

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<u>Documento</u>	<u>Código</u>	<u>Fecha</u>	<u>Revisión</u>
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	<u>Dependencia</u>	<u>Aprobado</u>		<u>Pág.</u>
	DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(155)

RESUMEN - TESIS DE GRADO

AUTORES	WILVER LENNYS ROPERO ANGARITA ANTONY GUZMAN SARABIA
FACULTAD	DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR	JONATHAN NOEL TÉLLEZ MENESES
TÍTULO DE LA TESIS	CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE LOS AGREGADOS PÉTREOS EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA

RESUMEN (70 palabras aproximadamente)

EL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN SE REALIZÓ CON EL FIN DE ANALIZAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS PÉTREOS EXTRAÍDOS DE LA FUENTE PRINCIPAL DE EXPLOTACIÓN DE LA CIUDAD DE OCAÑA RIO ALGODONAL POR LA EMPRESA PROVIAS E.A.T; Y DE ESTA MANERA TENER PARÁMETROS DE COMPARACIÓN Y SABER CON QUÉ TIPO DE AGREGADOS SE TRABAJA EN EL MUNICIPIO. ACERCA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS QUE SE ANALIZARON SE ENFATIZÓ PRIORITARIAMENTE EN CUANTO A SU COMPOSICIÓN, GEOMETRÍA, DUREZA Y LIMPIEZA

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 155	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 17	CD-ROM: 1
--------------	---------	-------------------	-----------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufpso.edu.co



**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE LOS AGREGADOS PÉTREOS
EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA**

**WILVER LENNYS ROPERO ANGARITA
ANTONY GUZMAN SARABIA**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL
OCAÑA
2014**

**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE LOS AGREGADOS PÉTREOS
EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA**

**WILVER LENNYS ROPERO ANGARITA
ANTONY GUZMAN SARABIA**

Informe final presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

**Director
JONATHAN NOEL TÉLLEZ MENESES
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL
OCAÑA
2014**

AGRADECIMIENTO

A DIOS: Por permitirme llegar a este momento tan importante y especial en mi vida, por ser amparo y fortaleza en los momentos difíciles y por hacer palpable su amor a través de cada una de las personas que me ayudaron desinteresadamente.

A MIS PADRES: Por ser mis amigos, mis guías, mis apoyos incondicionales, mis maestros y mi orgullo, por estar siempre ahí cuando más los he necesitado, por haberse sacrificado tanto para darme una excelente vida y por hacerme sentir siempre lo más importante en su vida. ¡Los Quiero Mucho!

A MIS HERMANOS: Que aunque ya no vivamos juntos, siguen siendo una parte muy importante de mi vida, son la sonrisa de mi pasado, las ganas de vivir de mi presente y el orgullo de mi futuro.

A MI ASESOR DE TESIS: Por la gran confianza que ha tenido en mí, por la motivación, consejos y enseñanzas que me sirvieron de herramientas para la realización de esta tesis.

A MIS AMIGOS: Por haberme ayudado y apoyado cuando ya no podía más. Por estar ahí con sus consejos y bromas para que la investigación fuera más ligera y divertida.

A LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTADER “OCAÑA”: por facilitarme también las instalaciones y equipos del laboratorio.

WILVER LENNYS ROPERO ANGARITA

AGRADECIMIENTO

A DIOS primordialmente por ser el motor de mi vida, quien me motiva a seguir adelante; por ser quien me ilumina y me fortalece para que cada día asuma retos y los afronte de la mejor manera.

A mi madre Teresa de Jesús por ser esa persona que desde siempre ha estado allí a mi lado cuidándome y animándome para seguir; por ser esa persona que a pesar de las dificultades nunca ha desfallecido y siempre nos ha sacado adelante.

A mi hermana Karen Lorena quien desde el momento en que inicie este proceso de mi carrera profesional siempre ha sido un apoyo incondicional para poder lograrlo.

A mi prima Libeth Argenida quien ha sido siempre mi modelo a seguir y por quien decidí estudiar esta carrera.

A mis demás hermanos, familia y seres allegados que son un motivo más para seguir luchando y anhelando cosas que con esfuerzo y sacrificio se pueden lograr.

A mi gran amigo Ivan Leonardo quien ha sido siempre un apoyo incondicional para mí; quien siempre tiene los mejores consejos y por ser quien siempre tiende su mano amiga para ayudarme en esos momentos de dificultad.

A mis amigos y compañeros que estuvieron en este proceso de formación profesional.

ANTONY GUZMAN SARABIA

CONTENIDO

	Pág.
<u>INTRODUCCIÓN</u>	20
<u>1. CARACTERIZACION FÍSICO-MECÁNICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA</u>	21
1.1 <u>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	21
1.2 <u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	21
1.3 <u>DESCRIPCION DEL PROBLEMA</u>	21
1.4 <u>JUSTIFICACION</u>	21
1.5 <u>OBJETIVOS</u>	21
1.5.1 Objetivo general	21
1.5.2 Objetivos específico	22
1.6 <u>DELIMITACIONES</u>	22
1.6.1 Delimitación conceptual	22
1.6.2 Delimitación geográfica	22
1.6.3 Delimitación temporal	22
1.6.4 Delimitación operativa	22
2. <u>MARCO REFERENCIAL</u>	23
2.1 <u>MARCO HISTORICO</u>	23
2.1.1 trabajos afines nivel mundial	23
2.1.2 Trabajos afines nivel nacional	23
2.1.3 trabajos a fines a nivel regional	23
2.2 <u>REVISIÓN ESTADO DEL ARTE</u>	23
2.3 <u>MARCO CONCEPTUAL</u>	24
2.4 <u>MARCO CONTEXTUAL</u>	27
2.5 <u>UBICACIÓN DE LA CANTERA PROVIAS E.A.T</u>	28
2.6 <u>DESCRIPCIÓN DE LA GEOLOGÍA</u>	29
2.6.1 Complejo ígneo intrusivo – extrusivo (JCI).	29
2.6.2 Formación Algodonal (TPA)	30
2.6.3 Aluviones Recientes (QAL)	30
2.6.4 Formación Silgara (POS)	30
2.6.5 Formación Girón (JG)	30
2.6.7 Cuarzo Monzonita (JC)	31
2.6.8 Formación Tibú Mercedes (KITM)	31
2.7 <u>MARCO TEORICO</u>	31
2.7.1 Descripción general	31
2.7.2 Conceptos generales	31
2.8 <u>MARCO LEGAL</u>	42
2.8.1 Constitución nacional. Artículo 80	42
2.8.2 Ley 685 de 1993. Artículo 1	42
2.8.3 Norma INVIAS	42

3. DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR	44
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	44
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	44
3.2.1 Población.	44
3.2.2 Muestra	44
3.3 INSTRUMENTO Y DESCRIPCION DE LA INFORMACION RECOLECTADA	44
4. RECURSOS DISPONIBLES	45
4.1 MATERIALES	45
4.2 INSTITUCIONALES	45
4.3 ANALISIS DE DATOS	45
4.3.1 Ensayos de laboratorio para la caracterización físico - mecánica de los agregados pétreos para concreto hidráulico.	45
4.3.2 Ensayos de laboratorio para agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.	55
4.3.3 Ensayos de laboratorio para agregado grueso de tmn de 1” para concreto hidráulico.	71
4.4 ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS PARA MEZCLAS ASFALTICAS.	84
4.5 ANALISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS PARAMETROS PREESTABLECIDOS POR EL INVIAS PARA LA CARACTERIZACION DE LOS AGREGADOS.	98
4.5.1 Análisis comparativo con la norma Invias de agregados para la construcción de pavimentos en concreto hidráulico.	98
4.5.2 Análisis comparativo con la norma Invias de agregados para la construcción de pavimentos en mezclas asfálticas.	102
4.6 DISEÑO DE MEZCLAS	104
4.6.1 Procedimiento de dosificación	105
5. CONCLUSIONES	121
6. RECOMENDACIONES	123
BIBLIOGRAFIA	124
ANEXOS	125

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Especificaciones granulométricas para el agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico	32
Tabla 2. Requisitos del agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico	33
Tabla 3. Especificaciones granulométricas para el agregado grueso para pavimentos de concreto hidráulico	33
Tabla 4. Requisitos del agregado grueso para pavimentos de concreto hidráulico	34
Tabla 5. Ensayos de verificación sobre los agregados para pavimentos de concreto hidráulico	35
Tabla 6. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente	36
Tabla 7. Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas en caliente	37
Tabla 8. Requisitos de los agregados para pavimentos de mezclas asfálticas se INVIAS para diferentes niveles de tránsito.	37
Tabla 9. Requisitos de los agregados para pavimentos de mezclas asfálticas alcaldía mayor de Bogotá.	38
Tabla 10. Ensayos de análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado fino para concreto hidráulico.	46
Tabla 11. Ensayo No.1 de análisis granulométrico de agregado fino para concreto hidráulico.	47
Tabla 12. Ensayo No.2 de análisis granulométrico de agregado fino para concreto hidráulico.	48
Tabla 13. Ensayo No.3 de análisis granulométrico de agregado fino para concreto hidráulico.	48
Tabla 14. Ensayo No.4 de análisis granulométrico de agregado fino para concreto hidráulico.	49
Tabla 15. Ensayo promedio de análisis granulométrico de agregado fino para concreto hidráulico.	49
Tabla 16. Clasificación de suelos de agregado fino para concreto hidráulico.	50
Tabla 17. Ensayo No.1 de equivalente de arena de agregado fino para concreto hidráulico.	52
Tabla 18. Ensayo No.2 de equivalente de arena de agregado fino para concreto hidráulico.	52
Tabla 19. Ensayo No.3 de equivalente de arena de agregado fino para concreto hidráulico.	52
Tabla 20. Ensayo No.4 de equivalente de arena de agregado fino para concreto hidráulico.	53
Tabla 21. Promedio de ensayos de equivalente de arena de agregado fino para concreto hidráulico.	53
Tabla 22. Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado fino para concreto hidráulico.	54
Tabla 23. Promedio de Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado fino para concreto hidráulico.	54

Tabla 24. Ensayos determinación en el laboratorio de la humedad de agregado fino para concreto hidráulico	54
Tabla 25. Porcentajes de terrones de arcilla y partículas deleznales de agregado fino para concreto hidráulico.	55
Tabla 26. Ensayos de análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	56
Tabla 27. Ensayo 1. De análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	56
Tabla 28. Ensayo 2. De análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	57
Tabla 29. Ensayo 3. de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	57
Tabla 30. Ensayo 4 de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	58
Tabla 31. Ensayo promedio de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	58
Tabla 32. Clasificación de suelos de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	59
Tabla 33. Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado grueso de TMN 1/2" para concreto hidráulico.	60
Tabla 34. Promedio de Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado grueso de TMN 1/2" para concreto hidráulico.	61
Tabla 35. Ensayos determinación en el laboratorio de la humedad de agregado grueso de TMN 1/2" para concreto hidráulico.	61
Tabla 36. Densidad bulk (peso unitario) y porcentaje de vacíos de los agregados compactados o sueltos I.N.V. E – 217 – 07	62
Tabla 37. Porcentajes de terrones de arcilla y partículas deleznales	62
Tabla 38. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	64
Tabla 39. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	64
Tabla 40. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	65
Tabla 41. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	65
Tabla 42. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	66
Tabla 43. Ensayos de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	67
Tabla 44. promedio de Ensayos de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones de agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	67
Tabla 45. Ensayo No.1 caras fracturadas de los agregados de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	68
Tabla 46. Ensayo No.2 caras fracturadas de los agregados de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.	69

Tabla 47. Ensayo No.3 caras fracturadas de los agregados de TMN de ½” para concreto hidráulico.	69
Tabla 48. Ensayo No.4 caras fracturadas de los agregados de TMN de ½” para concreto hidráulico.	70
Tabla 49. Ensayo promedio caras fracturadas de los agregados de TMN de ½” para concreto hidráulico.	70
Tabla 50. Ensayos de análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	71
Tabla 51. Ensayo No.1 de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	72
Tabla 52. Ensayo No.2 de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	72
Tabla 53. Ensayo No.3 de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	73
Tabla 54. Ensayo No.4 de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	73
Tabla 55. Promedio de ensayos de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	74
Tabla 56. Clasificación de suelos de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	75
Tabla 57. Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado grueso 1”	75
Tabla 58. Promedio de Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado grueso 1”	76
Tabla 59. Ensayos determinación en el laboratorio de la humedad de agregado grueso de TMN 1” para concreto hidráulico.	76
Tabla 60. Porcentajes de terrones de arcilla y partículas deleznable agregados grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	77
Tabla 61. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	78
Tabla 62. Ensayo No 2. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	78
Tabla 63. Ensayo No 3. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	79
Tabla 64. Ensayo No 4. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	79
Tabla 65. Promedio de ensayos de Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	80
Tabla 66. Ensayos de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	80
Tabla 67.promedio de Ensayos de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones de agregado grueso 1”	81
Tabla 68. Ensayo No.1 de caras fracturadas de los agregados de TMN de 1” para concreto hidráulico.	81
Tabla 69. Ensayo No.1 de caras fracturadas de los agregados de TMN de 1” para concreto hidráulico.	82

Tabla 70. Ensayo No.1 de caras fracturadas de los agregados de TMN de 1” para concreto hidráulico.	82
Tabla 71. Ensayo No.1 de caras fracturadas de los agregados de TMN de 1” para concreto hidráulico.	83
Tabla 72. Ensayo No.1 de caras fracturadas de los agregados de TMN de 1” para concreto hidráulico.	83
Tabla 73. Ensayos de análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregados para mezclas asfálticas.	84
Tabla 74. Ensayos No.1 de granulometría en agregados para mezclas asfálticas	85
Tabla 75. Ensayos No.2 de granulometría en agregados para mezclas asfálticas	85
Tabla 76. Ensayos No.3 de granulometría en agregados para mezclas asfálticas	86
Tabla 77. Ensayos No.4 de granulometría en agregados para mezclas asfálticas	86
Tabla 78. promedio de ensayos de granulometría en agregados para mezclas asfálticas.	87
Tabla 79. Clasificación de suelos de agregados para mezclas asfálticas.	88
Tabla 80. Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado fino en mezclas asfálticas	88
Tabla 81. Promedio de Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado fino para mezclas asfálticas.	89
Tabla 82. Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado grueso para mezclas asfálticas	89
Tabla 83. Promedio de Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado grueso para mezclas asfálticas	90
Tabla 84. Ensayo No.1 de equivalente de arena en agregados para mezclas asfálticas	90
Tabla 85. Ensayo No.2 de equivalente de arena en agregados para mezclas asfálticas	90
Tabla 86. Ensayo No.1 de equivalente de arena en agregados para mezclas asfálticas	91
Tabla 87. Ensayo No.1 de equivalente de arena en agregados para mezclas asfálticas	91
Tabla 88. Promedio de ensayos de equivalente de arena en agregados para mezclas asfálticas	91
Tabla 89. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregados para mezclas asfálticas.	92
Tabla 90. Ensayo No 2. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregados para mezclas asfálticas.	92
Tabla 91. Ensayo No 3. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregados para mezclas asfálticas.	93
Tabla 92. Ensayo No 4. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregados para mezclas asfálticas.	93
Tabla 93. Ensayo promedio de Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregados para mezclas asfálticas.	94
Tabla 94. Ensayos de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones de agregados para mezclas asfálticas.	94
Tabla 95. Promedio de Ensayos de resistencia al desgaste en la máquina Los Ángeles a 500 revoluciones de agregados para mezclas asfálticas	95
Tabla 96. Ensayo No.1 caras fracturadas de los agregados para mezclas asfálticas	95
Tabla 97. Ensayo No.2 caras fracturadas de los agregados para mezclas asfálticas	96
Tabla 97. Ensayo No.3 caras fracturadas de los agregados para mezclas asfálticas	96

