEADA	30.24	30.08	29.92	29.76	29.60	29.44		
% CAL	1.89	1.88	1.87	1.86	1.85	1.84		
% ZEOLITA	0.95	0.94	0.94	0.93	0.93	0.92		





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - (RICE)

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 508, ASTM D 2041

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 1% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTAS
ASFALTO:	PEN 120 - 150	FECHA:	19 de Enero del 2017

ENSAYO	UND	1	2	3	4	5	6
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
PESO DEL PICNÓMETRO	Gr	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8
PESO DE LA MUESTRA + PICNÓMETRO	Gr	3830.8	3831.0	3830.8	3828.9	3830.7	3826.8
PESO DE LA MUESTRA AL AIRE	Gr	1193.0	1193.2	1193.0	1191.1	1192.9	1189.0
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA	Gr	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA	Gr	7490.7	7489.8	7483.6	7470.4	7463.4	7458.5
VOLUMEN DE LA MUESTRA	Gr	491.0	492.1	498.1	509.4	518.2	519.2
DENSIDAD MÁXIMA DE LA MUESTRA	Gr/cm ³	2.430	2.425	2.395	2.338	2.302	2.290



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 1% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	19 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	5.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	5.5	5.5	5.5	5.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.35	28.35	28.35	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	33.08	33.08	33.08	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	30.24	30.24	30.24	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	1.89	1.89	1.89	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	0.95	0.95	0.95	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1172.20	1175.50	1177.10	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1173.60	1176.10	1177.90	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	646.50	647.60	649.80	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	527.10	528.50	528.10	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.224	2.224	2.229	2.226
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.430	2.430	2.430	
19	Vacíos	%	8.5	8.5	8.3	8.4
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.532	2.532	2.532	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	17.83	17.82	17.64	17.8
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	52.48	52.50	53.16	52.7
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.642	2.642	2.642	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.68	1.68	1.68	
25	Asfalto Efectivo	%	3.93	3.93	3.93	
26	Flujo	mm	2.42	2.10	2.28	2.27
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	603.20	595.80	592.90	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	0.960	0.960	
29	Estabilidad Corregida	Kg	579	572	569	573
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	2393	2724	2496	2538



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MODIFICADO (100°C - 1% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	19 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.0	6.0	6.0	6.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.20	28.20	28.20	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.90	32.90	32.90	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	30.08	30.08	30.08	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	1.88	1.88	1.88	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	0.94	0.94	0.94	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1170.10	1175.40	1173.80	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1171.20	1176.20	1174.60	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	653.80	656.10	654.90	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	517.40	520.10	519.70	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.261	2.260	2.259	2.260
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.425	2.425	2.425	
19	Vacíos	%	6.8	6.8	6.8	6.8
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.532	2.532	2.532	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	16.90	16.94	16.97	16.9
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	60.05	59.89	59.73	59.9
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.658	2.658	2.658	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.91	1.91	1.91	
25	Asfalto Efectivo	%	4.22	4.22	4.22	
26	Flujo	mm	2.97	2.75	3.04	2.92
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	791.80	759.40	748.50	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	1.000	1.000	
29	Estabilidad Corregida	Kg	792	759	749	767
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	2666	2761	2462	2630



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 1% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	19 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.5	6.5	6.5	6.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.05	28.05	28.05	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.73	32.73	32.73	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.92	29.92	29.92	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	1.87	1.87	1.87	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	0.94	0.94	0.94	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1190.2	1177.9	1176.4	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1190.4	1178.6	1177.4	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	665.3	658.3	657.1	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	525.10	520.30	520.30	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.267	2.264	2.261	2.264
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.395	2.395	2.395	
19	Vacíos	%	5.4	5.5	5.6	5.5
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.532	2.532	2.532	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	17.14	17.23	17.34	17.2
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	68.69	68.23	67.71	68.2
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.642	2.642	2.642	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.68	1.68	1.68	
25	Asfalto Efectivo	%	4.94	4.94	4.94	
26	Flujo	mm	3.18	2.92	3.30	3.13
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	915.60	919.40	909.50	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	1.000	1.000	
29	Estabilidad Corregida	Kg	879	919	910	903
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	2764	3149	2756	2890



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 1% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	19 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	7.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	7.0	7.0	7.0	7.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.90	27.90	27.90	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.55	32.55	32.55	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.76	29.76	29.76	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	1.86	1.86	1.86	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	0.93	0.93	0.93	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1200.4	1173.4	1166.8	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1201.9	1174.7	1167.3	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	675.2	659.3	654.2	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	526.70	515.40	513.10	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.279	2.277	2.274	2.277
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.338	2.338	2.338	
19	Vacios	%	2.5	2.6	2.7	2.6
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.532	2.532	2.532	
21	Vacios en el Agregado Mineral (VMA)	%	17.13	17.20	17.31	17.2
22	Vacios Llenos con Asfalto (VFA)	%	85.23	84.77	84.13	84.7
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.590	2.590	2.590	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	0.90	0.90	0.90	
25	Asfalto Efectivo	%	6.17	6.17	6.17	
26	Flujo	mm	4.28	4.24	4.54	4.35
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	859.00	876.10	861.30	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	1.000	1.000	
29	Estabilidad Corregida	Kg	825	876	861	854
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1927	2066	1897	1963



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 1% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	19 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	7.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	7.5	7.5	7.5	7.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.75	27.75	27.75	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.38	32.38	32.38	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.60	29.60	29.60	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	1.85	1.85	1.85	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	0.93	0.93	0.93	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1158.8	1173.1	1156.7	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1159.6	1173.9	1157.1	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	642.9	651.4	640.9	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	516.70	522.50	516.20	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.243	2.245	2.241	2.243
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.302	2.302	2.302	
19	Vacíos	%	2.6	2.5	2.7	2.6
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.532	2.532	2.532	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	18.89	18.80	18.95	18.9
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	86.36	86.83	86.01	86.4
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.563	2.563	2.563	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	0.48	0.48	0.48	
25	Asfalto Efectivo	%	7.06	7.06	7.06	
26	Flujo	mm	5.17	5.53	5.29	5.33
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	700.60	690.50	700.90	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	0.960	1.000	
29	Estabilidad Corregida	Kg	701	663	701	688
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1355	1199	1325	1293



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 1% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	19 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	8.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	8.0	8.0	8.0	8.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.60	27.60	27.60	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.20	32.20	32.20	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.44	29.44	29.44	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	1.84	1.84	1.84	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	0.92	0.92	0.92	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1170.4	1158.9	1171.8	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1171.7	1159.6	1172.3	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	649.2	644.7	651.2	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	522.50	514.90	521.10	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.240	2.251	2.249	2.247
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.290	2.290	2.290	
19	Vacios	%	2.2	1.7	1.8	1.9
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.532	2.532	2.532	
21	Vacios en el Agregado Mineral (VMA)	%	19.42	19.03	19.10	19.2
22	Vacios Llenos con Asfalto (VFA)	%	88.74	91.04	90.61	90.1
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.568	2.568	2.568	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	0.56	0.56	0.56	
25	Asfalto Efectivo	%	7.49	7.49	7.49	
26	Flujo	mm	5.91	5.66	5.85	5.81
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	660.70	658.30	671.70	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	1.000	1.000	
29	Estabilidad Corregida	Kg	634	658	672	655
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1073	1163	1148	1128

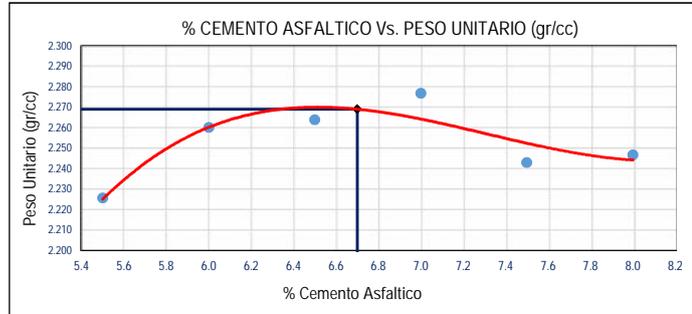


ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

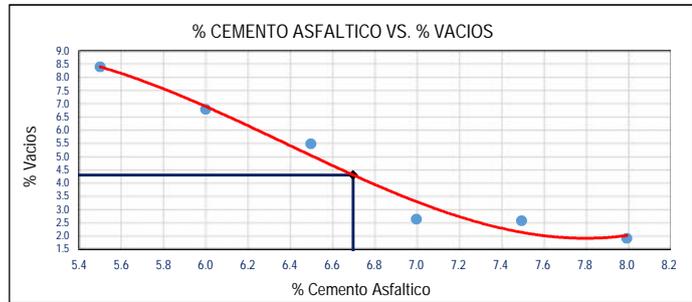
% ASFALTO	P.U. (gr/cc)
5.5	2.226
6.0	2.260
6.5	2.264
7.0	2.277
7.5	2.243
8.0	2.247