Tabla 99. Ensayo No.4 caras fracturadas de los agregados para mezclas asfálticas.	97
Tabla 100. Ensayo promedio de caras fracturadas de los agregados para mezclas asfálticas.	97
Tabla 101. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregado fino con especificaciones preestablecidas para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS	98
Tabla 102. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregado fino con rangos preestablecidos para la caracterización de agregados.	98
Tabla 103. Análisis comparativo de granulometría en agregado fino con especificaciones preestablecida para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS.	99
Tabla 104. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregado grueso de TMN de ½” con especificaciones preestablecidas para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS	99
Tabla 105. Análisis comparativo de granulometría en agregado grueso de TMN ½” con especificaciones preestablecida para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS	100
Tabla 106. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregado grueso de TMN de ½” con rangos preestablecidos para la caracterización de agregados	100
Tabla 107. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregado grueso de TMN de 1” con especificaciones preestablecidas para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS	101
Tabla 108. Análisis comparativo de granulometría en agregado grueso de TMN 1” con especificaciones preestablecida para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS	101
Tabla 109. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregado grueso de TMN de 1” con rangos preestablecidos para la caracterización de agregados	102
Tabla 110. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregados para mezclas asfálticas con especificaciones preestablecidas para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS	102
Tabla 111. Análisis comparativo de granulometría en agregados para mezclas asfálticas con especificaciones preestablecida para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS	103
Tabla 112. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregados para mezclas asfálticas con rangos preestablecidos para la caracterización de agregados	103
Tabla 113. Valores de asentamientos recomendados para diversas clases de construcción	105
Tabla 114. Elección del TMN de las granulometrías de los dos tipos de gravas que se disponen	106
Tabla 115. Contenido aproximado de aire en el concreto para varios grados de exposición.	106
Tabla 116. Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes asentamientos y TMN del agregado.	107
Tabla 117. Relación entre las resistencias a la compresión y algunos valores de la relación a/c.	107

Tabla 119. Contenido de cemento y volumen de cemento para una resistencia de diseño de 2500 PSI.	108
Tabla 120. Contenido de cemento y volumen de cemento para una resistencia de diseño de 3000 PSI.	108
Tabla 121. Verificación de las especificaciones granulometrías para agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico.	108
Tabla 122. Verificación de las especificaciones granulométricas para el agregado grueso AG3 para pavimentos de concreto hidráulico.	109
Tabla 123. Verificación de las especificaciones granulométricas para el agregado grueso AG2 para pavimentos de concreto hidráulico.	109
Tabla 124. Rangos granulométricos recomendados	110
Tabla 125. Granulometría óptima para combinación arena-triturado 1”	111
Tabla 126. Granulometría óptima para combinación arena-triturado ½”	112
Tabla 127. Volumen del agregado por metro cubico en concreto; para una resistencia de diseño de 2500 PSI	112
Tabla 128. Volumen del agregado por metro cubico en concreto; para una resistencia de diseño de 3000 PSI	112
Tabla 129. Propiedades de los materiales.	113
Tabla 130. densidades aparentes promedio de los agregados.	113
Tabla 131. Pesos secos de la grava y de la arena para una resistencia de diseño de 2500 PSI	113
Tabla 132. Pesos secos de la grava y de la arena para una resistencia de diseño de 3000 PSI	113
Tabla 133. Ajuste por humedad de los agregados para una resistencia de diseño de 2500 PSI	113
Tabla 134. Ajuste por humedad de los agregados para una resistencia de diseño de 3000 PSI	114
Tabla 135. Agua en exceso de los agregados para una resistencia de diseño de 2500 PSI	114
Tabla 136. Agua en exceso de los agregados para una resistencia de diseño de 3000 PSI	114
Tabla 137. Cantidad total de agua de mezclado para una resistencia de diseño de 2500	114
Tabla 138. Cantidad total de agua de mezclado para una resistencia de diseño de 3000	115
Tabla 139. Cantidades para 1 m ³ de concreto con agregado grueso AG3 para una resistencia de diseño de 2500 PSI	115
Tabla 140. Cantidades para 1 m ³ de concreto con agregado grueso AG2 para una resistencia de diseño de 2500 PSI	115
Tabla 141. Cantidades para 1 m ³ de concreto con agregado grueso AG3 para una resistencia de diseño de 3000 PSI	116
Tabla 142. Cantidades para 1 m ³ de concreto con agregado grueso AG2 para una resistencia de diseño de 3000 PSI	116

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización de la fuente de explotación de material	28
Figura 2. Planta trituradora del material, PROVIAS E.A.T	29
Figura 3.procedimiento para realizar ensayo de material fino que pasa tamiz No.200	45
Figura 4: tamizado de muestras para ensayo de granulometría	46
Figura 5. Porciones de muestras retenidas en su respectivo tamiz	47
Figura 6. Elementos para realizar ensayo de equivalente de arena	51
Figura 7.procedimiento para realizar ensayo de equivalente de arena	51
Figura 8. Gravedad específica y absorción de agregado fi	53
Figura 9. Gravedad específica y absorción de agregado grueso de TMN ½” para concreto hidráulico	60
Figura 10. Elementos para realizar ensayo de alargamiento y aplanamiento	63
Figura 11. Partículas planas y alargadas	63
Figura 12. Máquina de los ángeles.	66
Figura 13. Realización de ensayo de desgaste en máquina de los ángeles.	67
Figura 14. Material seleccionado en caras fracturadas, dudosas y no fracturadas	68
Figura 15. Materiales pesados para diseño de mezclas	104
Figura 16. Elaboración de cilindros para ensayos de resistencia	104
Figura 17. Cilindros sometidos a compresión para conocer resistencia	105

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Curva granulométrica de agregado fino para concreto hidráulico.	50
Grafica 2. Curva granulométrica de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.	59
Grafica 3. Curva granulométrica de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.	74
Grafica 4. Curva granulométrica de agregados para mezclas asfálticas ⁸⁷	
Grafica 5. Método grafico para la optimización granulométrica con la combinación del agregado fino con el agregado grueso AG2.	110
Grafica 6. Método grafico para la optimización granulométrica con la combinación del agregado fino con el agregado grueso AG3.	111

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Formatos en excel de ensayos realizados	126

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el fin de analizar las características físico-mecánicas de los agregados pétreos extraídos de la fuente principal de explotación de la ciudad de Ocaña RIO ALGODONAL por la empresa PROVIAS E.A.T; y de esta manera tener parámetros de comparación y saber con qué tipo de agregados se trabaja en el municipio. Acerca de las características de los agregados que se analizaron se enfatizó prioritariamente en cuanto a su composición, geometría, dureza y limpieza debido a que estas características influyen directamente en la trabajabilidad, en el acabado, en la exudación y en la segregación del concreto fresco y afectan la resistencia, la rigidez, la retracción, la densidad, la permeabilidad y durabilidad del concreto en estado sólido.

Palabras clave: composición, geometría, dureza y limpieza, Desgaste, Dureza, Resistencia, INVIAS.

INTRODUCCION

El presente proyecto de investigación se desarrolló basado en las especificaciones del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, para el análisis de los agregados pétreos utilizados en la elaboración de pavimentos en concreto hidráulico y en concreto asfáltico.

Con el fin de conocer las características físico-mecánicas de estos agregados debidos a que estos agregados pétreos son componentes fundamentales del concreto hidráulico y del concreto asfáltico. Sus características afectan no solo las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido sino también el costo del mismo. Los agregados conforman entre el 70% y el 80% del volumen del concreto, razón por la cual es importante conocer sus propiedades y la influencia de las mismas en las propiedades del concreto para optimizar no solo su uso y explotación, sino también el diseño de mezclas de concreto; por tal motivo, estos agregados deben cumplir con los requisitos impuestos por el INVIAS en su Artículo 400 para mezclas asfálticas y en su artículo 500 para concreto hidráulico.

Las características de los agregados en cuanto a su geometría, composición, dureza y limpieza influyen en la trabajabilidad, en el acabado, en la exudación y en la segregación del concreto estado fresco y afectan la resistencia, la rigidez, la retracción, la densidad, la permeabilidad y durabilidad del concreto en estado sólido.

Se tomaron muestras de los agregados extraídos de la principal fuente de explotación del municipio de Ocaña RIO ALGODONAL; Esta fuente es una extensa zona de depósito aluvial, rica en diversidad de tamaños de rocas y gravas, al igual que amplios depósitos de arena, estas características son brindadas por encontrarse en la zona media del río, por lo que en temporadas invernales es susceptible a grandes arrastres de material, permitiendo en tiempos más cálidos el máximo beneficio de explotación en la fuente dado que el nivel del agua en estas temporadas es muy mínimo Este sector es considerado un área suburbana de la ciudad, en el cual se presentan formaciones geológicas correspondientes a depósitos pleistocenos recientes de las formaciones Algodonal (Tpa)); Silgara (Pos); Girón (Jg); este material extraído es usados en la producción mezclas asfálticas en Ocaña por parte de la empresa PRVIAS E.A.T La cual se encuentra ubicada en el km 13+100 vía Ocaña-Cúcuta cruce la playa de belén la cual comprende una extensión superficial total de 9 hectáreas 8913 metros cuadrados.

Gracias a la implementación de una variedad de ensayos, tales como desgaste en la máquina de Los Ángeles, equivalente de arena, índice de aplanamiento e índice de alargamiento, porcentaje de caras fracturadas, gravedad específica y absorción, análisis granulométrico, módulo de finura, porcentaje de terrones de Arcilla y partículas deleznable, material fino que pasa el tamiz No.200, masa unitaria suelta y masa unitaria compactada, contenido de humedad de los agregados, se logra encontrar características muy interesantes y de suma importancia. Mostrando las características de los agregados con los cuales se trabaja para la elaboración de mezclas asfálticas y de concreto hidráulico para la construcción de pavimento en el municipio de Ocaña.

1. CARACTERIZACION FÍSICO-MECÁNICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Falta de información acerca de las características físicas-mecánicas de los agregados de nuestro municipio el cual nos permita mejorar la producción del concreto y asfalto para elaborar pavimentos de una mejor calidad

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo apoyar a los bancos de agregados y al campo de la construcción en general para que sus obras sean de buena calidad, conociendo la composición física- mecánica de sus agregados?

1.3 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En el municipio de Ocaña Norte de Santander la construcción de pavimentos de concreto y asfalto ha tenido un incremento considerable en los últimos años, y debido a la falta de información acerca de las propiedades y características de los agregados empleados, se utilizan materiales para la elaboración de mezclas de los cuales se ignoran sus propiedades. En Colombia se utilizan las normas INVIAS para conocer y analizar las propiedades de los agregados para la elaboración de concreto. Estas normas tienen como objetivo establecer un control de calidad en materiales de construcción al analizar sus propiedades físicas, mecánicas. Para este fin existe cierta cantidad de normas y especificaciones dirigidas directamente a agregados, de las cuales en este trabajo de graduación se aplicaran.

1.4 JUSTIFICACION

La realización de este proyecto será de gran ayuda al campo de la construcción porque mediante el análisis físico, mecánico (durabilidad, resistencia, solidez, propiedades térmicas) de los bancos de agregados de nuestro municipio se puede mejorar la calidad del concreto y de las mezclas asfálticas para determinar sus proporciones adecuadas.

Por otro lado se pretende conocer los patrones de calidad de los agregados de nuestro municipio, para que de esta forma se pueda hacer un comparativo entre los patrones o criterios de calidad establecidos.

También poder familiarizarse con los cambios que sufre el concreto dependiendo de la forma del agregado que posee en su interior

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general. Suministrar la información acerca de las características físicas-mecánicas de los agregados de nuestro municipio el cual nos permitan mejorar la producción del concreto y asfalto para elaborar pavimentos de una mejor calidad

1.5.2 Objetivos específicos. Ubicar y caracterizar el banco de agregado en el municipio de Ocaña Provias S.A

Determinar las propiedades físicas- mecánicas de los agregados pétreos ubicados en el municipio de Ocaña

Analizar las muestras obtenidas de los bancos, de acuerdo a los procedimientos y especificaciones que establece la norma INVIAS para conocer sus propiedades físicas y mecánicas.

Elaborar un análisis comparativo con los parámetros de calidad establecidos por el INVIAS.

1.6 DELIMITACIONES

1.6.1 Delimitación conceptual. Ubicación y localización de cantera, Propiedades físicas-mecánicas de los agregados, análisis de muestras y establecer comparativos entre las mismas

1.6.2 Delimitación geográfica. El proyecto plantea su ubicación en el banco de agregados del municipio de Ocaña. PROVIAS E.A.T

1.6.3 Delimitación temporal. La realización del estudio tendrá una duración aproximada de 4 meses

1.6.4 Delimitación operativa. El proyecto se desarrollará con base en los parámetros del presente documento, con las pruebas y ensayos de laboratorio que logren dar respuesta a los interrogantes presentados y que contribuyan con la calidad de los resultados.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO HISTORICO

2.1.1 trabajos afines nivel mundial. Geotecnia de agregados: relación entre las Características petrográficas y geotécnicas de agregados de la provincia de buenos aires (argentina)

¹En este trabajo se presentan las relaciones encontradas entre los primeros resultados geotécnicos y las características geológicas y petrográficas estudiadas en áridos de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Las muestras provienen de las principales canteras productoras de áridos de las Sierras Septentrionales, en las proximidades de las ciudades de Olavarría y Tandil. Las observaciones indican que los resultados geotécnicos dependen no sólo de la mineralogía de la roca, sino que también es de suma importancia su textura, la cual está directamente vinculada con su origen geológico. Por otra parte se estima que las tecnologías de trituración empleadas en las plantas, deben adecuarse a las características mencionadas de la roca para potenciar sus propiedades y obtener agregados que cumplan con las necesidades del mercado.

2.1.2 Trabajos afines nivel nacional. Caracterización de los materiales de las canteras californias, David Carvajal del municipio de Girardot y material aluvial del rio Coello de este mismo municipio. Trabajo de grado para optar el titulo Especialista en Ingeniería de pavimentos.

²El presente trabajo de grado va orientado a recolectar información, de las características físicas de los materiales granulares, mediante ensayos del laboratorio como: granulometría, desgaste de los ángeles, dureza, índice de Plasticidad, equivalente de arena y humedad de acuerdo a los requerimientos de calidad según la norma INVIAS, en las obras de Ingeniería en los municipios de Girardot, Coello y circunvecinos.

2.1.3 trabajos a fines a nivel regional. No existen referencias regionales, sobre estudios hechos a los agregados de los materiales de la construcción. Lo que hace que este proyecto sea innovador y de gran importancia para la región.

2.2 REVISIÓN ESTADO DEL ARTE

La información tomada de los siguientes resúmenes organiza de forma eficiente la proyección del informe, debido que nos muestra con claridad los objetivos propuestos en este mismo.

¹Geotecnia de agregados noviembre de 2012 infraestructura vial
<http://www.lanamme.ucr.ac.cr/riv/images/ediciones/edicion-25/20-27.pdf>

²Cesar Augusto Amaya, Alfonso Montejo. universidad católica de Colombia Bogotá 2012
<http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/465/2/CARACTERIZACION%20DE%20MATERIALES%20DE%20LAS%20CANTERAS%20CALIFORNIA,.pdf>

Resumen. ³Los agregados, conformados por las arenas (agregado fino) y las gravas (agregado grueso), constituyen más del 70% en una mezcla para la elaboración del hormigón u concreto, material estructural y de construcción por excelencia. Se conocen también como áridos, expresión utilizada para definir un material que no debe tener reacción química de ningún tipo con el cementante, el agua o con otros aditivos naturales o químicos; sin embargo, el fenómeno de la reacción álcalis –agregado descubierta muchos años atrás, muestra que esta pasividad no es tan evidente.

Lo anteriormente descrito, constituyen razones importantes para conocer acerca de los agregados. Este documento, para un estudio inicial de los mismos, de conceptos generales, ha sido dividido en cuatro capítulos, basados en una introducción, en las curvas granulométricas, en la petrografía, y en la reacción álcalis – agregado

Palabras claves: agregados, propiedades físicas, mecánicas y petrográficas, concreto, granulometría

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Todas las personas que están involucrados de una u otra forma con el campo de la construcción necesitan conocer las propiedades de los agregados (físicas, mecánicas) su comportamiento y la reacción que estos toman al ser mezclados con el concreto y asfalto para así de esta forma poder obtener pavimentos de muy buena calidad y acorde con las exigencias del mercado.

Determinación de las propiedades físico- mecánicas. ⁴Para estimar las propiedades físico mecánicas de los agregados se utilizan las diferentes pruebas y ensayos de laboratorio de acuerdo a los Procedimientos y especificaciones que establece la norma INVIAS.

⁵**Las propiedades físico-mecánicas.** Los agregados como su peso volumétrico, solidez, resistencia a la abrasión y las características térmicas, influyen en la resistencia del concreto y en el endurecimiento así como también en la durabilidad y la resistencia al intemperismo

Durabilidad. Capacidad para soportar, durante para la vida útil que ha sido previsto, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesto el elemento.

Peso volumétrico del agregado: está afectado por varios factores como la humedad, graduación, gravedad específica, textura superficial, forma y angularidad de las partículas por ejemplo: si le contenido de humedad del agregado aumenta, también se incrementa el peso volumétrico, sobre todo en las gravas, si los agregados presentan buena granulometría

³ Luis Octavio Gonzales salcedo. Conceptos generales de agregados universidad nacional de Colombia sede Palmira enero 2008
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/materiales/pdf/cap6/amplia/conceptos%20generales%20agregados.pdf>

⁴<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/2180/2/140188.pdf>

⁵Libia Gutiérrez de López ;el concreto y otros materiales para la construcción

tendrán, por lo regular, un peso volumétrico mayor que aquellos en los que predomine un solo tamaño

La resistencia de la abrasión. Se refiere a la capacidad de resistir impactos y fricción, esta resistencia depende de gran medida del tipo de roca y de su grado de cementación y consolidación, por ejemplo: las rocas arcillosas o micáceas (lutitas y pizarras) se desintegran fácilmente, pero cambio los basaltos y las calizas compactas resisten satisfactoriamente los impactos y fricciones durante el proceso de manejos

Agregado fino. La porción de agregado que pasa al tamiz No.4 se denomina agregado fino. Consistirá de arena natural, de material producido por trituración, o de una combinación de ambos, con granos limpios, duros, de superficie rugosa y angular y libre de terrones de arcilla y otros materiales no deseables.

Agregado grueso. La porción de agregados en el tamiz No.4, se denomina agregado grueso y está constituida por rocas o gravas trituradas, limpias, durables, libres de polvo, terrones de arcilla u otros materiales no deseables.

Capa de rodadura. Es la capa superior del pavimento y sobre ella circulan los vehículos durante la vida útil de ésta. Debe ser resistente a la abrasión generada por el tráfico y a la agresión del medio ambiente. Tiene la función de proteger la estructura, impermeabilizándola superficie del pavimento, debe ser suave y de superficie continua para que sea cómoda la circulación de vehículos sobre ella, y debe ser rugosa para asegurar la adherencia de los vehículos.

Caras fracturadas. Es la superficie angular, áspera o quebrada de una partícula de agregado, formada por trituración por medios artificiales o por la naturaleza la cual se mide en porcentaje respecto a toda el área de la partícula.

Carga abrasiva. Carga a la que están sometidos los agregados en la acción del ensayo de resistencia al desgaste por medio de la máquina de los Ángeles, a través de esferas de acero, de un diámetro aproximado de 46.8 mm (1 27/32”) y una masa comprendida entre 390 g y 445 g.

Compresión: Tensiones o presiones que existe dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección, este fenómeno es el producido por el ensayo del 10% de finos.

Desintegración. Separación o disgregación de los distintos elementos que conforman un todo.

Gradación. Forma como se encuentran distribuidas u ordenadas las partículas de un agregado a través de sus tamaño

Forma y redondez de las partículas. La forma depende del tipo de roca y sus características así como sus condiciones así como las condiciones de sedimentación y transporte que experimento durante la transformación

Las propiedades superficiales. Se refiere a la textura de la partícula, es decir al aspecto de rugosidad e irregularidades de los agregados. La constitución de la grava puede ser blanda o porosa a causa de la alteración de sus minerales

Las impurezas. Que se puede mezclar con los agregados son las orgánicas sales solubles y arcillas, limos, carbono y partículas suaves

La capa externa puede estar formada por elementos químicos nocivos al concreto, aunque al roca sea de buena calidad

Las impurezas como humo y restos orgánicos y sales solubles retrasan el fraguado y el endurecimiento del concreto, y en algunos casos causan deterioro.

Equivalente de arena. Es un ensayo que ha sido ampliamente usado como un indicador de la calidad relativa o la competencia de diferentes fuentes de agregados pétreos de similares composiciones mineralógicas.

Granulometría. Determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada progresivamente decreciente.

Máquina de Los Ángeles. Equipo utilizado para la determinación de la resistencia al desgaste del agregado grueso.

MDC-2. Mezcla densa en caliente tipo 2, mezcla de gran utilidad para obras de infraestructura vial, debido a su textura. De agua y de una carga abrasiva.

Pavimento flexible. Es una estructura conformada por diversas capas de material seleccionado, teniendo una terminación con un concreto asfáltico, con un ligante derivado del petróleo. Este tipo de pavimento se llama flexible porque al ser sometido a una carga sufre una deformación y recuperación deseada, al cesar la carga, completamente elástica.

Resistencia. La resistencia de un material mide la capacidad a deformarse o fracturarse frente a cargas aplicadas de diversas formas.

Tamiz. Elemento usado para la separación de agregados de diversos tamaños, el cual es formado por elementos horizontales y verticales que forman una malla de tamaño específico.

Yacimientos fluviales. Los yacimientos fluviales se caracterizan por la presencia de sedimentos detríticos de grano grueso (gravas) a muy fino (arcillas). En los sistemas

Fluviales existe una variada distribución de sub-ambientes sedimentarios y ecológicos, determinados fundamentalmente por las aguas y las variables de las que estas dependen

Estas propiedades dependen de tres procesos geológicos fundamentales

Tipo de roca. La obtención de materiales de grava y arena natural o triturada como agregado, constituye una fuente importante

Las rocas según su origen pueden ser de tres tipos

Rocas ígneas. Se cristalizan a partir de una masa fundida llamada magma y localizada en la parte subyacente de la corteza terrestre al penetrar la corteza se enfría y forma rocas ígneas intrusivas (granito, granodioritas, sienita, gabro) si logra atravesarlas completamente y llegar a la superficie forman rocas ígneas extrusivas, volcánicas (riolitas, andesitas, basaltos) los cuales poseen minerales vítreos

Rocas sedimentarias. Se origina en la superficie terrestre por acumulación de sedimentos mineralógicos (depositados por peso o por precipitación química), posteriormente se compacta y/o cementan por un material muy fino (sílice, óxidos, arcillas, etc.) en los precipitados químicos ocurren minerales amorfos

Rocas metamórficas. Se forman a partir de las rocas encajonantes del material magnético que penetra en la corteza terrestre. Este provoca la cristalización y cambios mineralógicos de las rocas que lo contacta (mármol, pizarra, cuarcita)

Condiciones de sedimentación y transporte. En este proceso es importante evaluar los resultados físicos y mecánicos que condicionan los medios de transporte y depósito de arena y grava ejemplo: estratificación, graduación, horizontes de estratos, compactación etc.

Procesos y modificaciones recientes. En este proceso analizaremos las propiedades químicas y mineralógicas actuales de materiales de depósito, es decir su grado de alteración, desintegración y contenido de minerales secundarios como caliche, arcilla, caolín y material orgánico

2.4 MARCO CONTEXTUAL

⁶La investigación tiene como fin informar a la comunidad ingenieril, las características físico-mecánicas de los agregados de este municipio, además de establecer parámetros de calidad para dichos agregados, ya que en nuestro municipio se carece de ellos y hacer un análisis comparativo de las muestras, por tal motivo las muestras necesarias para la

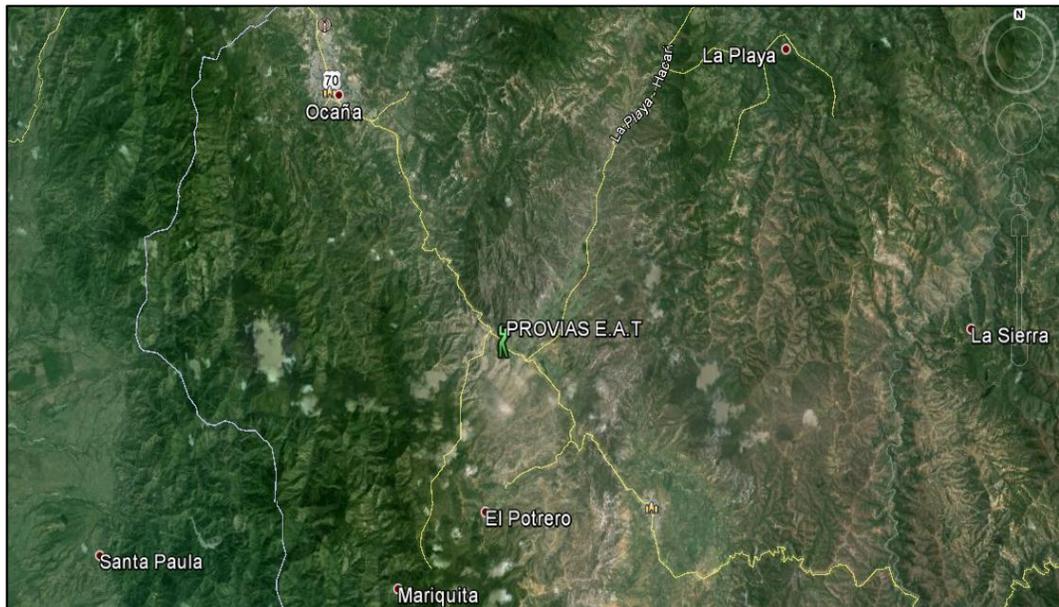
⁶ esquema de ordenamiento territorio de la playa de belén ; alcaldía municipal <http://www.corponor.gov.co/pot/La%20Playa%20de%20Belen/Diagnostico/La%20Playa%20de%20Belen%20Dimension%20Ambiental.pdf>

elaboración de dicho proyecto serán tomadas de la fuente del **RIO ALGODONAL**, a través de la cantera PROVIAS E.A.T la cual es una cantera legalmente constituida y con todas los requisitos y licencias vigentes, para la extracción de dicho material en el municipio de Ocaña.

2.5 UBICACIÓN DE LA CANTERA PROVIAS E.A.T

La empresa asociativa de trabajo PROVIAS E.A.T el cual su representante legal es ingeniero Napoleón Gutiérrez de Piñerez tiene por objeto la explotación técnica y económica de un yacimiento de materia de construcción (materia de arrastre y de construcción en cantera). La cual se encuentra ubicada en el km 13+100 vía Ocaña-Cúcuta cruce la playa de belén la cual comprende una extensión superficial total de 9 hectáreas 8913 metros cuadrados.

Figura 1. Localización de la fuente de explotación de material



Fuente: Google Earth, Vista aérea 2014.

Fuente de explotación. Río algodónal. El material es extraído por la empresa PROVIAS E.A.T La cual se encuentra ubicada en el km 13+100 vía Ocaña-Cúcuta cruce la playa de belén.

Esta fuente es una extensa zona de depósito aluvial, rica en diversidad de tamaños de rocas y gravas, al igual que amplios depósitos de arena, estas características son brindadas por encontrarse en la zona media del río, por lo que en temporadas invernales es susceptible a grandes arrastres de material, permitiendo en tiempos más cálidos el máximo beneficio de explotación en la fuente dado que el nivel del agua en estas temporadas es muy mínimo.

Este sector es considerado un área suburbana de la ciudad, en el cual se presentan formaciones geológicas correspondientes a depósitos pleistocenos recientes de las formaciones Algodonal (Tpa)); Silgara (Pos); Girón (Jg).

Figura 2. Planta trituradora del material, PROVIAS E.A.T



Fuente. Autor del proyecto

2.6 DESCRIPCIÓN DE LA GEOLOGÍA

Está formado por rocas ígneas. Alrededor encontramos las rocas granitoides gruesas con isleos intercalados de feldespatos, cuyos elementos han sido muy descompuestas por la erosión. Cubren el terreno formando una depresión extendida especialmente de La Floresta a Abrego. La depresión se halla rodeada de formaciones porfídeas (materiales eruptivos paleozoicos, muy cuartzos) más duras que las rocas del fondo.

Las rocas ígneas Pertenecen al grupo plutónico de Santander y son rocas intrusivas y volcánicas cuya edad varía del pre-devónico al cretáceo inferior. Su composición varía de tonalitas grises, cuarzo – monzonitas y granitos de color rosado. La tonalita predominante es la gris, ligeramente verdosa, fanerítica de grano medio y constituida por cuarzo, plagioclasas, horblenda y biotita. La diorita presenta variación en el tamaño de grano, se compone principalmente de plagioclasas y horblenda, además de biotitas y

2.6.1 Complejo ígneo intrusivo – extrusivo (JCI). Aflora al oriente del Municipio mostrándose de forma discordante con rocas sedimentarias de la Formación Tibu-Mercedes. Al occidente afloran surcando las rocas de la formación algodonol que conforman el valle de la quebrada El Playón y en el centro se encuentran en contacto discordante con rocas aluviales y metamórficas por medio de la falla de Hacarí.

Hace parte del complejo ígneo metamórfico denominado “Macizo Santander” e incluye rocas Ígneas del juratriásico (entre 144 y 245 MA). Comprende una fase intrusiva cuya composición Predominante es cuarzo – monzonita, pórfidos riolíticos, diques básicos de diabasas y basalto; También incluye material piroclástico con presencia de toba, brechas y aglomerados.

El macizo rocoso se encuentra muy fracturado y altamente meteorizado en límites con el Municipio de Ocaña, con buenos afloramientos de roca fresca

2.6.2 Formación Algodonal (TPA). Esta unidad aflora sobre la cuenca de la quebrada El Playón. Está constituida por conglomerados poco consolidados con intercalaciones de arcilla gris verdosa y arenisca gris clara. La edad de la formación es incierta y se ha postulado como del terciario tardío al cuaternario temprano (entre 1 y 1.5 M.A). La unidad presenta estructuras sedimentarias diversas tales como estratificación cruzada, marcas de corriente y estructuras de fondo que permiten identificar fácilmente la base y techo.

Esta formación tiene un espesor aproximado de 554 metros de rocas sedimentarias de origen Variado (lacustre, conos aluviales, depósitos torrenciales). Geomorfológicamente se expresa como mesas con superficie horizontal o suavemente inclinada hacia el eje del valle. La unidad registra un proceso de erosión diferencial e incisión vertical drástica, que producen geformas denominadas pilares o columnas de erosión, que localmente reciben el nombre de estoraques.

2.6.3 Aluviones Recientes (QAL). En su mayor parte corresponden a acumulaciones en zonas pequeñas y con delgados espesores que se han depositado en el fondo del valle de la quebrada El Playón. Su composición y textura es heterogénea, dependiendo del área de aporte de materiales y de las corrientes que los han depositado. Están conformados por cantos y guijarros angulares y subredondeados de rocas ígneas metamórficas y sedimentarias, con gravas y arenas finas

2.6.4 Formación Silgara (POS). Aflora como un cuerpo con extensión e importancia regional desde centro al oriente del Municipio. En algunas zonas aflora como pequeños techos pendientes sobre las rocas ígneas del complejo intrusivo – extrusivo. Está conformada por filitas verdes y rojizas, filitas calcáreas y esquistos además de metareniscas, cuarcitas y metalimolitas. En algunos sectores sus afloramientos están conformados por roca muy meteorizada, susceptible de proceso erosivos fuertes.