% CEMENTO ASFALTICO	6.7
PESO UNITARIO (gr/cc)	2.269



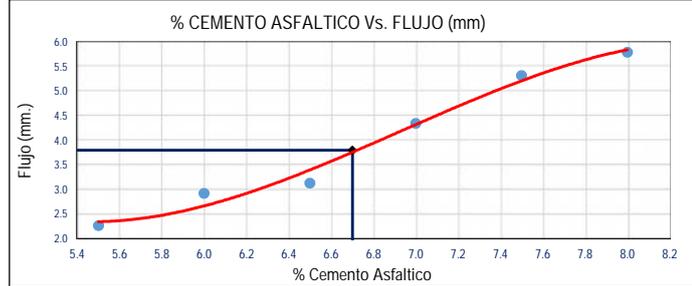
% ASFALTO	% VACIOS
5.5	8.4
6.0	6.8
6.5	5.5
7.0	2.6
7.5	2.6
8.0	1.9

% CEMENTO ASFALTICO	6.7
% VACIOS	4.3



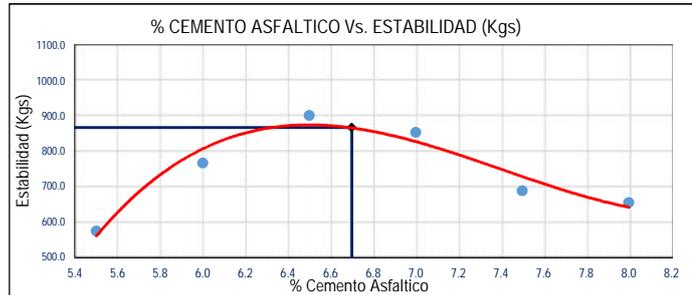
% ASFALTO	FLUJO (mm)
5.5	2.3
6.0	2.9
6.5	3.1
7.0	4.4
7.5	5.3
8.0	5.8

% CEMENTO ASFALTICO	6.7
FLUJO (mm)	3.8



% ASFALTO	ESTABILIDAD (Kgs)
5.5	573.4
6.0	766.6
6.5	902.6
7.0	854.0
7.5	688.1
8.0	654.8

% CEMENTO ASFALTICO	6.7
ESTABILIDAD (Kg)	868.0



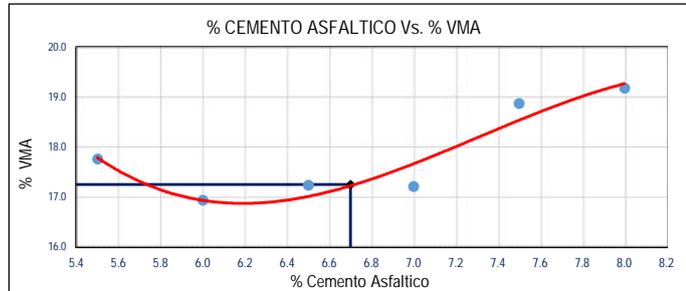


ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

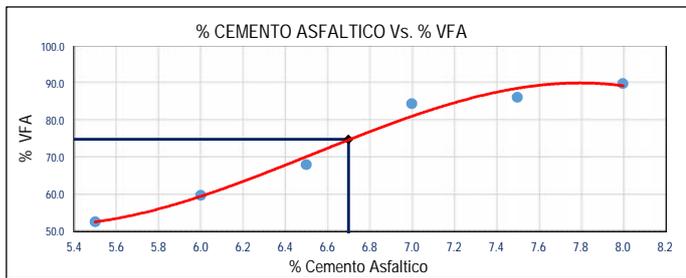
% ASFALTO	% VMA
5.5	17.76
6.0	16.94
6.5	17.24
7.0	17.21
7.5	18.88
8.0	19.18

% CEMENTO ASFALTICO	6.7
%VMA	17.3



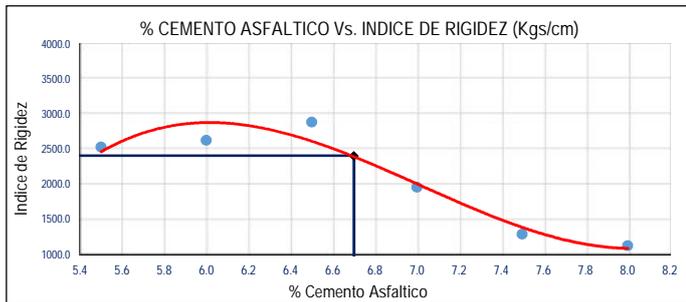
% ASFALTO	% VFA
5.5	52.71
6.0	59.89
6.5	68.21
7.0	84.71
7.5	86.40
8.0	90.13

% CEMENTO ASFALTICO	6.7
%VFA	75.0



% ASFALTO	INDICE DE RIGIDEZ (Kgs/cm)
5.5	2537.6
6.0	2629.9
6.5	2889.6
7.0	1963.4
7.5	1292.9
8.0	1128.2

% CEMENTO ASFALTICO	6.7
INDICE DE RIGIDEZ (Kg/cm)	2410.0



**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MODIFICADO
TEMPERATURA 100°C - 1% DE ZEOLITA****DATOS DE LA MUESTRA**

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA TIBIA, CON ADICION DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACION DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MODIFICADO (100°C - 1% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTAS
MUESTRA:	MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO	FECHA:	19 de Enero 2017

A.	MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)	
A.1.	Piedra Chancada 1/2"	30.00%
A.2.	Arena Chancada 1/4"	35.00%
A.3.	Arena Zarandeada 3/8"	32.00%
A.4.	Filler Mineral (Ca)	2.00%
A.5.	Zeolita	1.00%
TOTAL:		100.00%

B.	CEMENTO ASFÁLTICO	
B.1.	Tipo de Asfalto	C.A. 120/150
B.2.	% Optimo de C.A.	6.7 % +- 0.3
B.3.	Aditivo	

C.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS			
	CARACTERÍSTICAS	DISEÑO	ESPECIFICACIÓN	EVALUACIÓN
C.1.	% Óptimo de Cemento asfáltico	6.7		
C.2.	N° de Golpes en cada lado	75		
C.3.	Peso Unitario (gr/cm ³)	2.269		
C.4.	% Vacios de aire	4.3	3 - 5 %	CUMPLE
C.5.	Flujo (mm)	3.8	2 - 3.5 mm	NO CUMPLE
C.6.	Estabilidad (Kgs.)	868.0	Min. 831 Kgf.	CUMPLE
C.7.	% V.M.A.	17.3	Min. 15 %	CUMPLE
C.8.	% V.F.A.	75.0	Max. 85 %	CUMPLE
C.9.	Indice de Rigidez (Kg/cm)	2410.00	1,700 - 4,000	CUMPLE



Anexo C-4: Ensayo de Mezcla Asfáltica Modificado – 2% de Zeolita



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN EL MARSHALL
TEMPERATURA 100°C - 2% DE ZEOLITA

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 2% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	20 de Enero 2017
MATERIAL:	COMBINACIÓN DE MATERIALES PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA	ASFALTO:	PEN 120 - 150

				% PIEDRA CHANCADA	30.00	
				% ARENA CHANCADA	35.00	
				% ARENA ZARANEADA	32.00	
				% CAL	1.00	
				% ZEOLITA	2.00	
				TOTAL	100.00	
COMBINACIÓN	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	100
ASFALTO (%)	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
% TOTAL (PIEDRA, ARENA, CAL Y ZEOLITA) EN EL MARSHALL	94.5	94.0	93.5	93.0	92.5	92.0
% PIEDRA CHANCADA	28.35	28.20	28.05	27.90	27.75	27.60
% ARENA CHANCADA	33.08	32.90	32.73	32.55	32.38	32.20
% ARENA ZARANEADA	30.24	30.08	29.92	29.76	29.60	29.44
% CAL	0.95	0.94	0.94	0.93	0.93	0.92
% ZEOLITA	1.89	1.88	1.87	1.86	1.85	1.84





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - (RICE)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 508, ASTM D 2041

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 2% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTAS
ASFALTO:	PEN 120 - 150	FECHA:	20 de Enero del 2017