2.6.5 Formación Girón (JG). Afloran al nor-occidente del Municipio. Se encuentran yaciendo discordantemente sobre rocas del terciario pertenecientes a la formación Algodonal. Está constituida por areniscas de grano fino de color rojo, areniscas conglomeráticas, shales, conglomerados blancos y limolitas rojas. Estas rocas están afectadas por riolitas.

La principal estructura presente en el territorio municipal es el sinclinal de La Mesa, cuyo flanco oriental está cortado por un ramal de la falla de Hacarí. El núcleo de esta estructura

está formado por rocas de la Formación Tibú – Mercedes. En general el área de La Playa es afectada por ramales de la falla de Hacarí y San Calixto, en el norte, centro y oriente del Municipio. Las estructuras presentes son pocas porque se exhibe una topografía donde los procesos erosivos son los principales agentes modeladores del terreno

2.6.7 Cuarzo Monzonita (JC). Afloran al sur occidente del municipio en una pequeña franja, sobre rocas de la formación algodonal. Su edad varía del triásico al jurásico, sus afloramientos son reducidos y conformados por rocas intrusivas muy meteorizadas que corresponden a cuarzo monzonitas biotíticas, de grano medio, color gris rosado y textura porfídica.

2.6.8 Formación Tibú Mercedes (KITM). Es la unidad más escasa en el Municipio aflora discordantemente como pequeños remanentes sobre rocas metamórficas e ígneas de la formación Sílgara y del complejo intrusivo - extrusivo; estas rocas corresponden al cretáceo inferior y su edad varía entre 66 y 144 M.A. Está constituida por calizas fosilíferas de color gris claro y café negruzco, con intercalaciones de shales gris oscuro a negro, areniscas grises y conglomerados arenosos de grano fino a grueso.

2.7 MARCO TEORICO

En esta parte se describen los lineamientos teóricos necesarios para el análisis y Caracterización de los agregados de los bancos en estudio, según lo especifican las normas de INVIAS (COLOMBIA).

2.7.1 Descripción general. Esta especificación define los requisitos de graduación y calidad de los agregados fino y grueso que serán usados para concreto y asfalto, por lo que es considerada adecuada para asegurar materiales satisfactorios para la mayoría de hormigones. Está reconocido que, para ciertos trabajos o en ciertas regiones puede haber diferentes restricciones. Por ejemplo, donde la estética es más importante deben considerarse más los límites restrictivos con respecto a las impurezas que mancharían la superficie del concreto

2.7.2 Conceptos generales.

Pavimento de concreto hidráulico. Materiales para la elaboración de pavimentos de concreto hidráulico.

Concreto. Estará conformado por una mezcla homogénea de cemento con o sin adiciones, agua, agregados fino y grueso y aditivos, cuando estos últimos se requieran, materiales que deberán cumplir los requisitos básicos que se mencionan a continuación.

Cemento. El cemento utilizado será Portland, de marca aprobada oficialmente. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará el denominado Tipo I de los descritos en el Artículo 501 de estas especificaciones.

Si por alguna razón el cemento ha fraguado parcialmente o contiene terrones del producto endurecido, no podrá ser utilizado. Tampoco se permitirá el empleo de cemento extraído de bolsas usadas en jornadas anteriores.

Adiciones. Si los documentos del proyecto lo consideran, se podrá utilizar cemento con adiciones, de conformidad con la especificación ASTM C 595. Las adiciones deberán ser incorporadas en la fábrica del cemento.

Agua. El agua que se emplee para la mezcla o para el curado del pavimento de concreto hidráulico deberá ser limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial al pavimento terminado. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación.

Cuando se empleen otras fuentes o cuando se mezcle agua de dos o más procedencias, el agua deberá ser calificada mediante ensayos.

Agregado fino. Se considera como tal, a la fracción que pasa el tamiz de 4.75 mm (No.4). Proviene de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado, de acuerdo con los documentos del proyecto.

El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más de treinta por ciento (30%) de la masa del agregado fino. El agregado fino deberá satisfacer el requisito granulométrico señalado en la Tabla 500.3. Además de ello, la gradación escogida para el diseño de la mezcla no podrá presentar más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos y su módulo de finura se deberá encontrar entre 2.3 y 3.1.

Siempre que el módulo de finura varíe en más de dos décimas (0.2) respecto del obtenido con la gradación escogida para definir la fórmula de trabajo, se deberá ajustar el diseño de la mezcla.

Tabla 1. Especificaciones granulométricas para el agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA
Normal	Alternativo	
9.5 mm	3/8"	100
4.75 mm	No.4	95 - 100
2.36 mm	No.8	80 - 100
1.18 mm	No.16	50 - 85
600um	No.30	25 - 60
300um	No.50	10 - 30
150 um	No.100	2 - 10

Fuente: www.invias.gov.co

Tabla 2. Requisitos del agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico

AGREGADO FINO			
ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO	RANGOS
Granulometría	E-213	ver franja granulométrica	
módulo de finura			0%-10%
índice de plasticidad, % máximo	E-126	no plástico	
equivalente de arena, % mínimo	E-133	60%	
terrones de arcillas y partículas deleznable, % máximo	E-221	3%	
material que pasa el tamiz No.200 % máximo	E-214	3%	
absorción, % máximo	E-222	4%	
Humedad	E-122		2% - 6%
Gravedad específica y densidades según la norma técnica colombiana NTC*	E-222		2,3% - 2,8%

Fuente: www.invias.gov.co

Agregado grueso. Se considera como tal, la porción del agregado retenida en el tamiz de 4.75 mm (No.4). Dicho agregado deberá proceder fundamentalmente de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla. No se permitirá la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno. Su gradación se deberá ajustar a alguna de las señaladas en la Tabla 500.5. Siempre que el tamaño máximo nominal sea mayor de 25.0 mm (1”), el agregado grueso se deberá suministrar en las dos fracciones que indica la Tabla 500.5

Tabla 3. Especificaciones granulométricas para el agregado grueso para pavimentos de concreto hidráulico

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA				
NORMAL (mm)	ALTERNO (pulg)	AG1		AG2		AG3
		2" - 1"	1" - No.4	1 1/2" - 3/4"	3/4" - No: 4	1" - No. 4
63	2 1/2"	100	-	-	-	-
50	2"	90 - 100	-	100	-	-
37,5	1 1/2"	35 - 70	100	90 - 100	-	100
25	1"	0 - 15	95 - 100	20 - 55	100	95 - 100
19	3/4"	-	-	0 - 15	90 - 100	-
12.5	1/2"	0 - 5	25 - 60	-	-	25 - 60
9.5	3/8"	-	-	0 - 5	20 - 55	-
4.75	No. 4	-	0 - 10	-	0 - 10	0 - 10
2.36	No.8	-	0 - 5	-	0 - 5	0 - 5

Fuente: www.invias.gov.co

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas obtenidas al aplicar las fórmulas de Fuller o Bolomey. El tamaño máximo nominal del agregado no deberá superar un tercio (1/3) del espesor de diseño del pavimento. El agregado grueso deberá cumplir, además, los requisitos de calidad señalados en la Tabla 500.6. En los casos en los que la obtención de la textura superficial del pavimento se realice con denudación química, según las especificaciones del numeral 500.4.15 y se prevea, además, una incrustación de gravilla en la superficie del concreto fresco, combinada con la denudación, el tamaño de la gravilla incrustada estará comprendido entre cuatro y ocho milímetros (4 mm – 8 mm), su desgaste Los Ángeles, según la norma INV E – 218, no será superior a veinte por ciento (20%) y su coeficiente de pulimento acelerado, según la norma INV E – 232, no será inferior a cincuenta centésimas (0,50). Si se denuda el concreto sin incrustación de gravilla, el agregado grueso del concreto deberá tener también, como mínimo, el coeficiente de pulimento acelerado prescrito en el párrafo anterior Siempre que se requiera la mezcla de dos (2) o más agregados gruesos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la Tabla 500.6 para dureza, durabilidad y contenido de sulfatos deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos. La limpieza y las propiedades geométricas se medirán sobre muestras del agregado combinado en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo.

Tabla 4. Requisitos del agregado grueso para pavimentos de concreto hidráulico

AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO	RANGOS
Desgaste de los ángeles en seco 500 revoluciones; % máximo	E-218	40%	
granulometría	E-213	ver franja granulométrica	
terrones de arcillas y partículas deleznable % máximo	E-211	3%	
partículas fracturadas mecánicamente(1 cara) % mínimo	E-227	60%	
Índice de aplanamiento y de alargamiento (máximo)	E-240	10%	
Absorción	E-222		0%-5%
Humedad	E-122		0,5% - 2%
Gravedad específica Y Densidades	E-222		2,3%-2,8%
según la norma técnica colombiana NTC*			

Fuente: www.invias.gov.co

Aditivos. Se podrán usar aditivos de reconocida calidad para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares del pavimento por construir. Su empleo se deberá definir por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin que se

perturben las propiedades restantes de la mezcla, ni representen peligro para la armadura que pueda tener el pavimento.

Los aditivos por usar pueden ser los siguientes:

Inclusores de aire, los cuales deberán cumplir los requerimientos de la especificación ASTM C260. El agente 35 Inclusor de aire deberá ser compatible con cualquier aditivo reductor de agua que se utilice.

Aditivos químicos, que pueden ser reductores de agua, acelerantes de fraguado y retardantes de fraguado, los cuales deberán cumplir los requerimientos de la especificación ASTM C 494, incluyendo el ensayo de resistencia a la flexión. Los aditivos reductores de agua se deberán incorporar en la mezcla separadamente de los inclusores de aire, de conformidad con las instrucciones del fabricante. La utilización de acelerantes y retardantes se debe evitar en la medida de lo posible; se podrán utilizar únicamente en casos especiales, previa evaluación por parte del Constructor, que permita definir las condiciones de empleo de los mismos. El documento con toda la sustentación respectiva, incluyendo los certificados de calidad de los productos propuestos, deberá ser presentado al Interventor para su evaluación y eventual aprobación, sin la cual no se permitirá su uso en el proyecto.

Tabla 5. Ensayos de verificación sobre los agregados para pavimentos de concreto hidráulico

ENSAYO		NORMA DE ENSAYO INV
Composición		
Granulometría		E-213
Módulo de finura		E-213
Dureza		
Desgaste de los ángeles	En seco 500 revoluciones	E-218
Limpieza		
Índice de plasticidad		E-126
Equivalente de arena		E-133
Terrones de arcilla y partículas deleznable		E-211
material que pasa por el tamiz de 75µm (No.200)		E-214
Geometría de las partículas		
Partícula fracturada mecánicamente		E-227
Partículas planas y alargadas		E-240
Gravedad específica		
% Humedad		E-122
Densidad y peso unitario		E-217

Fuente. www.invias.gov.co

*para la realización de dicho trabajo de grado se harán los laboratorios mencionados en la tabla 5, puesto que la universidad cuenta con las herramientas y equipos necesarios para su elaboración.

Pavimentos en mezclas asfálticas (pavimentos flexibles). Los agregados pétreos empleados para la ejecución asfáltica en caliente deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una película del material asfáltico por utilizar en el trabajo, ésta no se desprenda por la acción combinada del agua y del tránsito. Sólo se podrá admitir el empleo de agregados con características hidrófilas, si se añade algún aditivo de comprobada eficacia para proporcionar una adhesividad satisfactoria con el asfalto, medida en los términos que se establecen en este Artículo.

La granulometría del agregado obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, incluido el llenante mineral, deberá estar comprendida dentro de alguna de las franjas fijadas en la Tabla 450.2. El análisis granulométrico se deberá efectuar de acuerdo con la norma INV E-213.

Tabla 6. Franjas granulométricas para mezclas asfálticas en caliente

TIPO DE MEZCLA		TAMIZ (mm/U.S Standard)									
		37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.18	0.075
		1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	No.4	No.10	No.40	No.80	No.200
		% PASA									
Densa	MDC-1		100	80-95	67-85	60-77	43-59	29-45	14-25	8-17	4-8
	MDC-2			100	80-95	70-88	49-65	29-45	14-25	8-17	4-8
	MDC-3					100	65-87	43-61	16-29	9-19	5-10
Semidensa	MSC-1		100	80-95	65-80	55-70	40-55	24-38	9-20	6-12	3-7
	MSC-2			100	80-95	65-80	40-55	24-38	9-20	6-12	3-7
Gruesa	MGC-0	100	75-95	65-85	47-67	40-60	28-46	17-32	7-17	4-11	2-6
	MGC-1		100	75-95	55-75	40-60	28-46	17-32	7-17	4-11	2-6
Alto modulo	MAM		100	80-95	65-80	55-70	40-55	24-38	10-20	8-14	6-9

Fuente: www.invias.gov.co

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior del tamiz adyacente y viceversa.

Material bituminoso. El material bituminoso para elaborar la mezcla en caliente será seleccionado en función de las características climáticas de la zona y las condiciones de operación de la vía.

Aditivos mejoradores de la adherencia entre los agregados y el asfalto. El Constructor deberá garantizar que su incorporación no producirá ningún efecto nocivo a los agregados, al ligante asfáltico o a la mezcla. Cualquier efecto adverso en el comportamiento del pavimento que se derive del empleo del aditivo, será de responsabilidad exclusiva del

Constructor, quien deberá efectuar todas las reparaciones que requiera la mezcla compactada, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

Tabla 7. Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas en caliente

ENSAYO		NORMA DE ENSAYO INV
Composición		
Granulometría		E-213
Dureza		
Desgaste de los ángeles	En seco 500 revoluciones	E-218
Limpieza		
Índice de plasticidad		E-126
Equivalente de arena		E-133
Geometría de las partículas		
Partícula fracturada mecánicamente		E-227
Partículas planas y alargadas		E-240
Gravedad específica		
Gravedad específica y absorción		E-222 Y 223

Fuente. www.invias.gov.co

Tabla 8. Requisitos de los agregados para pavimentos de mezclas asfálticas se INVIAS para diferentes niveles de tránsito.

NT1						
TIPO DE TRATAMIENTO O MEZCLA	DESGASTE DE LOS ANGELES	PARTICULAS FRACTURADAS MECANICAMENTE(agregado grueso) % mínimo 1 cara / 2caras	FORMA		IP	EQUIVALENTE DE ARENA
			índice de aplanamiento	índice de alargamiento		
MEZCLA Densa , SEMIDENSA Y GRUESA EN CALIENTE	25 % máximo	75%/-	-	-	N.P	50 % min

NT2						
TIPO DE TRATAMIENTO O MEZCLA	DESGASTE DE LOS ANGELES	PARTICULAS FRACTURADAS MECANICAMENTE(agregado grueso) % mínimo 1 cara / 2caras	FORMA		IP	EQUIVALENTE DE ARENA
			índice de aplanamiento	índice de alargamiento		
MEZCLA Densa , SEMIDENSA Y GRUESA EN CALIENTE	25 % máximo	75%/60	-	-	N.P	50 % min

Cuadro 8. (Continuación)

NT3						
TIPO DE TRATAMIENTO O MEZCLA	DESGASTE DE LOS ANGELES	PARTICULAS FRACTURADAS MECANICAMENTE(agregado grueso) % mínimo 1 cara / 2caras	FORMA		IP	EQUIVALENTE DE ARENA
			índice de aplanamiento	índice de alargamiento		
MEZCLA DENSA, SEMIDENSA Y GRUESA EN CALIENTE	25 % máximo	85%/70	-	-	N.P	50 % min

Fuente: www.invias.gov.co

Tabla 9. Requisitos de los agregados para pavimentos de mezclas asfálticas alcaldía mayor de Bogotá.