ENSAYO	UND	1	2	3	4	5	6
CEMENTO ASFALTICO	%	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
PESO DEL PICNÓMETRO	Gr	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8
PESO DE LA MUESTRA + PICNÓMETRO	Gr	3833.8	3829.0	3825.1	3824.9	3821.7	3818.8
PESO DE LA MUESTRA AL AIRE	Gr	1196.0	1191.2	1187.3	1187.1	1183.9	1181.0
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA	Gr	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA	Gr	7493.6	7488.9	7481.6	7469.2	7462.7	7458.5
VOLUMEN DE LA MUESTRA	Gr	491.1	491.0	494.4	506.6	509.9	511.2
DENSIDAD MÁXIMA DE LA MUESTRA	Gr/cm3	2.435	2.426	2.401	2.343	2.322	2.310



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 2% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	20 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	5.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	5.5	5.5	5.5	5.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.35	28.35	28.35	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	33.08	33.08	33.08	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	30.24	30.24	30.24	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal hidratada	%	0.95	0.95	0.95	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla -Zeolita Natural	%	1.89	1.89	1.89	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1173.30	1176.30	1181.70	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1175.10	1178.20	1183.50	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	650.80	653.60	657.90	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	524.30	524.60	525.60	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.238	2.242	2.248	2.243
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.435	2.435	2.435	
19	Vacíos	%	8.1	7.9	7.7	7.9
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.531	2.531	2.531	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	18.12	17.96	17.75	17.9
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	55.24	55.81	56.65	55.9
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.649	2.649	2.649	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.80	1.80	1.80	
25	Asfalto Efectivo	%	3.84	3.84	3.84	
26	Flujo	mm	2.80	2.40	2.56	2.59
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	598.30	615.00	586.70	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.093	1.109	1.093	
29	Estabilidad Corregida	Kg	654	682	641	659
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	2336	2842	2505	2561



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 2% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	20 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.0	6.0	6.0	6.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.20	28.20	28.20	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.90	32.90	32.90	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	30.08	30.08	30.08	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	0.94	0.94	0.94	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	1.88	1.88	1.88	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1174.40	1175.30	1182.10	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1175.80	1176.60	1183.70	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	659.90	659.70	665.80	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	515.90	516.90	517.90	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.276	2.274	2.282	2.277
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.426	2.426	2.426	
19	Vacíos	%	6.2	6.3	5.9	6.1
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.531	2.531	2.531	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	17.16	17.23	16.94	17.1
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	63.96	63.63	64.95	64.2
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.660	2.660	2.660	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.95	1.95	1.95	
25	Asfalto Efectivo	%	4.20	4.20	4.20	
26	Flujo	mm	2.70	2.85	2.59	2.71
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	950.00	890.90	900.70	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	1.000	1.000	
29	Estabilidad Corregida	Kg	950	891	901	913.87
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	3519	3126	3478	3374.03



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 2% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	20 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.5	6.5	6.5	6.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.05	28.05	28.05	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.73	32.73	32.73	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.92	29.92	29.92	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	0.94	0.94	0.94	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	1.87	1.87	1.87	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1189.1	1167.4	1161.7	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1190.9	1168.9	1163.3	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	672.9	660.7	658.5	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	518.00	508.20	504.80	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.296	2.297	2.301	2.298
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.401	2.401	2.401	
19	Vacíos	%	4.4	4.4	4.2	4.3
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.531	2.531	2.531	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	16.89	16.84	16.70	16.8
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	73.89	74.16	74.94	74.3
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.651	2.651	2.651	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.82	1.82	1.82	
25	Asfalto Efectivo	%	4.83	4.83	4.83	
26	Flujo	mm	3.10	3.90	3.30	3.43
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	1010.10	988.60	997.00	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	1.000	1.000	
29	Estabilidad Corregida	Kg	1010.10	988.60	997.00	998.57
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	3258.39	2534.87	3021.21	2938.16



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 2% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	20 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	7.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	7.0	7.0	7.0	7.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.90	27.90	27.90	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.55	32.55	32.55	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.76	29.76	29.76	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	0.93	0.93	0.93	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	1.86	1.86	1.86	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1188.1	1192.7	1180.3	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1189.4	1193.9	1181.7	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	668.1	673.4	667.5	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	521.30	520.50	514.20	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.279	2.291	2.295	2.288
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.343	2.343	2.343	
19	Vacíos	%	2.7	2.2	2.1	2.3
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.531	2.531	2.531	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	17.93	17.50	17.36	17.6
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	84.73	87.26	88.13	86.7
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.596	2.596	2.596	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.02	1.02	1.02	
25	Asfalto Efectivo	%	6.07	6.07	6.07	
26	Flujo	mm	3.81	4.06	3.93	3.93
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	910.00	940.00	891.00	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	1.000	1.000	
29	Estabilidad Corregida	Kg	910	940	891	914
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	2388	2315	2267	2324



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 2% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	20 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	7.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	7.5	7.5	7.5	7.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.75	27.75	27.75	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.38	32.38	32.38	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.60	29.60	29.60	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	0.93	0.93	0.93	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	1.85	1.85	1.85	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1187.9	1167.4	1171.2	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1189.4	1168.7	1172.8	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	667.8	656.1	659.6	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	521.60	512.60	513.20	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.277	2.277	2.282	2.279
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.322	2.322	2.322	
19	Vacíos	%	1.9	1.9	1.7	1.9
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.531	2.531	2.531	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	18.43	18.45	18.27	18.4
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	89.62	89.53	90.61	89.9
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.589	2.589	2.589	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	0.91	0.91	0.91	
25	Asfalto Efectivo	%	6.68	6.68	6.68	
26	Flujo	mm	4.75	4.20	4.95	4.63
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	900.10	798.70	850.60	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	1.000	1.000	
29	Estabilidad Corregida	Kg	900	799	851	850
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1895	1902	1718	1838



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 2% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	20 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	8.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	8.0	8.0	8.0	8.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.60	27.60	27.60	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.20	32.20	32.20	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.44	29.44	29.44	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	0.92	0.92	0.92	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	1.84	1.84	1.84	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1179.2	1163.6	1161.9	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1180.5	1164.7	1163.3	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	656.8	650.1	646.9	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	523.70	514.60	516.40	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.252	2.261	2.250	2.254
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.310	2.310	2.310	
19	Vacíos	%	2.5	2.1	2.6	2.4
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.531	2.531	2.531	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	19.79	19.46	19.85	19.7
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	87.19	89.04	86.86	87.7
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.595	2.595	2.595	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.00	1.00	1.00	
25	Asfalto Efectivo	%	7.10	7.10	7.10	
26	Flujo	mm	5.85	5.90	5.60	5.78
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	692.00	657.00	702.00	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.040	1.040	1.040	
29	Estabilidad Corregida	Kg	720	683	730	711
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1230	1158	1304	1231

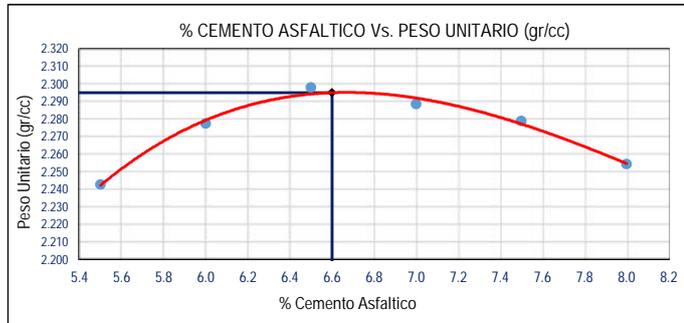


ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

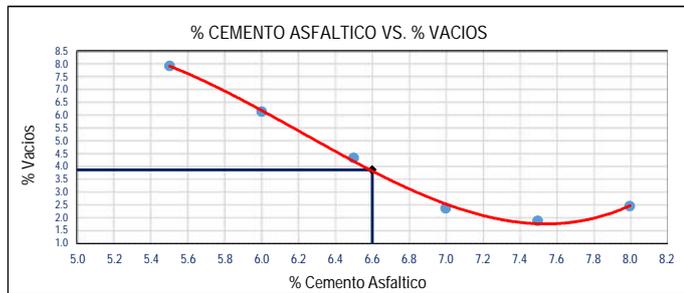
% ASFALTO	P.U. (gr/cc)
5.5	2.243
6.0	2.277
6.5	2.298
7.0	2.288
7.5	2.279
8.0	2.254

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
PESO UNITARIO (gr/cc)	2.295