ENSAYO	NORMA	REQUISITO
índice de aplanamiento(% máximo)	E-230	20
índice de alargamiento(% máximo)	E-230	20

Fuente: instituto de desarrollo alcaldía mayor de Bogotá

*para la realización de dicho trabajo de grado se harán los laboratorios mencionados en la tabla 7, puesto que la universidad cuenta con las herramientas y equipos necesarios para su elaboración.

Pruebas y ensayos de laboratorio a realizar según la norma Invias (Colombia)

Pruebas y ensayos de laboratorio para agregados a utilizar en la construcción de pavimentos en concreto hidráulico

I.N.V.E- 122: Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) del suelo, roca y mezclas de suelo –agregado. Este método cubre la determinación de laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelo, roca, y mezclas de suelo-agregado por peso. Por simplicidad, de aquí en adelante, la palabra "material" se refiere a suelo, roca o mezclas de suelo -agregado, la que sea aplicable.

I.N.V.E- 133: Equivalente de arena de suelos y agregados finos. Este ensayo tiene por objeto determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en los suelos o agregados finos. Es un procedimiento que se puede utilizar para lograr una correlación rápida en campo

I.N.V. E – 211: Determinaciones de terrones de arcilla y partículas deleznable en los agregados. Se refiere al determinación aproximada de los terrones de arcilla y de las partículas deleznable (friables) de los agregados

I.N.V.E-213: Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos. Este método de ensayo tiene por objeto determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada progresivamente decreciente. Este método también se puede aplicar usando mallas de laboratorio de abertura redonda, y no se empleará para agregados recuperados de mezclas asfálticas.

I.N.V. E – 214: Cantidades de material fino que pasa el tamiz de 75 µm (no.200) en los agregados. Esta norma describe el procedimiento para determinar por lavado, la cantidad de material fino que pasa que pasa el tamiz de 75 µm (no.200) en los agregados

I.N.V.E- 217: Densidad bulk (peso unitario) y porcentaje de vacíos de los agregados compactados o sueltos. Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar la densidad bulk (peso unitario) y el porcentaje de los vacíos de los agregados, ya sean finos, gruesos o una mezcla de ambos.

I.N.V.E-218: Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1½") por medio de la máquina de los ángeles. Este método se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agrega dos gruesos hasta de 37.5 mm (1½") por medio de la máquina de Los Ángeles. El método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva

I.N.V.E-222: gravedad específica y absorción de agregados finos. Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para la determinación de gravedades específicas bulk y aparente 23 /23°C (73.4/73.4°F), así como la absorción de agregados finos.

I.N.V.E-223 gravedad específica y absorción de los agregados gruesos. Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para la determinación de gravedades específicas bulk, bulk saturada y superficialmente seca y aparente, así como la absorción, después que los agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz No.4) han estado sumergidos en agua durante 15horas. Este método de ensayo no se debe aplicar a agregados pétreos livianos.

I.N.V.E-227: Porcentaje de caras fracturadas en los agregados. Esta norma describe el procedimiento para determinar el porcentaje, en masa o por conteo de una muestra de agregado grueso compuesta por partículas fracturadas que cumplen con los requisitos específicos.

I.N.V.E-240: métodos para determinar partículas planas, alargadas o planas y alargadas en agregados gruesos. Este método cubre la determinación del porcentaje de partículas planas, alargadas o planas y alargadas, en un agregado grueso

Pruebas y ensayos de laboratorio para agregados a utilizar en la construcción de pavimentos en concreto hidráulico

I.N.V.E- 122: Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) del suelo, roca y mezclas de suelo –agregado. Este método cubre la determinación de laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelo, roca, y mezclas de suelo-agregado por peso. Por simplicidad, de aquí en adelante, la palabra "material" se refiere a suelo, roca o mezclas de suelo -agregado, la que sea aplicable.

I.N.V.E- 133: Equivalente de arena de suelos y agregados finos. Este ensayo tiene por objeto determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en los suelos o agregados finos. Es un procedimiento que se puede utilizar para lograr una correlación rápida en campo

I.N.V.E-213: Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos. Este método de ensayo tiene por objeto determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada progresivamente decreciente. Este método también se puede aplicar usando mallas de laboratorio de abertura redonda, y no se empleará para agregados recuperados de mezclas asfálticas.

I.N.V.E-214: cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (no.200) en los agregados. Esta norma describe el procedimiento para determinar, por lavado, la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (No.200) en un agregado.

I.N.V.E- 217: densidad bulk (peso unitario) y porcentaje de vacíos de los agregados compactados o sueltos. Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar la densidad bulk (peso unitario) y el porcentaje de los vacíos de los agregados, ya sean finos, gruesos o una mezcla de ambos.

I.N.V.E-218: Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1½") por medio de la máquina de los ángeles. Este método se refiere al procedimiento que se debe seguir para realizar el ensayo de desgaste de los agregados gruesos hasta de 37.5 mm (1½") por medio de la máquina de Los Ángeles. El método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados, empleando la citada máquina con una carga abrasiva

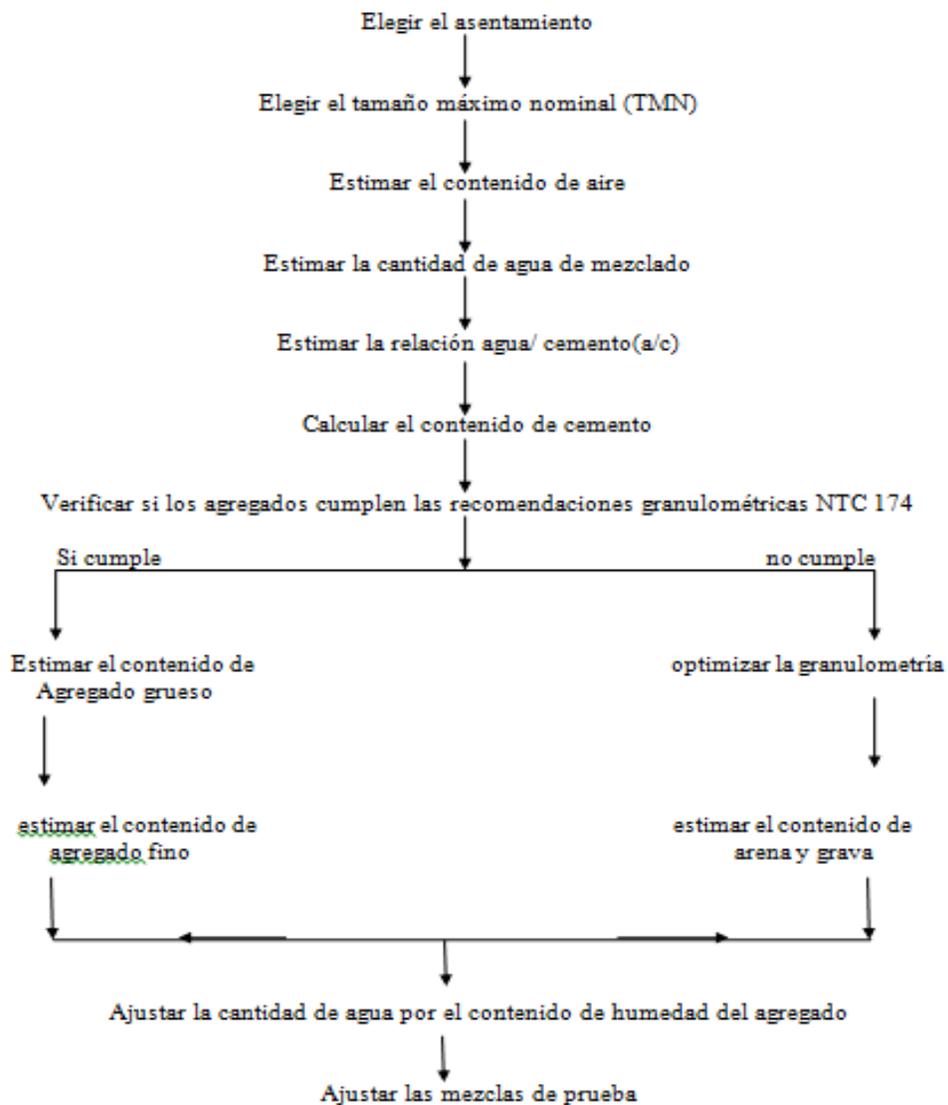
I.N.V.E-222: Gravedad específica y absorción de agregados finos. Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para la determinación de gravedades específicas bulk y aparente a 23 /23°C (73.4/73.4°F), así como la absorción de agregados finos.

I.N.V.E-223: gravedad específica y absorción de los agregados gruesos. Esta norma describe el procedimiento que se debe seguir para la determinación de gravedades específicas bulk, bulk saturada y superficialmente seca y aparente, así como la absorción, después que los agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz No.4) han estado sumergidos en agua durante 15 horas. Este método de ensayo no se debe aplicar a agregados pétreos livianos.

I.N.V.E-227: Porcentaje de caras fracturadas en los agregados. Esta norma describe el procedimiento para determinar el porcentaje, en masa o por conteo de una muestra de agregado grueso compuesta por partículas fracturadas que cumplen con los requisitos específicos.

I.N.V.E-240: métodos para determinar partículas planas, alargadas o planas y alargadas en agregados gruesos. Este método cubre la determinación del porcentaje de partículas planas, alargadas o planas y alargadas, en un agregado grueso.

Diseño de mezclas. En el siguiente diagrama se indican Pasos a seguir en un diseño de mezclas por el método gráfico:



2.8 MARCO LEGAL

2.8.1 Constitución nacional. Artículo 80: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

2.8.2 Ley 685 de 1993. Artículo 1: El presente código tiene como objetivos de interés público fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos mineros de propiedad estatal y privada; estimular estas actividades en orden a satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de los mismos y a que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un proceso integral de desarrollo sostenibles y del fortalecimiento económico y social del país.

Artículo 11. Materiales de construcción. Para todos los efectos legales se consideran materiales de construcción, los productos pétreos explotados en minas y canteras usados, generalmente, en la industria de la construcción como agregados en la fabricación de piezas de concreto, morteros, pavimentos, obras de tierra y otros productos similares. También, para los mismos efectos, son materiales de construcción, los materiales de arrastre tales como arenas, gravas y las piedras yacentes en el cauce y orillas de las corrientes de agua, vegas de inundación y otros terrenos aluviales.

2.8.3 Norma INVIAS

Normas para elaboración de ensayos de agregados a utilizar en la construcción de pavimentos concreto hidráulico

I.N.V.E-213: Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

I.N.V.E-214: Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (no.200) en los agregados

I.N.V.E-227: Porcentaje de caras fracturadas en los agregados

I.N.V.E-218: Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1½") por medio de la máquina de los ángeles

I.N.V.E-240: métodos para determinar partículas planas, alargadas o planas y alargadas en agregados gruesos

I.N.V.E-222: gravedad específica y absorción de agregados finos

I.N.V.E-223. gravedad específica y absorción de los agregados gruesos

I.N.V.E-133. Equivalente de arena de suelos y agregados finos

I.N.V.E- 217 Densidad bulk (peso unitario) y porcentaje de vacíos de los agregados compactados o sueltos

i.n.v.e- 122 Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) del suelo, roca y mezclas de suelo –agregado

I.N.V. E – 211 Determinaciones de terrones de arcilla y partículas deleznableles en los agregados

Normas para elaboración de ensayos de agregados a utilizar en la construcción de mezclas asfálticas (pavimentos flexibles)

I.N.V.E-213: Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos

I.N.V.E-214: Cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (no.200) en los agregados

I.N.V.E-227: Porcentaje de caras fracturadas en los agregados

I.N.V.E-218: Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1½") por medio de la máquina de los ángeles

I.N.V.E-240: Métodos para determinar partículas planas, alargadas o planas y alargadas en agregados gruesos

I.N.V.E-222: Gravedad específica y absorción de agregados finos

I.N.V.E-223: Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos

I.N.V.E- 133: Equivalente de arena de suelos y agregados finos

I.N.V.E- 217: Densidad bulk (peso unitario) y porcentaje de vacíos de los agregados compactados o sueltos

I.N.V.E- 122: Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) del suelo, roca y mezclas de suelo –agregado

3. DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación a realizar en este proyecto es de tipo investigativo experimental, se realizara por medio de pruebas y ensayos de laboratorio, información en libros, publicaciones en internet, artículos de congresos y publicados en revistas y demás recopilación de datos sobre el tema; se tendrá los siguientes pasos a seguir:

Estado del arte del tema a investigar.

Recopilación de información secundaria.

Diseño y aplicación del instrumento de toma de datos.

Pruebas y ensayos de laboratorios

Almacenamiento y validación de la información de campo.

Obtención, clasificación, cuantificación y comparación de los resultados.

Redacción informe final.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población. Para el desarrollo del proyecto se tomaran muestras de agregados extraídos de los bancos o canteras legalmente constituidos en el municipio de Ocaña.

3.2.2 Muestra. En el municipio de Ocaña existen dos canteras legalmente constituidas para la extracción de agregados pétreos que constituyen el 100% de la muestra. para este trabajo de grado trabajaremos con tan sola una de ellas PROVIAS E.A.T. la razón radica en que ambas canteras su fuente de extracción es la misma “RIO ALGODONAL” y por ende las características son similares, por otro lado se cuenta con el apoyo del gerente de PROVIAS S para la realización de dicho estudios y no así con los propietarios de la otra cantera. por dicha razón trabajaremos con el 50% de la muestra.

3.3 INSTRUMENTO Y DESCRIPCION DE LA INFORMACION RECOLECTADA.

Inicialmente se realizaran trabajos de campo que incluyen la toma de muestras, levantamientos de datos y observaciones de campo , posteriormente se realizaran pruebas y ensayos de laboratorio los cuales nos muestra las relaciones encontradas entre las pruebas físico, mecánicas del bancos de agregados en el municipio de Ocaña (Provias S.A). También se pretende analizar otras propiedades como la textura la cual está ligada a su origen geológico y poder estimar si las técnicas de trituración de la planta se adecuan las características de los agregados y así de esta forma poder obtener agregados de muy bien calidad, durabilidad y resistencia y que cumplan con las necesidades del mercado.

Por otro lado también evaluaremos las propiedades de los agregados desde el punto de vista de su aptitud como materiales de uso vial.

4. RECURSOS DISPONIBLES

4.1 MATERIALES

En el proyecto las herramientas para el desarrollo se disponen del laboratorio de pavimentos, computador, libros, recursos humanos, documentos e información recopilada en internet.

4.2 INSTITUCIONALES

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
Ing. Jonathan Téllez. Ingeniero Civil. Docente catedrático
UFPSO. Laboratorio de pavimentos
Grupo de Investigación GIGMA.

4.3 ANALISIS DE DATOS

4.3.1 Ensayos de laboratorio para la caracterización físico - mecánica de los agregados pétreos para concreto hidráulico.

Ensayos de laboratorio de agregado fino para concreto hidráulico.

Ensayo 1. De análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado fino para concreto hidráulico I.N.V.E-214-07.

Figura 3. procedimiento para realizar ensayo de material fino que pasa tamiz No.200



Fuente. Autores del proyecto

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

B= masa original de la muestra
 C=masa de muestra seca después de lavado
 A=porcentaje de material fino que pasa por el tamiz No.200

Tabla 10. Ensayos de análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado fino para concreto hidráulico.

ensayo No.1	
B	2524,6 gr
C	2412,9 gr
A	4,42%

ensayo No.2	
B	2512,4 gr
C	2391,3 gr
A	4,82%

ensayo No.3	
B	2490,1 gr
C	2379,1 gr
A	4,46%

ensayo No.4	
B	2487,9 gr
C	2379,6 gr
A	4,35%

promedio	
B	2503,8 gr
C	2390,7 gr
A	4,51%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 2. Análisis granulométrico de agregado fino para concreto hidráulico I.N.V.E-213-07.