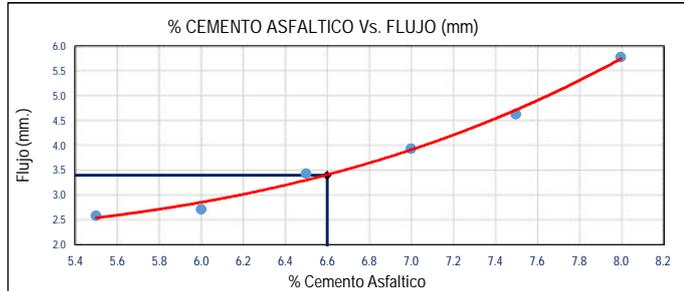
% ASFALTO	% VACIOS
5.5	7.9
6.0	6.1
6.5	4.3
7.0	2.3
7.5	1.9
8.0	2.4

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
% VACIOS	3.9



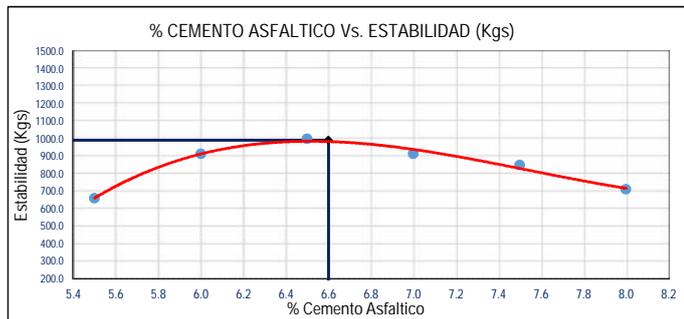
% ASFALTO	FLUJO (mm)
5.5	2.6
6.0	2.7
6.5	3.4
7.0	3.9
7.5	4.6
8.0	5.8

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
FLUJO (mm)	3.4



% ASFALTO	ESTABILIDAD (Kgs)
5.5	659.1
6.0	913.9
6.5	998.6
7.0	913.7
7.5	849.8
8.0	711.0

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
ESTABILIDAD (Kgs)	992.0



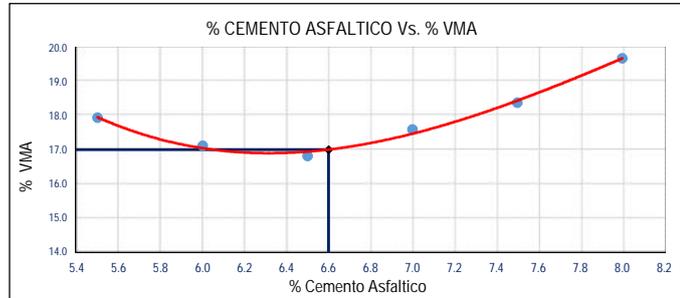


ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

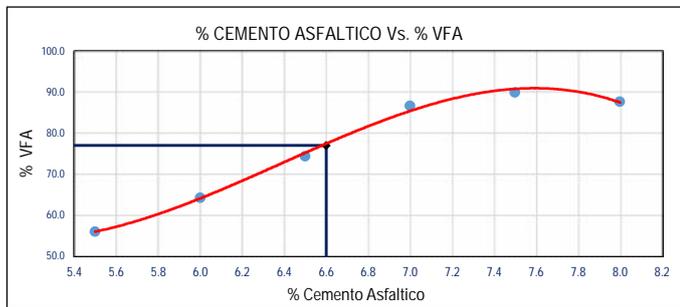
% ASFALTO	% VMA
5.5	17.94
6.0	17.11
6.5	16.81
7.0	17.60
7.5	18.38
8.0	19.70

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
%VMA	17.0



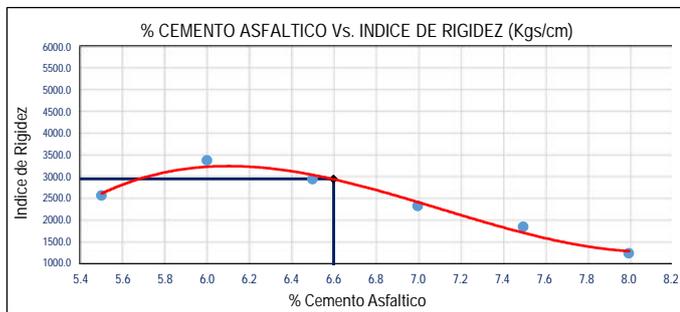
% ASFALTO	% VFA
5.5	55.90
6.0	64.18
6.5	74.33
7.0	86.71
7.5	89.92
8.0	87.70

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
%VFA	77.0



% ASFALTO	INDICE DE RIGIDEZ (Kgs/cm)
5.5	2560.8
6.0	3374.0
6.5	2938.2
7.0	2323.6
7.5	1838.3
8.0	1230.7

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
INDICE DE RIGIDEZ (Kg/cm)	2950.3



**MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MODIFICADO****TEMPERATURA 100°C - 2% DE ZEOLITA****DATOS DE LA MUESTRA**

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACION DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MODIFICADO (100°C - 2% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTAS
MUESTRA:	MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO	FECHA:	10 de Enero 2017

A.	MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)	
A.1.	Piedra Chancada 1/2"	30.00%
A.2.	Arena Chancada 1/4"	35.00%
A.3.	Arena Zarandeada 3/8"	32.00%
A.4.	Filler Mineral (Ca)	1.00%
A.5.	Zeolita	2.00%
TOTAL:		100.00%

B.	CEMENTO ASFÁLTICO	
B.1.	Tipo de Asfalto	PEN 120/150
B.2.	% Óptimo de C.A.	6.6% + 0.3
B.3.	Aditivo	.....

C.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS			
	CARACTERÍSTICAS	DISEÑO	ESPECIFICACIÓN	EVALUACIÓN
C.1.	% Óptimo de Cemento asfáltico	6.6%		
C.2.	N° de Golpes en cada lado	75		
C.3.	Peso Unitario (gr/cm ³)	2.295		
C.4.	% Vacíos de aire	3.9	3 - 5 %	CUMPLE
C.5.	Flujo (mm)	3.4	2 - 3.5 mm	CUMPLE
C.6.	Estabilidad (Kgs.)	992.0	Min. 831 Kgf.	CUMPLE
C.7.	% V.M.A.	17.0	Min. 15 %	CUMPLE
C.8.	% V.F.A.	77.0	Max. 85 %	CUMPLE
C.9.	Índice de Rigidez (Kg/cm)	2950.30	1,700 - 4,000	CUMPLE



Anexo C-5: Ensayo de Mezcla Asfáltica Modificado – 3% de Zeolita



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN EL MARSHALL
TEMPERATURA 100°C - 3 % DE ZEOLITA

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 3% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	23 de Enero 2017
MATERIAL:	COMBINACIÓN DE MATERIALES PARA LA MEZCLA ASFÁLTICA	ASFALTO:	PEN 120 - 150

		% PIEDRA CHANCADA		30.00		
		% ARENA CHANCADA		35.00		
		% ARENA ZARANEADA		32.00		
		% CAL		0.00		
		% ZEOLITA		3.00		
		TOTAL		100.00		
COMBINACIÓN	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	100
ASFALTO (%)	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
% TOTAL (PIEDRA, ARENA, CAL Y ZEOLITA) EN EL MARSHALL	94.5	94.0	93.5	93.0	92.5	92.0
% PIEDRA CHANCADA	28.35	28.20	28.05	27.90	27.75	27.60
% ARENA CHANCADA	33.08	32.90	32.73	32.55	32.38	32.20
% ARENA ZARANEADA	30.24	30.08	29.92	29.76	29.60	29.44
% CAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% ZEOLITA	2.84	2.82	2.81	2.79	2.78	2.76





MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - (RICE)

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 508, ASTM D 2041

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 3% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTAS
ASFALTO:	PEN 120 - 150	FECHA:	23 de Enero del 2017

ENSAYO	UND	1	2	3	4	5	6
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
PESO DEL PICNÓMETRO	Gr	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8	2637.8
PESO DE LA MUESTRA + PICNÓMETRO	Gr	3823.8	3821.2	3818.3	3815.7	3811.6	3806.9
PESO DE LA MUESTRA AL AIRE	Gr	1186.0	1183.4	1180.5	1177.9	1173.8	1169.1
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA	Gr	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7	6788.7
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + MUESTRA	Gr	7486.6	7477.3	7471.7	7460.5	7450.4	7443.2
VOLUMEN DE LA MUESTRA	Gr	488.1	494.8	497.5	506.1	512.1	514.6
DENSIDAD MÁXIMA DE LA MUESTRA	Gr/cm3	2.430	2.392	2.373	2.327	2.292	2.272