Figura 4: tamizado de muestras para ensayo de granulometría



Fuente. Autores del proyecto

Figura 5. porciones de muestras retenidas en su respectivo tamiz.



Fuente. Autores del proyecto

Tabla 11. Ensayo No.1 de análisis granulométrico de agregado fino para concreto hidráulico.

ensayo No 1					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
12.5	½"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
9.5	3/8"	248,6 gr	9,85%	9,85%	90,15%
4.75	No. 4	304,2 gr	12,05%	21,90%	78,10%
2.36	No. 8	332,2 gr	13,16%	35,06%	64,94%
1.18	No. 16	417,0 gr	16,52%	51,57%	48,43%
0,6	No. 30	521,7 gr	20,66%	72,24%	27,76%
0,3	No. 50	293,9 gr	11,64%	83,88%	16,12%
0,15	No. 100	209,3 gr	8,29%	92,17%	7,83%
0	fondo	197,7 gr	7,83%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		2524,6 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 12. Ensayo No.2 de análisis granulométrico de agregado fino para concreto hidráulico.

ensayo No 2					
DIAMETRO (mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
12.5	½"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
9.5	3/8"	264,1 gr	10,51%	10,51%	89,49%
4.75	No. 4	293,8 gr	11,69%	22,21%	77,79%
2.36	No. 8	335,0 gr	13,33%	35,54%	64,46%
1.18	No. 16	423,1 gr	16,84%	52,38%	47,62%
0,6	No. 30	502,6 gr	20,00%	72,38%	27,62%
0,3	No. 50	290,6 gr	11,57%	83,95%	16,05%
0,15	No. 100	209,7 gr	8,35%	92,30%	7,70%
0	fondo	193,5 gr	7,70%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		2512,4 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 13. Ensayo No.3 de análisis granulométrico de agregado fino para concreto hidráulico.

ensayo No 3					
DIAMETRO (mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
12.5	½"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
9.5	3/8"	252,2 gr	10,13%	10,13%	89,87%
4.75	No. 4	278,4 gr	11,18%	21,31%	78,69%
2.36	No. 8	341,3 gr	13,71%	35,01%	64,99%
1.18	No. 16	428,1 gr	17,19%	52,21%	47,79%
0,6	No. 30	514,8 gr	20,67%	72,88%	27,12%
0,3	No. 50	271,9 gr	10,92%	83,80%	16,20%
0,15	No. 100	211,3 gr	8,49%	92,29%	7,71%
0	fondo	192,1 gr	7,71%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		2490,1 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 14. Ensayo No.4 de análisis granulométrico de agregado fino para concreto hidráulico.

ensayo No 4					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
12.5	½"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
9.5	3/8"	274,1 gr	11,02%	11,02%	88,98%
4.75	No. 4	278,2 gr	11,18%	22,20%	77,80%
2.36	No. 8	347,3 gr	13,96%	36,16%	63,84%
1.18	No. 16	429,1 gr	17,25%	53,41%	46,59%
0,6	No. 30	497,8 gr	20,01%	73,42%	26,58%
0,3	No. 50	285,1 gr	11,46%	84,87%	15,13%
0,15	No. 100	186,3 gr	7,49%	92,36%	7,64%
0	fondo	190,0 gr	7,64%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		2487,9 gr			

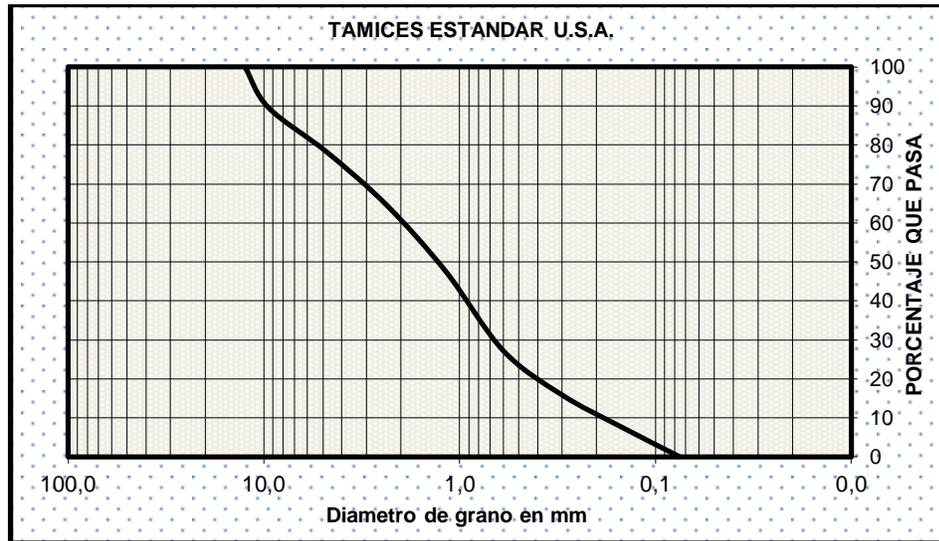
Fuente. Autores del proyecto

Tabla 15. Ensayo promedio de análisis granulométrico de agregado fino para concreto hidráulico.

promedio					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
12.5	½"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
9.5	3/8"	259,8 gr	10,37%	10,37%	89,63%
4.75	No. 4	288,7 gr	11,53%	21,90%	78,10%
2.36	No. 8	339,0 gr	13,54%	35,44%	64,56%
1.18	No. 16	424,3 gr	16,95%	52,39%	47,61%
0,6	No. 30	509,2 gr	20,34%	72,73%	27,27%
0,3	No. 50	285,4 gr	11,40%	84,12%	15,88%
0,15	No. 100	204,2 gr	8,15%	92,28%	7,72%
0	fondo	193,3 gr	7,72%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		2503,8 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Grafica 1. Curva granulométrica de agregado fino para concreto hidráulico.



**Ensayo No.3: Equivalente de arena de agregado fino para concreto hidráulico
I.N.V.E - 133 – 07**

Figura 6. Elementos para realizar ensayo de equivalente de arena



Fuente. Autores del proyecto

Figura 7. procedimiento para realizar ensayo de equivalente de arena



Fuente. Autores del proyecto

Tabla 17. Ensayo No.1 de equivalente de arena de agregado fino para concreto hidráulico.

ensayo 1			
probeta	lectura de arcilla(pulg)	lectura de arena(pulg)	equivalente de arena
probeta 1	4,7	3,6	76,60%
probeta 2	4,6	3,5	76,09%
probeta 3	4,8	3,5	72,92%
probeta 4	4,4	3,5	79,55%
promedio probetas			76,29%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 18. Ensayo No.2 de equivalente de arena de agregado fino para concreto hidráulico.

ensayo 2			
probeta	lectura de arcilla(pulg)	lectura de arena(pulg)	equivalente de arena
probeta 1	4,4	3,3	75,00%
probeta 2	4,5	3,4	75,56%
probeta 3	4,3	3,5	81,40%
probeta 4	4,5	3,2	71,11%
promedio probetas			75,77%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 19. Ensayo No.3 de equivalente de arena de agregado fino para concreto hidráulico.

ensayo 3			
probeta	lectura de arcilla(pulg)	lectura de arena(pulg)	equivalente de arena
probeta 1	4,5	3,2	71,11%
probeta 2	4,2	3,1	73,81%
probeta 3	4,6	3,2	69,57%
probeta 4	4,3	3,5	81,40%
promedio probetas			73,97%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 20. Ensayo No.4 de equivalente de arena de agregado fino para concreto hidráulico.

ensayo 4			
probeta	lectura de arcilla(pulg)	lectura de arena(pulg)	equivalente de arena
probeta 1	4,7	3,7	78,72%
probeta 2	4,4	3,3	75,00%
probeta 3	4,3	3,5	81,40%
probeta 4	4,7	3,6	76,60%
promedio probetas			77,93%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 21. Promedio de ensayos de equivalente de arena de agregado fino para concreto hidráulico.

promedio			
probeta	lectura de arcilla(pulg)	lectura de arena(pulg)	equivalente de arena
probeta 1	4,6	3,5	76,09%
probeta 2	4,4	3,3	75,00%
probeta 3	4,5	3,4	75,56%
probeta 4	4,5	3,5	77,78%
promedio total ensayos			76,11%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 4. Gravedad específica y absorción de agregado fino I.N.V.E - 222 – 07

Figura 8. Gravedad específica y absorción de agregado fi



Fuente. Autores del proyecto

Tabla 22. Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado fino para concreto hidráulico.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION(agregado fino)			
material	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
w picnómetro + agua(gr)	659,20	659,20	659,20
w muestra seca(gr)	168,20	169,40	167,20
w superf seca(gr)	173,00	175,00	172,00
w pic + agua+ arena(gr)	765,70	767,40	764,20
gravedad especifica bulk saturada y superficialmente seca(g/cm3)	2,60	2,62	2,57
gravedad especifica aparente(g/cm3)	2,73	2,77	2,69
gravedad especifica bulk(g/cm3)	2,53	2,54	2,50
absorción(%)	2,85%	3,31%	2,87%
densidad aparente (base sss)(kg/m3)	2595,00	2613,21	2560,75

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 23. Promedio de Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado fino para concreto hidráulico.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION	
material	promedio
w picnómetro + agua(gr)	659,20
w muestra seca(gr)	168,27
w superf seca(gr)	173,33
w pic + agua+ arena(gr)	765,77
gravedad especifica bulk saturada y superficialmente seca(g/cm3)	2,60
gravedad especifica aparente(g/cm3)	2,73
gravedad especifica bulk(g/cm3)	2,52
Absorción (%)	3,01%
densidad aparente (base sss)(kg/m3)	2589,65

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 5. Determinación en el laboratorio de la humedad de agregado fino para concreto hidráulico I.N.V.E - 122 – 07.

Tabla 24. Ensayos determinación en el laboratorio de la humedad de agregado fino para concreto hidráulico

	AGREGADO FINO		
	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
peso muestra húmeda (gr)	509,2	515,2	504,1
peso muestra seca (gr)	488,8	494,5	483,2
Humedad	4,17%	4,19%	4,33%
promedio	4,23%		

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 6. Densidad bulk (peso unitario) y porcentaje de vacíos de los agregados compactados o sueltos I.N.V. E – 217 – 07

PROCTOR	
altura(m)	0,165
diámetro(m)	0,15
volumen(m3)	0,00292

	AGREGADO FINO		
	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
masa suelta	4,23	4,25	4,26
masa compactado	5,22	5,29	5,25
masa unitaria suelta(kg/m3)	1451,58	1456,07	1461,97
masa unitaria compactada(kg/m3)	1791,62	1814,48	1799,51
MASA UNITARIA SUELTA(promedio)	1456,54		
MASA UNITARIA COMPACTADA(promedio)	1801,87		

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo Terrones de arcilla y partículas deleznales de agregado fino para concreto hidráulico I.N.V.E - 221 – 07

Tabla 25. Porcentajes de terrones de arcilla y partículas deleznales de agregado fino para concreto hidráulico.

PORCENTAJE TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES						
TAMIZ PASA	TAMIZ RETIENE	GRADACION ORIGINAL	PESO MUESTRA (gr)	PESO RETENIDO DESPUES DE ENSAYO (gr)	TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES	PROMEDIO
retiene 1 1/2"		0,00%	0	-	-	0,258%
1 1/2"	3/4"	0,00%	0	-	-	
3/4"	3/8"	8,31%	2078,9	2071,4	0,361%	
3/8"	No.4	10,01%	2504,2	2500,3	0,156%	
No.4	No.16	42,11%	10536,1	10400,3	1,289%	1,289%
pasa No.16		39,57%	9901,7			
w muestra (gr)			25020,9			

Fuente. Autores del proyecto

4.3.2 Ensayos de laboratorio para agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico.

Ensayo 1. De análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado grueso de TMN de 1/2" para concreto hidráulico I.N.V.E-214-07.

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

B= masa original de la muestra

C=masa de muestra seca después de lavado

A=porcentaje de material fino que pasa por el tamiz No.200

Tabla 26. Ensayos de análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

ensayo No.1		ensayo No.2		ensayo No.3	
B	3031,2 gr	B	3038,5 gr	B	3089,6 gr
C	3025,8 gr	C	3029,9 gr	C	3082,7 gr
A	0,18%	A	0,28%	A	0,22%

ensayo No.4	
B	3082,3 gr
C	3074,8 gr
A	0,24%

promedio	
B	3060,4 gr
C	3053,3 gr
A	0,23%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 2. Análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico I.N.V.E-213-07.

Tabla 27. Ensayo 1. De análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

ensayo No 1					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ+	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
63.0	2 ½ “	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
50.0	2”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
37.5	1 ½”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
25.0	1”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
19.0	¾”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
12.5	½”	1490,9 gr	49,19%	49,19%	50,81%
9.5	3/8”	1092,8 gr	36,05%	85,24%	14,76%
4.75	No. 4	436,8 gr	14,41%	99,65%	0,35%
2.36	No. 8	1,0 gr	0,03%	99,68%	0,32%
0	fondo	9,7 gr	0,32%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		3031,2 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 28. Ensayo 2. De análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

ensayo No 2					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
63.0	2 ½ “	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
50.0	2”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
37.5	1 ½”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
25.0	1”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
19.0	¾”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
12.5	½”	1367,8 gr	45,02%	45,02%	54,98%
9.5	3/8”	1195,9 gr	39,36%	84,37%	15,63%
4.75	No. 4	458,2 gr	15,08%	99,45%	0,55%
2.36	No. 8	3,4 gr	0,11%	99,57%	0,43%
0	fondo	13,2 gr	0,43%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		3038,5 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 29. Ensayo 3. de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

ensayo No 3					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
63.0	2 ½ “	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
50.0	2”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
37.5	1 ½”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
25.0	1”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
19.0	¾”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
12.5	½”	1900,1 gr	61,50%	61,50%	38,50%
9.5	3/8”	971,2 gr	31,43%	92,93%	7,07%
4.75	No. 4	203,3 gr	6,58%	99,51%	0,49%
2.36	No. 8	3,4 gr	0,11%	99,62%	0,38%
0	fondo	11,6 gr	0,38%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		3089,6 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 30. Ensayo 4 de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

ensayo No 4					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
63.0	2 ½ “	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
50.0	2”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
37.5	1 ½”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
25.0	1”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
19.0	¾”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
12.5	½”	1474,2 gr	47,83%	47,83%	52,17%
9.5	3/8”	1261,3 gr	40,92%	88,75%	11,25%
4.75	No. 4	327,6 gr	10,63%	99,38%	0,62%
2.36	No. 8	4,4 gr	0,14%	99,52%	0,48%
0	fondo	14,8 gr	0,48%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		3082,3 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 31. Ensayo promedio de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

promedio					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
63.0	2 ½ “	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
50.0	2”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
37.5	1 ½”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
25.0	1”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
19.0	¾”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
12.5	½”	1558,3 gr	50,92%	50,92%	49,08%
9.5	3/8”	1130,3 gr	36,93%	87,85%	12,15%
4.75	No. 4	356,5 gr	11,65%	99,50%	0,50%
2.36	No. 8	3,1 gr	0,10%	99,60%	0,40%
0	fondo	12,3 gr	0,40%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		3060,4 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Grafica 2. Curva granulométrica de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

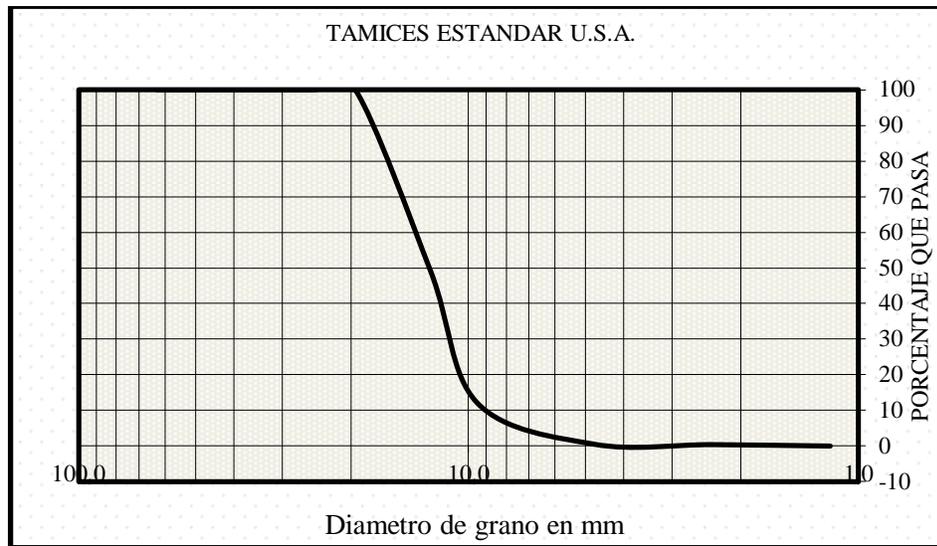


Tabla 32. Clasificación de suelos de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

c. unifor , curvatura	
D10=	9
D30=	12
D60=	14
Cu	1,56
Cc	1,14

masa en %	
Grava	99,50%
Arena	0,27%
Finos	0,23%

clasificación	
AASHTO	A-1a
SUCS	GP

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 3. Gravedad específica y absorción de agregado grueso de TMN ½” para concreto hidráulico I.N.V.E - 223 – 07.

Figura 9. Gravedad específica y absorción de agregado grueso de TMN ½” para concreto hidráulico



Fuente. Autores del proyecto

Tabla 33. Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado grueso de TMN ½” para concreto hidráulico.

GRAVEDAD ESPECIFICAY ABSORCION(agregado grueso 1/2")			
material	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
peso saturado superficialmente seco(gr)	2292	2281	2288,6
peso sumergido mat + peso tamiz(gr)	2551,3	2546,1	2548,1
peso tamiz sumergido(gr)	559,4	559,4	559,4
peso seco(gr)	2253,8	2244,2	2247,9
peso sumergido(gr)	1432,5	1427,3	1429,3
gravedad especifica bulk(g/cm3)	2,62	2,63	2,62
gravedad especifica bulk sss(g/cm3)	2,67	2,67	2,66
gravedad especifica aparente(g/cm3)	2,74	2,75	2,75
Absorción(%)	1,69%	1,64%	1,81%
densidad aparente (base sss)(kg/m3)	2660,00	2665,22	2656,67

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 34. Promedio de Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado grueso de TMN ½” para concreto hidráulico.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION	
material	promedio
peso saturado superficialmente seco(gr)	2287,20
peso sumergido mat + peso tamiz(gr)	2548,50
peso tamiz sumergido(gr)	559,40
peso seco(gr)	2248,63
peso sumergido(gr)	1429,70
gravedad especifica bulk(g/cm ³)	2,62
gravedad especifica bulk sss(g/cm ³)	2,67
gravedad especifica aparente(g/cm ³)	2,75
Absorción (%)	1,72%
densidad aparente (base sss)(kg/m ³)	2660,63

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 4. Determinación en el laboratorio de la humedad de agregado fino para concreto hidráulico I.N.V.E - 122 – 07.

Tabla 35. Ensayos determinación en el laboratorio de la humedad de agregado grueso de TMN ½” para concreto hidráulico.

	AGREGADO GRUESO 1/2"		
	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
peso muestra húmeda	1234,3	1245,6	1256,3
peso muestra seca	1227,6	1238	1249,6
Humedad	0,55%	0,61%	0,54%
promedio	0,57%		

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 5. Densidad bulk (peso unitario) y porcentaje de vacíos de los agregados compactados o sueltos I.N.V. E – 217 – 07

Tabla 36. Densidad bulk (peso unitario) y porcentaje de vacíos de los agregados compactados o sueltos I.N.V. E – 217 – 07

PROCTOR	
altura(m)	0,165
diámetro(m)	0,15
volumen(m3)	0,00292

	AGREGADO GRUESO 1/2"		
	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
masa suelta	4,29	4,27	4,31
masa compactado	4,84	4,84	4,84
masa unitaria suelta(kg/m3)	1470,68	1463,83	1476,55
masa unitaria compactada(kg/m3)	1660,68	1659,74	1661,61
MASA UNITARIA SUELTA(promedio)	1470,35		
MASA UNITARIA COMPACTADA(promedio)	1660,68		

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 6. Terrones de arcilla y partículas deleznable agregado grueso de TMN de ½” I.N.V.E - 221 – 07 para concreto hidráulico.

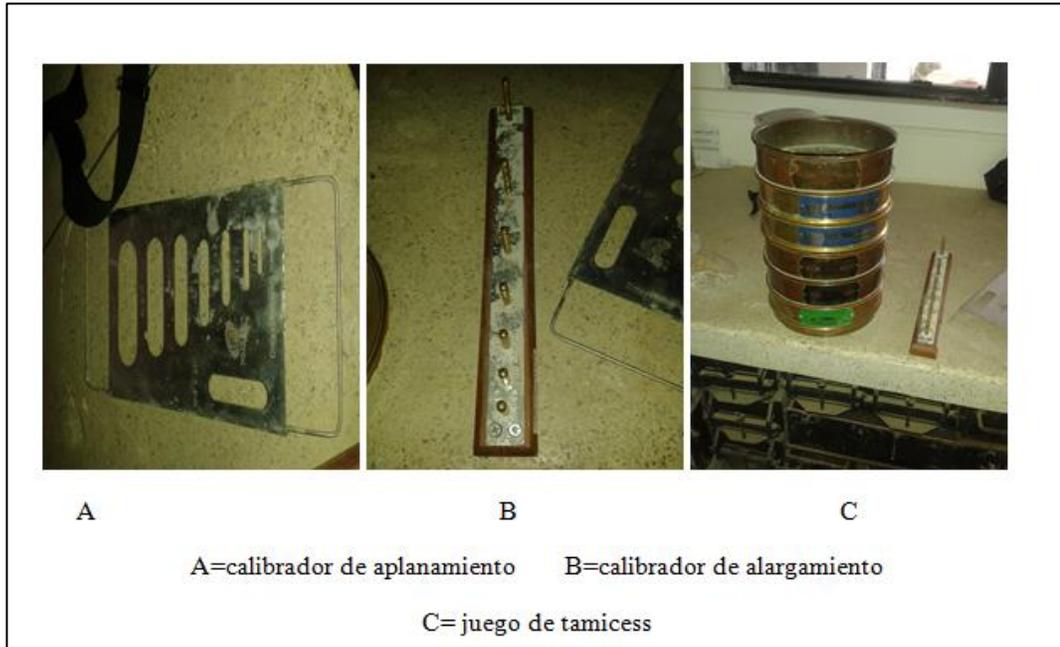
Tabla 37. Porcentajes de terrones de arcilla y partículas deleznable

PORCENTAJE TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES						
TAMIZ PASA	TAMIZ RETIENE	GRADACION ORIGINAL	PESO MUESTRA (gr)	PESO RETENIDO DESPUES DE ENSAYO (gr)	TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES	PROMEDIO
-	1 1/2"	0,00%	0	-	-	0,174%
1 1/2"	3/4"	0,00%	0	-	-	
3/4"	3/8"	87,55%	8018,7	8015,6	0,039%	
3/8"	No.4	11,99%	1098,3	1094,9	0,310%	1,418%
No.4	No.16	0,46%	42,3	41,7	1,418%	
W MUESTRA			9159,3			

Fuente. Autores del proyecto

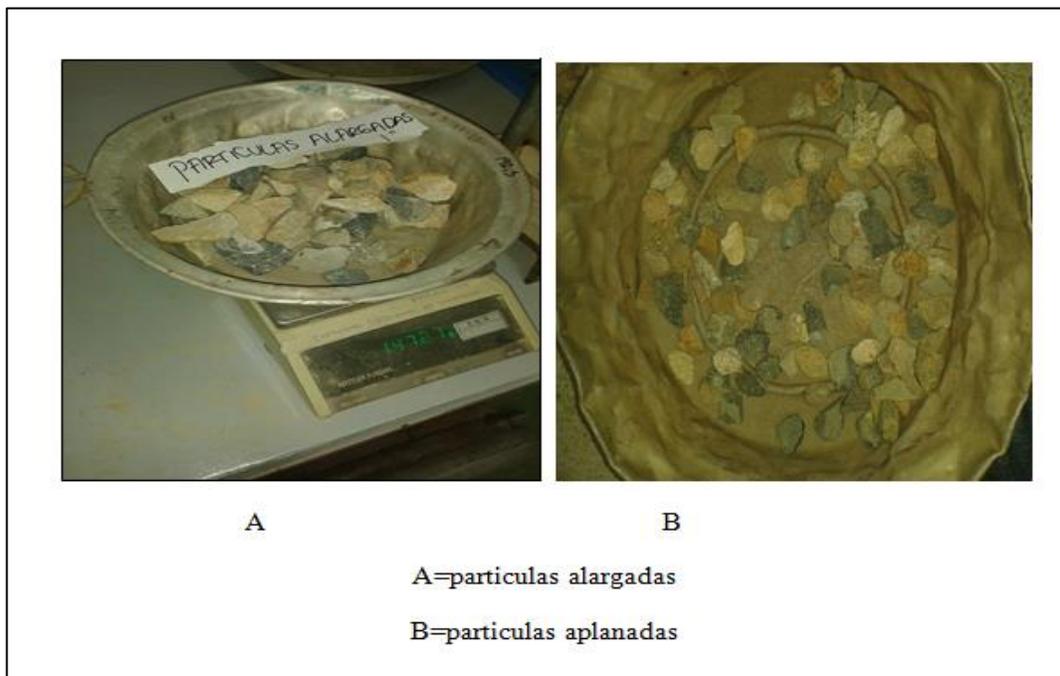
Ensayo 7. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico I.N.V. E – 230 – 07.

Figura 10. Elementos para realizar ensayo de alargamiento y aplanamiento



Fuente. Autores del proyecto

Figura 11. Partículas planas y alargadas



Fuente. Autores del proyecto

Tabla 38. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

ensayo 1								
TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		#PARTICULAS	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1"	7854	48,32%	OK	212	1472,8	956,9	18,75%	12,18%
3/4"	6021,1	37,04%	OK	308	868,9	1517,9	14,43%	25,21%
1/2"	1728,2	10,63%	OK	253	298,6	612,8	17,28%	35,46%
3/8"	221,4	1,36%	NO	-	-	-	-	-
1/4"	111	0,68%	NO	-	-	-	-	-
pasa 1/4"	319,1	1,96%	NO	-	-	-	-	-
peso total	16255							

% pesos usados	95,99%
índice aplanamiento	16,92%
índice alargamiento	19,79%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 39. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

ensayo 2								
TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		#PARTICULAS	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1"	9111,7	56,06%	OK	246	1725	846,6	18,93%	9,29%
3/4"	5166,3	31,78%	OK	313	644,7	1719	12,48%	33,27%
1/2"	1411	8,68%	OK	220	232	546,8	16,44%	38,75%
3/8"	100,2	0,62%	NO	-	-	-	-	-
1/4"	25,6	0,16%	NO	-	-	-	-	-
pasa 1/4"	101,3	0,62%	NO	-	-	-	-	-
peso total	15916,1							

% pesos usados	96,52%
índice aplanamiento	16,58%
índice alargamiento	19,84%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 40. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

ensayo 3								
TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		#PARTICULAS	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1"	10000,13	61,52%	OK	257	1645	900,5	16,45%	9,00%
3/4"	5100,2	31,38%	OK	309	701,6	1745	13,76%	34,21%
1/2"	1312,6	8,08%	OK	201	221	601,3	16,84%	45,81%
3/8"	123,6	0,76%	NO	-	-	-	-	-
1/4"	16	0,10%	NO	-	-	-	-	-
pasa 1/4"	78,1	0,48%	NO	-	-	-	-	-
peso total	16630,63							

% pesos usados	100,97%
índice aplanamiento	15,64%
índice alargamiento	19,78%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 41. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

ensayo 4								
TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		#PARTICULAS	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1"	9300,8	57,22%	OK	234	1490,8	1100,8	16,03%	11,84%
3/4"	4980,7	30,64%	OK	294	500,7	1578	10,05%	31,68%
1/2"	1487,9	9,15%	OK	207	176	564	11,83%	37,91%
3/8"	176,9	1,09%	NO	-	-	-	-	-
1/4"	35,9	0,22%	NO	-	-	-	-	-
pasa 1/4"	134,9	0,83%	NO	-	-	-	-	-
peso total	16117,1							

% pesos usados	97,01%
índice aplanamiento	13,74%
índice alargamiento	20,56%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 42. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

promedio								
TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		#PARTICULAS	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1"	9066,658	55,78%	OK	237	1583,4	951,2	17,46%	10,49%
3/4"	5317,075	32,71%	OK	306	678,975	1639,98	12,77%	30,84%
1/2"	1484,925	9,14%	OK	220	231,9	581,225	15,62%	39,14%
3/8"	155,525	0,96%	NO	-	-	-	-	-
1/4"	47,125	0,29%	NO	-	-	-	-	-
pasa 1/4"	158,35	0,97%	NO	-	-	-	-	-
peso total	16229,66							

% pesos usados	97,62%
Índice aplanamiento	15,72%
Índice alargamiento	19,99%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 8. Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5mm (1 1/2") por medio de la máquina de los ángeles

Tipo de granulometría = **B**

Cantidad de esfera = **11**

Ensayo de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones para agregados de TMN ½” para concreto hidráulico.

Figura 12. Máquina de los ángeles.



Maquina de los angeles

Fuente. Autores del proyecto

Figura 13. Realización de ensayo de desgaste en máquina de los ángeles.



Fuente. Autores del proyecto

Tabla 43. Ensayos de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

tamiz		ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3	ensayo 4
pasa	retenido				
3/4"	1/2"	2501,2 gr	2500,0 gr	2500,6 gr	2500,0 gr
1/2"	3/8"	2500,3 gr	2501,1 gr	2500,0 gr	2501,5 gr
masa antes del ensayo(P1)		5001,5 gr	5001,1 gr	5000,6 gr	5001,5 gr
masa después del ensayo(P2)		3501,7 gr	3445,2 gr	3516,2 gr	3497,1 gr
% Desgaste a 500 rpm (P1-P2)/P1 * 100		29,99%	31,11%	29,68%	30,08%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 44. promedio de Ensayos de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico.

tamiz		promedio
pasa	retenido	
1 1/2"	1"	2500,5 gr
1"	3/4"	2500,7 gr
masa antes del ensayo(P1)		5001,2 gr
masa después del ensayo(P2)		3490,1 gr
% Desgaste a 500 rpm (P1-P2)/P1 * 100		30,22%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo No.9. Porcentaje de caras fracturadas de agregado grueso de TMN de ½” para concreto hidráulico I.N.V.E-227-07

Figura 14. Material seleccionado en caras fracturadas, dudosas y no fracturadas



Fuente. Autores del proyecto

Tabla 45. Ensayo No.1 caras fracturadas de los agregados de TMN de ½” para concreto hidráulico.

Ensayo 1	
----------	--

Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	810,3 gr
Caras fracturadas (F)	740,9 gr
Caras no fracturadas (N)	22,7 gr
Caras Dudosas (Q)	46,7 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	94,32%

Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	810,3 gr
Caras fracturadas (F)	708,2 gr
Caras no fracturadas (N)	35,6 gr
Caras Dudosas (Q)	66,5 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	91,50%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 46. Ensayo No.2 caras fracturadas de los agregados de TMN de ½” para concreto hidráulico.