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 3% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	23 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	5.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	5.5	5.5	5.5	5.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.35	28.35	28.35	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	33.08	33.08	33.08	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	30.24	30.24	30.24	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	0.00	0.00	0.00	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	2.84	2.84	2.84	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1178.60	1181.80	1186.50	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1180.30	1183.40	1188.10	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	650.80	653.10	657.40	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	529.50	530.30	530.70	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.226	2.229	2.236	2.230
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.430	2.430	2.430	
19	Vacíos	%	8.4	8.3	8.0	8.2
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.539	2.539	2.539	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	19.62	19.51	19.26	19.5
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	57.23	57.64	58.58	57.8
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.642	2.642	2.642	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.58	1.58	1.58	
25	Asfalto Efectivo	%	4.06	4.06	4.06	
26	Flujo	mm	3.10	2.85	2.97	2.97
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	594.00	612.20	601.80	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	0.960	0.960	
29	Estabilidad Corregida	Kg	570	588	578	579
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1839	2062	1945	1949



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 3% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	23 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.0	6.0	6.0	6.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.20	28.20	28.20	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.90	32.90	32.90	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	30.08	30.08	30.08	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	0.00	0.00	0.00	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	2.82	2.82	2.82	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1180.40	1188.20	1185.30	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1182.30	1189.80	1186.80	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	658.20	663.10	659.80	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	524.10	526.70	527.00	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.252	2.256	2.249	2.252
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.392	2.392	2.392	
19	Vacíos	%	5.8	5.7	6.0	5.8
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.539	2.539	2.539	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	19.11	18.97	19.22	19.1
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	69.44	70.09	68.96	69.5
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.616	2.616	2.616	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.19	1.19	1.19	
25	Asfalto Efectivo	%	4.92	4.92	4.92	
26	Flujo	mm	3.05	3.28	3.30	3.21
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	795.60	740.00	759.40	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	0.960	0.960	
29	Estabilidad Corregida	Kg	764	710	729	734.40
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	2504	2166	2209	2293.07



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 3% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	23 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.5	6.5	6.5	6.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.05	28.05	28.05	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.73	32.73	32.73	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.92	29.92	29.92	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	0.00	0.00	0.00	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	2.81	2.81	2.81	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1187.5	1166.1	1183.3	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1188.8	1168.2	1184.9	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	666.6	652.3	662.8	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	522.20	515.90	522.10	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.274	2.260	2.266	2.267
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.373	2.373	2.373	
19	Vacíos	%	4.2	4.8	4.5	4.5
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.539	2.539	2.539	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	18.75	19.26	19.04	19.0
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	77.79	75.30	76.35	76.5
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.613	2.613	2.613	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.15	1.15	1.15	
25	Asfalto Efectivo	%	5.45	5.45	5.45	
26	Flujo	mm	3.89	4.07	3.98	3.98
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	868.00	887.00	849.00	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	1.000	0.960	
29	Estabilidad Corregida	Kg	833.28	887.00	815.04	845.11
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	2142.11	2179.36	2047.84	2123.10



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 3% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	23 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	7.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	7.0	7.0	7.0	7.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.90	27.90	27.90	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.55	32.55	32.55	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.76	29.76	29.76	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	0.00	0.00	0.00	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	2.79	2.79	2.79	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1192.8	1179.8	1178.4	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1194.5	1181.7	1179.7	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	667.2	660.9	658.7	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	527.30	520.80	521.00	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.262	2.265	2.262	2.263
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.327	2.327	2.327	
19	Vacíos	%	2.8	2.7	2.8	2.8
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.539	2.539	2.539	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	19.61	19.51	19.62	19.6
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	85.69	86.26	85.67	85.9
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.575	2.575	2.575	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	0.58	0.58	0.58	
25	Asfalto Efectivo	%	6.48	6.48	6.48	
26	Flujo	mm	4.38	4.25	4.41	4.35
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	785.00	730.50	792.50	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	1.000	1.000	
29	Estabilidad Corregida	Kg	754	731	793	759
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1721	1719	1797	1745



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 3% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	23 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	7.5

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	7.5	7.5	7.5	7.5
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.75	27.75	27.75	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.38	32.38	32.38	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.60	29.60	29.60	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	0.00	0.00	0.00	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	2.78	2.78	2.78	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1171.8	1189.4	1183.2	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1173.7	1191.2	1184.8	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	650.2	661.7	660.3	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	523.50	529.50	524.50	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.238	2.246	2.256	2.247
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.292	2.292	2.292	
19	Vacíos	%	2.3	2.0	1.6	2.0
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.539	2.539	2.539	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	20.88	20.61	20.26	20.6
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	88.77	90.24	92.22	90.4
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.549	2.549	2.549	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	0.17	0.17	0.17	
25	Asfalto Efectivo	%	7.34	7.34	7.34	
26	Flujo	mm	5.45	5.34	5.51	5.43
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	749.40	761.50	710.90	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	0.960	0.960	0.960	
29	Estabilidad Corregida	Kg	719	731	682	711
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1320	1369	1239	1309



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 3% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	23 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	8.0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	8.0	8.0	8.0	8.0
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.60	27.60	27.60	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.20	32.20	32.20	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.44	29.44	29.44	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	0.00	0.00	0.00	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	2.76	2.76	2.76	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Específico del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Específico del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1149.8	1172.1	1169.1	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1151.5	1173.7	1170.9	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	633.9	649.2	646.6	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	517.60	524.50	524.30	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.221	2.235	2.230	2.229
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.272	2.272	2.272	
19	Vacíos	%	2.2	1.6	1.8	1.9
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.539	2.539	2.539	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	21.91	21.43	21.61	21.6
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	89.86	92.43	91.47	91.3
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.543	2.543	2.543	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	0.07	0.07	0.07	
25	Asfalto Efectivo	%	7.94	7.94	7.94	
26	Flujo	mm	5.80	5.97	6.01	5.93
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	624.00	653.00	612.00	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	0.960	0.960	
29	Estabilidad Corregida	Kg	624	627	588	613
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	1076	1050	978	1034

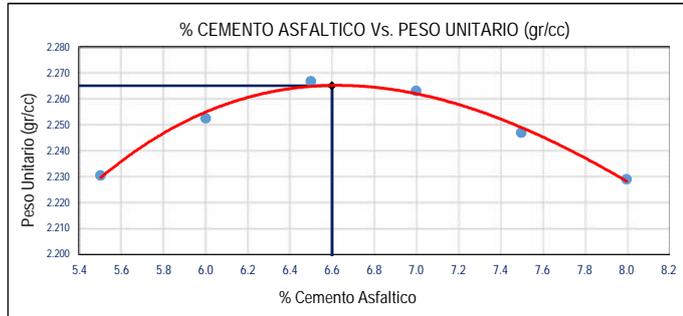


ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

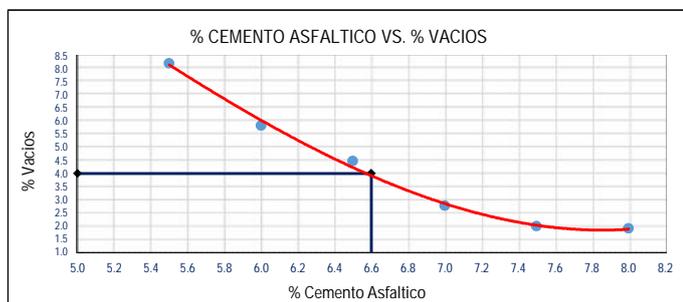
% ASFALTO	P.U. (gr/cc)
5.5	2.230
6.0	2.252
6.5	2.267
7.0	2.263
7.5	2.247
8.0	2.229

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
PESO UNITARIO (gr/cc)	2.265



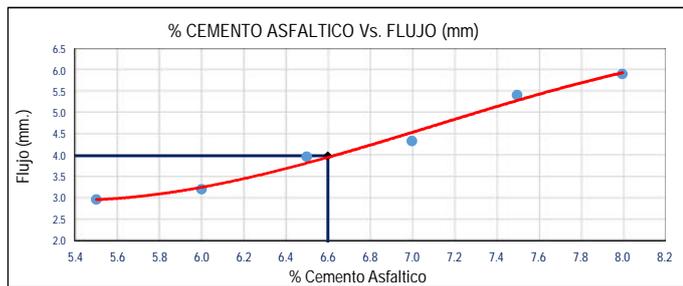
% ASFALTO	% VACIOS
5.5	8.2
6.0	5.8
6.5	4.5
7.0	2.8
7.5	2.0
8.0	1.9

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
% VACIOS	4.0



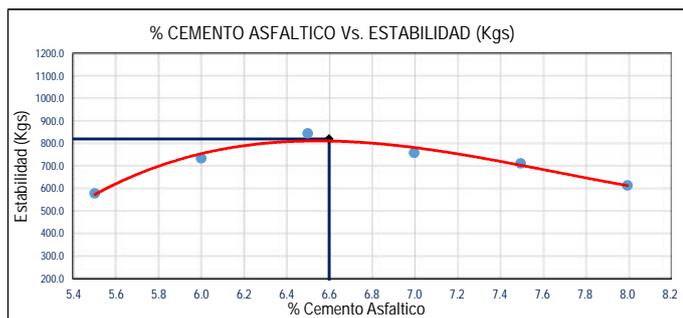
% ASFALTO	FLUJO (mm)
5.5	3.0
6.0	3.2
6.5	4.0
7.0	4.3
7.5	5.4
8.0	5.9

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
FLUJO (mm)	4.0



% ASFALTO	ESTABILIDAD (Kgs)
5.5	578.6
6.0	734.4
6.5	845.1
7.0	758.9
7.5	711.0
8.0	612.8

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
ESTABILIDAD (Kgs)	821.0



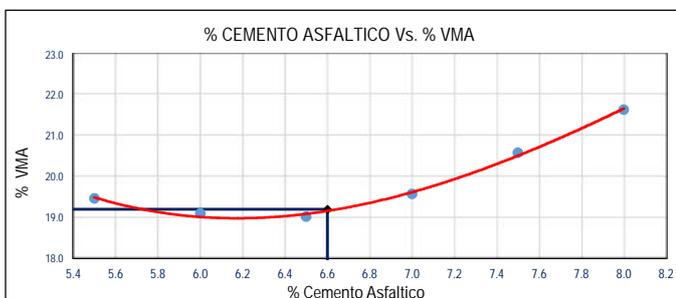


ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

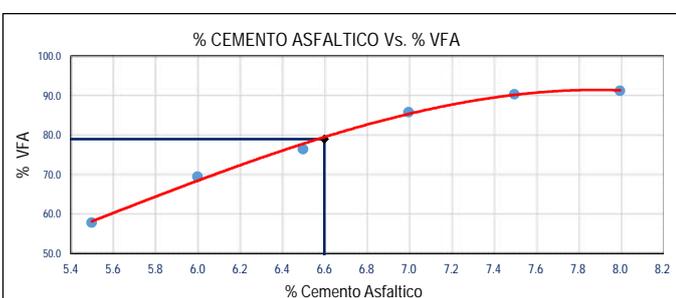
% ASFALTO	% VMA
5.5	19.46
6.0	19.10
6.5	19.02
7.0	19.58
7.5	20.59
8.0	21.65

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
%VMA	19.2



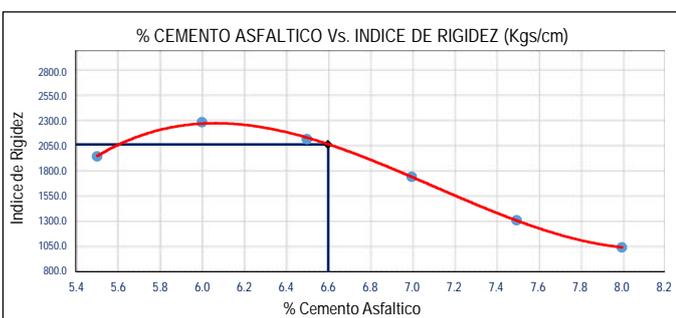
% ASFALTO	% VFA
5.5	57.81
6.0	69.50
6.5	76.48
7.0	85.87
7.5	90.41
8.0	91.25

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
%VFA	79.0



% ASFALTO	INDICE DE RIGIDEZ (Kgs/cm)
5.5	1948.9
6.0	2293.1
6.5	2123.1
7.0	1745.5
7.5	1309.2
8.0	1034.5

% CEMENTO ASFALTICO	6.6
INDICE DE RIGIDEZ (Kg/cm)	2070.0





**RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MODIFICADO
TEMPERATURA 100°C - 3 % DE ZEOLITA**

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA TIBIA, CON ADICION DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACION DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MODIFICADO (100°C - 3% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTAS
MUESTRA:	MEZCLA ASFALTICA MODIFICADO	FECHA:	23 de Enero 2017

A.	MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)	
A.1.	Piedra Chancada 1/2"	30.00%
A.2.	Arena Chancada 1/4"	35.00%
A.3.	Arena Zarandeada 3/8"	32.00%
A.4.	Filler Mineral (Cal)	0.00%
A.5.	Zeolita	3.00%
TOTAL:		100.00%

B.	CEMENTO ASFÁLTICO	
B.1.	Tipo de Asfalto	C.A. 120/150
B.2.	% Optimo de C.A.	6.6% +- 0.3
B.3.	Aditivo	

C.	CARACTERISTICAS FÍSICO - MECÁNICAS			
	CARACTERISTICAS	DISEÑO	ESPECIFICACIÓN	EVALUACIÓN
C.1.	% Óptimo de Cemento asfáltico	6.6%		
C.2.	N° de Golpes en cada lado	75		
C.3.	Peso Unitario (gr/cm ³)	2.265		
C.4.	% Vacios de aire	4.0	3 - 5 %	CUMPLE
C.5.	Flujo (mm)	4.0	2 - 3.5 mm	NO CUMPLE
C.6.	Estabilidad (Kgs.)	821.0	Min. 831 Kg.	NO CUMPLE
C.7.	% V.M.A.	19.2	Min. 15 %	CUMPLE
C.8.	% V.F.A.	79.0	Max. 85 %	CUMPLE
C.9.	Indice de Rigidez (Kg/cm)	2070.00	1,700 - 4,000	CUMPLE



Anexo C-6: Ensayo de Mezcla Asfáltica Óptimo



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA (OPTIMO DE ASFALTO)

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL (140°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	30 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.8

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.8	6.8	6.8	6.8
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.96	27.96	27.96	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.62	32.62	32.62	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.82	29.82	29.82	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.80	2.80	2.80	
6	Peso Específico del Cemento Asf. - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1185.2	1181.7	1176.1	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1185.9	1182.1	1177.5	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	668.2	664.5	660.2	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	517.70	517.60	517.30	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.289	2.283	2.274	2.282
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.367	2.367	2.367	
17	Vacíos	%	3.3	3.5	3.9	3.6
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	15.76	16.00	16.33	16.0
20	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	79.32	77.94	76.06	77.8
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.618	2.618	2.618	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.31	1.31	1.31	
23	Asfalto Efectivo	%	5.58	5.58	5.58	
24	Flujo	mm	3.29	3.34	3.20	3.28
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	1019.10	1008.20	1028.30	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	1.000	1.000	
27	Estabilidad Corregida	Kg	1019	1008	1028	1019
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	3098	3019	3213	3110



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL TEMPERATURA (140°C) - ÓPTIMO DE 6.8% DE ASFALTO

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (140°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTAS
MUESTRA:	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	FECHA:	30 de Enero 2017

A. MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

A.1.	Piedra Chancada 1/2"	30.00%
A.2.	Arena Chancada 1/4"	35.00%
A.3.	Arena Zarandeada 3/8"	32.00%
A.4.	Filler Mineral (Cal)	3.00%
TOTAL:		100.00%

B. CEMENTO ASFÁLTICO

B.1.	Tipo de Asfalto	PEN 120/150
B.2.	% Optimo de C.A.	6.8 % +- 0.3
B.3.	Aditivo	-----

C. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS

C.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS			
	CARACTERÍSTICAS	DISEÑO	ESPECIFICACIÓN	EVALUACIÓN
C.1.	% Óptimo de Cemento asfáltico	6.8		
C.2.	N° de Golpes en cada lado	75		
C.3.	Peso Unitario (gr/cm ³)	2.282		
C.4.	% Vacios de aire	3.6	3 - 5 %	CUMPLE
C.5.	Flujo (mm)	3.28	2 - 3.5 mm	CUMPLE
C.6.	Estabilidad (Kgs.)	1018.5	Min. 831 Kgf.	CUMPLE
C.7.	% V.M.A.	16.0	Min. 15 %	CUMPLE
C.8.	% V.F.A.	77.8	Max. 85 %	CUMPLE
C.9.	Indice de Rigidez (Kg/cm)	3109.86	1,700 - 4,000	CUMPLE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA (OPTIMO DE ASFALTO)

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL (100°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	30 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.8

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.8	6.8	6.8	6.8
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	27.96	27.96	27.96	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.62	32.62	32.62	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.82	29.82	29.82	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla	%	2.80	2.80	2.80	
6	Peso Específico del Cemento Asf. - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
8	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
9	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
10	Peso Específico del Filler - Aparente	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
11	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1192.5	1176.8	1182.4	
12	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1193.8	1178.4	1183.7	
13	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	668.4	660.2	662.4	
14	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	525.40	518.20	521.30	
15	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.270	2.271	2.268	2.270
16	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.380	2.380	2.380	
17	Vacíos	%	4.6	4.6	4.7	4.6
18	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
19	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	16.49	16.44	16.55	16.5
20	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	71.90	72.15	71.57	71.9
21	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.636	2.636	2.636	
22	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.58	1.58	1.58	
23	Asfalto Efectivo	%	5.33	5.33	5.33	
24	Flujo	mm	3.85	4.30	4.18	4.11
25	Estabilidad Sin Corregir	Kg	832.30	795.50	811.20	
26	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	1.000	1.000	
27	Estabilidad Corregida	Kg	832	796	811	813
28	Índice de Rigidez	Kgs/cm	2162	1850	1941	1984



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL
TEMPERATURA (100°C) -ÓPTIMO DE 6.8% DE ASFALTO

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL (100°C)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTAS
MUESTRA:	MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL	FECHA:	30 de Enero 2017

A. MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)

A.1.	Piedra Chancada 1/2"	30.00%
A.2.	Arena Chancada 1/4"	35.00%
A.3.	Arena Zarandeada 3/8"	32.00%
A.4.	Filler Mineral (Cal)	3.00%
TOTAL:		100.00%

B. CEMENTO ASFÁLTICO

B.1.	Tipo de Asfalto	PEN 120/150
B.2.	% Optimo de C.A.	6.8 % +- 0.3
B.3.	Aditivo	.....

C. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS

C.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS			
	CARACTERÍSTICAS	DISEÑO	ESPECIFICACIÓN	EVALUACIÓN
C.1.	% Óptimo de Cemento asfáltico	6.8		
C.2.	N° de Golpes en cada lado	75		
C.3.	Peso Unitario (gr/cm ³)	2.270		
C.4.	% Vacios de aire	4.6	3 - 5 %	CUMPLE
C.5.	Flujo (mm)	4.11	2 - 3.5 mm	NO CUMPLE
C.6.	Estabilidad (Kgs.)	813.0	Min. 831 Kgf.	NO CUMPLE
C.7.	% V.M.A.	16.5	Min. 15 %	CUMPLE
C.8.	% V.F.A.	71.9	Max. 85 %	CUMPLE
C.9.	Indice de Rigidez (Kg/cm)	1984.16	1,700 - 4,000	CUMPLE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ENSAYO MARSHALL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 504, ASTM D 1559, AASHTO T 245

DATOS DE LA MUESTRA (OPTIMO DE ASFALTO)

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO (100°C - 2% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS	FECHA:	30 de Enero 2017
ASFALTO:	PEN 120 - 150	% C. A. :	6.6

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
1	Cemento Asfáltico en Peso de la Mezcla	%	6.6	6.6	6.6	6.6
2	Piedra Chancada en Peso de la Mezcla	%	28.02	28.02	28.02	
3	Arena Chancada en Peso de la Mezcla	%	32.69	32.69	32.69	
4	Arena Zarandeada en Peso de la Mezcla	%	29.89	29.89	29.89	
5	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Cal Hidratada	%	0.93	0.93	0.93	
6	Agregado Filler en Peso de la Mezcla - Zeolita Natural	%	1.87	1.87	1.87	
7	Peso Específico del Cemento Asfáltico - Aparente	Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
8	Peso Específico del Piedra Chancada - Bulk	Gr/cc	2.545	2.545	2.545	
9	Peso Específico del Arena Chancada - Bulk	Gr/cc	2.538	2.538	2.538	
10	Peso Específico del Arena Zarandeada - Bulk	Gr/cc	2.533	2.533	2.533	
11	Peso Esp. del Filler - Aparente de Cal Hidratada	Gr/cc	2.365	2.365	2.365	
12	Peso Esp. del Filler - Aparente de Zeolita Natural	Gr/cc	2.284	2.284	2.284	
13	Peso de la Briqueta en el Aire	Gr	1188.3	1166.4	1160.5	
14	Peso de la Briqueta Saturada	Gr	1189.5	1168.1	1162.1	
15	Peso de la Briqueta en el Agua	Gr	671.7	661.7	656.7	
16	Volumen de la Briqueta por Desplazamiento	Cc	517.80	506.40	505.40	
17	Peso Específico Bulk de la Briqueta	Gr/cc	2.295	2.303	2.296	2.298
18	Peso Específico Máximo ASTM D-2041 (RICE)	Gr/cc	2.396	2.396	2.396	
19	Vacíos	%	4.2	3.9	4.2	4.1
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	Gr/cc	2.531	2.531	2.531	
21	Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)	%	17.01	16.71	16.97	16.9
22	Vacíos Llenos con Asfalto (VFA)	%	75.26	76.85	75.48	75.9
23	Peso Específico del Agregado Total	Gr/cc	2.648	2.648	2.648	
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total	%	1.78	1.78	1.78	
25	Asfalto Efectivo	%	4.97	4.97	4.97	
26	Flujo	mm	3.36	3.40	3.39	3.38
27	Estabilidad Sin Corregir	Kg	1008.30	985.00	986.50	
28	Factor de Estabilidad (Tabla)	Und	1.000	1.000	1.000	
29	Estabilidad Corregida	Kg	1008.30	985.00	986.50	993.27
30	Índice de Rigidez	Kgs/cm	3000.89	2897.06	2910.03	2935.99



RESULTADO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MODIFICADO
TEMPERATURA (100°C) - ÓPTIMO DE 2% DE ZEOLITA CON 6.6% DE ASFALTO

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO:	COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA		
CONCEPTO:	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA MODIFICADO (100°C - 2% DE ZEOLITA)	REALIZADO POR:	TESISTAS
CANTERA:	CABANILLAS		TESISTAS
MUESTRA:	MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO	FECHA:	30 de Enero 2017

A.	MEZCLA DE AGREGADOS (PROPORCIÓN EN PESO)	
A.1.	Piedra Chancada 1/2"	30.00%
A.2.	Arena Chancada 1/4"	35.00%
A.3.	Arena Zarandeada 3/8"	32.00%
A.4.	Filler Mineral (Cal)	1.00%
A.5.	Zeolita	2.00%
TOTAL:		100.00%

B.	CEMENTO ASFÁLTICO	
B.1.	Tipo de Asfalto	PEN 120/150
B.2.	% Optimo de C.A.	6.6% +- 0.3
B.3.	Aditivo	.....

C.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO - MECÁNICAS			
	CARACTERÍSTICAS	DISEÑO	ESPECIFICACIÓN	EVALUACIÓN
C.1.	% Óptimo de Cemento asfáltico	6.6%		
C.2.	N° de Golpes en cada lado	75		
C.3.	Peso Unitario (gr/cm ³)	2.298		
C.4.	% Vacios de aire	4.1	3 - 5 %	CUMPLE
C.5.	Flujo (mm)	3.38	2 - 3.5 mm	CUMPLE
C.6.	Estabilidad (Kgs.)	993.3	Min. 831 Kgf.	CUMPLE
C.7.	% V.M.A.	16.9	Min. 15 %	CUMPLE
C.8.	% V.F.A.	75.9	Max. 85 %	CUMPLE
C.9.	Indice de Rigidez (Kg/cm)	2935.99	1,700 - 4,000	CUMPLE



Anexo D: Ficha Técnica de Zeolita Natural



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-17-01517

Fecha de emisión: 04/04/2017

Página: 1 de 2

Señores: CATACORA MENDOZA ADHEMIR
Dirección: AV. SANTA ROSA 232 PUNO
Atención: VALERIANO TURPO WILBERT
Recepción: 30/03/2017
Realización: 30/03/2017

Métodos ensayados

- *517 Método de Ensayo para Calcio por Digestión Ácida - Absorción Atómica
- *531 Método de Ensayo para Silice por Fusión Alcalina - Gravimetría
- *570 Método de Ensayo para Potasio por Digestión Específica - Absorción Atómica
- *582 Determinación de pérdidas de calcinación por Gravimetría (LOI)
- *511 Método de Ensayo para Aluminio por Fusión Alcalina - Absorción Atómica
- *2043 Método de Ensayo para Manganeseo por Fusión Alcalina - Absorción Atómica
- *537 Método de Ensayo para Magnesio por Digestión Multi ácida - Absorción Atómica
- *522 Método de Ensayo para Hierro por Digestión Multi ácida - Absorción Atómica
- *569 Método de ensayo para sodio por digestión específica - absorción atómica

Muestra	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*2043		*511		*517	*522		*531	*537
				Mn	Mn2O3	Al	Al2O3	Ca	Fe	Fe2O3	SiO2	Mg
				%	%	%	%	%	%	%	%	%
MN17003592	ZEOLITA NATURAL	DISTRITO DE TIQUILLA/ PROVINCIA DE PUNO/ DEPARTAMENTO DE PUNO.	Roca	0,178	0,256	9,08	17,15	0,20	4,53	6,47	69,96	0,352


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico CIP 19474

"^a<Valor numérico" = Límite de detección del método, "^b<Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

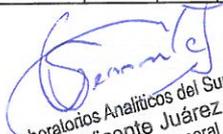
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-17-01517

Fecha de emisión: 04/04/2017

Página: 2 de 2

Muestra	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*537	*569		*570	*582
				MgO	Na	Na2O	K2O	LOI
				%	%	%	%	%
MN17003592	ZEOLITA NATURAL	DISTRITO DE TIQUILLA/ PROVINCIA DE PUNO/ DEPARTAMENTO DE PUNO.	Roca	0,584	1,38	1,86	2,02	0,3100


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico CIP 19474

"^a<Valor numérico" = Límite de detección del método, "^b<Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Anexo E: Informe de Medición de CO₂



CONSULTORES & AUDITORES AMBIENTALES ECOEFICIENCIA SRL

INFORME N° 04-2017-C&A ECOEFICIENCIA SRL

A : Adhemir Catacora Mendoza, Wilbert Valeriano Turpo
Tesisistas de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, UNA-Puno

DE : Blga. Mg. IVON ROCIO GUTIERREZ FLORES
Encargada de medición

ASUNTO : INFORME DE MEDICIÓN DE CO₂

FECHA : Puno, 15 de febrero del 2017

Tengo a bien dirigirme a usted para hacer alcance del informe de medición de CO₂, como parte del desarrollo de la tesis titulada "COMPORTAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA TIBIA, CON ADICIÓN DE ZEOLITA PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CIUDAD DE JULIACA", realizado el 15 de febrero del 2017. Las mediciones realizaron con 6.8% de asfalto óptimo para mezcla asfáltica convencional (100 y 140°C) y 6.6% de asfalto óptimo para mezcla asfáltica modificada con 2% de zeolita natural. La medición se realizó con un medidor de gases portátil Aeroqual serie 500 (con calibración de fábrica), el mismo que mide CO₂, CO, CH₄, H₂S, SO₂. Los resultados se muestran a continuación:

Cuadro 1. Resultados de medición de CO₂ (ppm). Se muestran los promedios y desviación estándar,

Repetición	100 °C	140 °C	100°C + 2% de Zeolita
1	465±3.65	1423.2±338.16	480.4±11.33
2	560.3±69.08	1170.8±113.79	382.2±3.11
3	643±179.2	1300±127.97	401.2±3.11

Atentamente,

Ivon Rocio Gutierrez Flores
BIÓLOGO
C.B.P. 9037



Anexo F: Tabla de Distribución T Student

DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT

								α^1	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001
gl	α^1	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001							
							80	1,664	1,990	2,284	2,639	2,887	3,416	
							81	1,664	1,990	2,284	2,638	2,886	3,415	
							82	1,664	1,989	2,283	2,637	2,885	3,413	
							83	1,663	1,989	2,283	2,636	2,884	3,412	
							84	1,663	1,989	2,282	2,636	2,883	3,410	
							85	1,663	1,988	2,282	2,635	2,882	3,409	
							86	1,663	1,988	2,281	2,634	2,881	3,407	
							87	1,663	1,988	2,281	2,634	2,880	3,406	
							88	1,662	1,987	2,280	2,633	2,880	3,405	
							89	1,662	1,987	2,280	2,632	2,879	3,403	
							90	1,662	1,987	2,280	2,632	2,878	3,402	
							91	1,662	1,986	2,279	2,631	2,877	3,401	
							92	1,662	1,986	2,279	2,630	2,876	3,399	
							93	1,661	1,986	2,278	2,630	2,876	3,398	
							94	1,661	1,986	2,278	2,629	2,875	3,397	
							95	1,661	1,985	2,277	2,629	2,874	3,396	
							96	1,661	1,985	2,277	2,628	2,873	3,395	
							97	1,661	1,985	2,277	2,627	2,873	3,394	
							98	1,661	1,984	2,276	2,627	2,872	3,393	
							99	1,660	1,984	2,276	2,626	2,871	3,391	
							100	1,660	1,984	2,276	2,626	2,871	3,390	
							101	1,660	1,984	2,275	2,625	2,870	3,389	
							102	1,660	1,983	2,275	2,625	2,869	3,389	
							103	1,660	1,983	2,275	2,624	2,869	3,388	
							104	1,660	1,983	2,274	2,624	2,868	3,387	
							105	1,659	1,983	2,274	2,623	2,868	3,386	
							106	1,659	1,983	2,274	2,623	2,867	3,385	
							107	1,659	1,982	2,273	2,623	2,866	3,384	
							108	1,659	1,982	2,273	2,622	2,866	3,383	
							109	1,659	1,982	2,273	2,622	2,865	3,382	
							110	1,659	1,982	2,272	2,621	2,865	3,381	
							111	1,659	1,982	2,272	2,621	2,864	3,380	
							112	1,659	1,981	2,272	2,620	2,864	3,380	
							113	1,658	1,981	2,272	2,620	2,863	3,379	
							114	1,658	1,981	2,271	2,620	2,863	3,378	
							115	1,658	1,981	2,271	2,619	2,862	3,377	
							116	1,658	1,981	2,271	2,619	2,862	3,376	
							117	1,658	1,980	2,271	2,619	2,861	3,376	
							118	1,658	1,980	2,270	2,618	2,861	3,375	
							119	1,658	1,980	2,270	2,618	2,860	3,374	
							120	1,658	1,980	2,270	2,617	2,860	3,373	
							121	1,658	1,980	2,270	2,617	2,859	3,373	
							122	1,657	1,980	2,269	2,617	2,859	3,372	
							123	1,657	1,979	2,269	2,616	2,859	3,371	
							124	1,657	1,979	2,269	2,616	2,858	3,371	
							125	1,657	1,979	2,269	2,616	2,858	3,370	
							126	1,657	1,979	2,269	2,615	2,857	3,369	
							127	1,657	1,979	2,268	2,615	2,857	3,369	
							128	1,657	1,979	2,268	2,615	2,857	3,368	
							129	1,657	1,979	2,268	2,614	2,856	3,368	
							130	1,657	1,978	2,268	2,614	2,856	3,367	
							131	1,657	1,978	2,267	2,614	2,855	3,366	
							132	1,656	1,978	2,267	2,614	2,855	3,366	
							133	1,656	1,978	2,267	2,613	2,855	3,365	
							134	1,656	1,978	2,267	2,613	2,854	3,365	
							135	1,656	1,978	2,267	2,613	2,854	3,364	
							136	1,656	1,978	2,266	2,612	2,854	3,364	
							137	1,656	1,977	2,266	2,612	2,853	3,363	
							138	1,656	1,977	2,266	2,612	2,853	3,362	
							139	1,656	1,977	2,266	2,612	2,853	3,362	
							140	1,656	1,977	2,266	2,611	2,852	3,361	
							141	1,656	1,977	2,266	2,611	2,852	3,361	
							142	1,656	1,977	2,265	2,611	2,852	3,360	
							143	1,656	1,977	2,265	2,611	2,851	3,360	
							144	1,656	1,977	2,265	2,610	2,851	3,359	
							145	1,655	1,976	2,265	2,610	2,851	3,359	
							146	1,655	1,976	2,265	2,610	2,850	3,358	
							147	1,655	1,976	2,265	2,610	2,850	3,358	
							148	1,655	1,976	2,264	2,609	2,850	3,357	
							149	1,655	1,976	2,264	2,609	2,849	3,357	
							150	1,655	1,976	2,264	2,609	2,849	3,357	
							151	1,655	1,976	2,264	2,609	2,849	3,356	
							152	1,655	1,976	2,264	2,609	2,849	3,356	
							153	1,655	1,976	2,264	2,608	2,848	3,355	
							154	1,655	1,975	2,264	2,608	2,848	3,355	
							155	1,655	1,975	2,263	2,608	2,848	3,354	
							160	1,654	1,975	2,263	2,607	2,847	3,352	
							170	1,654	1,974	2,261	2,605	2,844	3,349	
							180	1,653	1,973	2,260	2,603	2,842	3,345	
							190	1,653	1,973	2,259	2,602	2,840	3,342	
							200	1,653	1,972	2,258	2,601	2,838	3,340	
							∞	1,645	1,960	2,241	2,576	2,807	2,291	

¹ Los niveles de α son para dos colas. Si se aplicara una prueba unidireccional, el alfa sería $\alpha/2$.