Ensayo 2	
Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	859,5 gr
Caras fracturadas (F)	769,3 gr
Caras no fracturadas (N)	34,7 gr
Caras Dudosas (Q)	55,5 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2]/(F+Q+N) \cdot 100$	92,73%
Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	859,5 gr
Caras fracturadas (F)	726,3 gr
Caras no fracturadas (N)	56,8 gr
Caras Dudosas (Q)	76,4 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2]/(F+Q+N) \cdot 100$	88,95%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 47. Ensayo No.3 caras fracturadas de los agregados de TMN de ½” para concreto hidráulico.

Ensayo 3	
Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	798,4 gr
Caras fracturadas (F)	718,6 gr
Caras no fracturadas (N)	24,8 gr
Caras Dudosas (Q)	55,0 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2]/(F+Q+N) \cdot 100$	93,45%
Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	798,4 gr
Caras fracturadas (F)	684,3 gr
Caras no fracturadas (N)	37,6 gr
Caras Dudosas (Q)	76,5 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2]/(F+Q+N) \cdot 100$	90,50%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 48. Ensayo No.4 caras fracturadas de los agregados de TMN de ½” para concreto hidráulico.

Ensayo 4	
Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	845,1 gr
Caras fracturadas (F)	766,2 gr
Caras no fracturadas (N)	30,2 gr
Caras Dudosas (Q)	48,7 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	93,55%

Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	845,1 gr
Caras fracturadas (F)	747,1 gr
Caras no fracturadas (N)	43,7 gr
Caras Dudosas (Q)	54,3 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	91,62%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 49. Ensayo promedio caras fracturadas de los agregados de TMN de ½” para concreto hidráulico.

promedio	
Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	828,3 gr
Caras fracturadas (F)	748,8 gr
Caras no fracturadas (N)	28,1 gr
Caras Dudosas (Q)	51,5 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	93,50%
Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	828,3 gr
Caras fracturadas (F)	716,5 gr
Caras no fracturadas (N)	43,4 gr
Caras Dudosas (Q)	68,4 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	90,63%

Fuente. Autores del proyecto

4.3.3 Ensayos de laboratorio para agregado grueso de tmn de 1” para concreto hidráulico.

Ensayo 1. De análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico I.N.V.E-214-07.

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

B= masa original de la muestra

C=masa de muestra seca después de lavado

A=porcentaje de material fino que pasa por el tamiz No.200

Tabla 50. Ensayos de análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

ensayo No.1	
B	10737,4 gr
C	10722,4 gr
A	0,14%

ensayo No.2	
B	10421,2 gr
C	10413,7 gr
A	0,07%

ensayo No.3	
B	10404,4 gr
C	10393,6 gr
A	0,10%

ensayo No.4	
B	10448,5 gr
C	10440,3 gr
A	0,08%

promedio de
ensayos

ensayo No.1	
B	10502,9 gr
C	10492,5 gr
A	0,10%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo.2. Análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico I.N.V.E-213-07.

Tabla 51. Ensayo No.1 de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

ensayo No 1					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ+	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
63.0	2 ½ “	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
50.0	2”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
37.5	1 ½”	130,4 gr	1,21%	1,21%	98,79%
25.0	1”	5621,8 gr	52,36%	53,57%	46,43%
19.0	¾”	3932,7 gr	36,63%	90,20%	9,80%
12.5	½”	1003,5 gr	9,35%	99,54%	0,46%
9.5	3/8”	13,3 gr	0,12%	99,67%	0,33%
4.75	No. 4	5,9 gr	0,05%	99,72%	0,28%
2.36	No. 8	4,2 gr	0,04%	99,76%	0,24%
0,075	No. 200	25,6 gr	0,24%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		10737,4 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 52. Ensayo No.2 de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

ensayo No 2					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
63.0	2 ½ “	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
50.0	2”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
37.5	1 ½”	563,3 gr	5,41%	5,41%	94,59%
25.0	1”	4941,4 gr	47,42%	52,82%	47,18%
19.0	¾”	3723,1 gr	35,73%	88,55%	11,45%
12.5	½”	1117,1 gr	10,72%	99,27%	0,73%
9.5	3/8”	49,9 gr	0,48%	99,75%	0,25%
4.75	No. 4	7,5 gr	0,07%	99,82%	0,18%
2.36	No. 8	4,1 gr	0,04%	99,86%	0,14%
0,075	No. 200	14,8 gr	0,14%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		10421,2 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 53. Ensayo No.3 de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

ensayo No 3					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
63.0	2 ½ “	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
50.0	2”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
37.5	1 ½”	190,1 gr	1,82%	1,82%	98,18%
25.0	1”	4928,4 gr	47,21%	49,03%	50,97%
19.0	¾”	3927,9 gr	37,62%	86,65%	13,35%
12.5	½”	1322,4 gr	12,67%	99,31%	0,69%
9.5	3/8”	40,8 gr	0,39%	99,70%	0,30%
4.75	No. 4	11,0 gr	0,11%	99,81%	0,19%
2.36	No. 8	3,5 gr	0,03%	99,84%	0,16%
0,075	No. 200	16,3 gr	0,16%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		10440,4 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 54. Ensayo No.4 de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

ensayo No 4					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
63.0	2 ½ “	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
50.0	2”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
37.5	1 ½”	243,0 gr	2,33%	2,33%	97,67%
25.0	1”	5180,6 gr	49,58%	51,91%	48,09%
19.0	¾”	3830,2 gr	36,66%	88,57%	11,43%
12.5	½”	1137,1 gr	10,88%	99,45%	0,55%
9.5	3/8”	30,7 gr	0,29%	99,74%	0,26%
4.75	No. 4	7,3 gr	0,07%	99,81%	0,19%
2.36	No. 8	3,5 gr	0,03%	99,85%	0,15%
0,075	No. 200	16,1 gr	0,15%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		10448,5 gr			

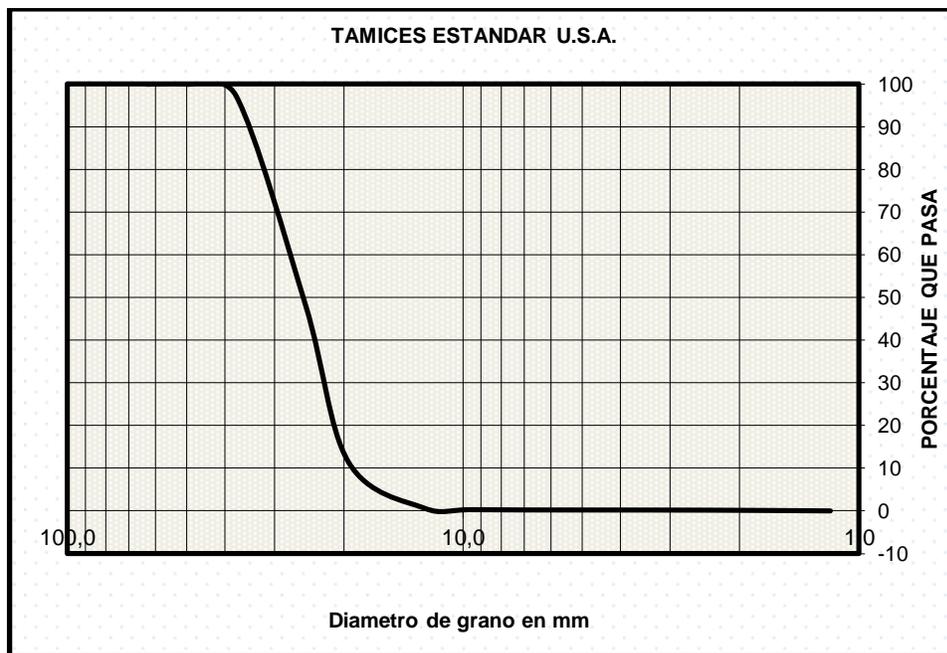
Fuente. Autores del proyecto

Tabla 55. Promedio de ensayos de análisis granulométrico de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

promedio					
DIAMETRO (mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
63.0	2 ½ “	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
50.0	2”	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
37.5	1 ½”	281,7 gr	2,68%	2,68%	97,32%
25.0	1”	5168,1 gr	49,16%	51,84%	48,16%
19.0	¾”	3853,5 gr	36,66%	88,50%	11,50%
12.5	½”	1145,0 gr	10,89%	99,39%	0,61%
9.5	3/8”	33,7 gr	0,32%	99,72%	0,28%
4.75	No. 4	7,9 gr	0,08%	99,79%	0,21%
2.36	No. 8	3,8 gr	0,04%	99,83%	0,17%
0,075	No. 200	18,2 gr	0,17%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		10511,9 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Grafica 3. Curva granulométrica de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.



Fuente. Autores del proyecto

Tabla 56. Clasificación de suelos de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

c. unifor , curvatura	
D10=	19
D30=	23
D60=	28
Cu	1,47
Cc	0,99

	masa en %
grava	99,79%
arena	0,21%
finos	0,00%

clasificación	
AASHTO	A-1a
SUCS	GP

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 3. Gravedad específica y absorción de agregado grueso 1” I.N.V.E - 222 – 07

Tabla 57. Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado grueso 1”

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION(agregado grueso 1")			
material	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
peso saturado superficialmente seco(gr)	4328,2	4313,6	4317,5
peso sumergido mat + peso tamiz(gr)	3851,1	3847,5	3840,4
peso tamiz sumergido(gr)	559,4	559,4	559,4
peso seco(gr)	4281,3	4273,8	4276
peso sumergido(gr)	2732,3	2728,7	2721,6
gravedad especifica bulk(g/cm3)	2,68	2,71	2,70
gravedad especifica bulk sss(g/cm3)	2,71	2,72	2,71
gravedad especifica aparente(g/cm3)	2,76	2,77	2,75
Absorción(%)	1,10%	0,93%	0,97%
densidad aparente (base sss)(kg/m3)	2705,29	2714,88	2698,61

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 58. Promedio de Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado grueso 1”

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION	
material	promedio
peso saturado superficialmente seco(gr)	4319,77
peso sumergido mat + peso tamiz(gr)	3846,33
peso tamiz sumergido(gr)	559,40
peso seco(gr)	4277,03
peso sumergido(gr)	2727,53
gravedad específica bulk(g/cm3)	2,70
gravedad específica bulk sss(g/cm3)	2,71
gravedad específica aparente(g/cm3)	2,76
absorción(%)	1,00%
densidad aparente (base sss)(kg/m3)	2706,26

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo .4: Determinación en el laboratorio de la humedad de agregado fino para concreto hidráulico I.N.V.E - 122 – 07.

Tabla 59. Ensayos determinación en el laboratorio de la humedad de agregado grueso de TMN 1” para concreto hidráulico.

	AGEGADO GRUESO 1"		
	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
peso muestra húmeda	1236,3	1244,4	1253,5
peso muestra seca	1231	1238,7	1248,1
Humedad	0,43%	0,46%	0,43%
promedio	0,44%		

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 5: densidad bulk (peso unitario) y porcentaje de vacíos de los agregados compactados o sueltos I.N.V. E – 217 – 07



PROCTOR	
altura(m)	0,165
diametro(m)	0,15
volumen(m3)	0,00292

	AGREGADO GRUESO 1"		
	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
masa suelta	4,24	4,18	4,20
masa compactado	4,79	4,74	4,80
masa unitaria suelta(kg/m3)	1452,74	1432,47	1439,95
masa unitaria compactada(kg/m3)	1641,41	1624,77	1645,18
MASA UNITARIA SUELTA(promedio)	1441,72		
MASA UNITARIA COMPACTADA(promedio)	1637,12		

Ensayo 6: Terrones de arcilla y partículas deleznales de agregado grueso de TMN de 1" para concreto hidráulico I.N.V.E - 221 – 07.

Tabla 60. Porcentajes de terrones de arcilla y partículas deleznales de agregados grueso de TMN de 1" para concreto hidráulico.

PORCENTAJE TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES						
TAMIZ PASA	TAMIZ RETIENE	GRADACION ORIGINAL (gr)	PESO MUESTRA (gr)	PESO RETENIDO DESPUES DE ENSAYO (gr)	TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES	PROMEDIO
-	1 1/2"	2,68%	563,4	-	-	0,067%
1 1/2"	3/4"	85,82%	18043,05	18039,7	0,019%	
3/4"	3/8"	11,21%	2357,4	2354,7	0,115%	
3/8"	No.4	0,08%	15,85	-	-	1,362%
No.4	No.16	0,21%	44,05	43,45	1,362%	
W MUESTRA			21023,75			

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 7: índice de aplanamiento y de alargamiento de los agregados para carreteras I.N.V. E – 230 – 07

Tabla 61. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

ensayo 1								
TAMI Z	PESO RETENID O (gr)	% RETENID O		#PARTICULA S	PESO P. APLANADA S (gr)	PESO P. ALARGADA S (gr)	% P. APLANADA S	% P. ALARGADA S
1/2"	1349,75	47,27%	OK	514	381,93	161,65	28,30%	11,98%
3/8"	1082,08	37,89%	OK	514	171,25	353,1	15,83%	32,63%
1/4"	416,31	14,58%	OK	424	141,34	37,31	33,95%	8,96%
pasa 1/4"	7,46	0,26%	NO	-	-	-	-	-
peso total	2855,6							

% pesos usados	99,74%
índice aplanamiento	24,39%
índice alargamiento	19,38%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 62. Ensayo No 2. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

ensayo 2								
TAMI Z	PESO RETENI DO (gr)	% RETENI DO		#PARTICUL AS	PESO P. APLANAD AS (gr)	PESO P. ALARGAD AS (gr)	% P. APLANAD AS	% P. ALARGAD AS
1/2"	1220,7	42,75%	OK	497	342	187	28,02%	15,32%
3/8"	1189,3	41,65%	OK	504	176	301,7	14,80%	25,37%
1/4"	335,7	11,76%	OK	411	123,9	20,8	36,91%	6,20%
pasa 1/4"	20,6	0,72%	NO	-	-	-	-	-
peso total	2766,3							

% pesos usados	96,15%
índice aplanamiento	23,38%
índice alargamiento	18,56%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 63. Ensayo No 3. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

ensayo 3								
TAM IZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		#PARTICULAS	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1/2"	1456,7	51,01%	OK	512	389,6	234	26,75%	16,06%
3/8"	1000,5	35,04%	OK	489	200,1	348,8	20,00%	34,86%
1/4"	356,8	12,49%	OK	390	159,6	46,7	44,73%	13,09%
pasa 1/4"	38	1,33%	NO	-	-	-	-	-
peso total	2852							

% pesos usados	98,54%
índice aplanamiento	26,63%
índice alargamiento	22,37%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 64. Ensayo No 4. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

ensayo 4								
TAM IZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		#PARTICULAS	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1/2"	1258,9	44,09%	OK	489	434	221	34,47%	17,56%
3/8"	1290	45,17%	OK	530	187,9	387,9	14,57%	30,07%
1/4"	245,8	8,61%	OK	346	123,5	32,2	50,24%	13,10%
pasa 1/4"	51	1,79%	NO	-	-	-	-	-
peso total	2845,7							

% pesos usados	97,87%
Índice aplanamiento	26,67%
Índice alargamiento	22,94%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 65. Promedio de ensayos de Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

promedio								
TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		#PARTICULAS	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1/2"	1321,513	46,28%	OK	503	386,8825	200,9125	29,28%	15,20%
3/8"	1140,47	39,94%	NO	509	183,8125	347,875	16,12%	30,50%
1/4"	338,6525	11,86%	NO	393	137,085	34,2525	40,48%	10,11%
pasa 1/4"	29,265	1,02%	NO	-	-	-	-	-
peso total	2829,9							

% pesos usados	98,08%
Índice aplanamiento	25,27%
Índice alargamiento	20,82%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo.8. Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5mm (1 1/2") por medio de la máquina de los ángeles (1")

Tipo de granulometría =A

Cantidad de esfera = 12

Ensayo de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

Tabla 66. Ensayos de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones de agregado grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico.

tamiz		ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3	ensayo 4
pasa	retenido				
1 1/2"	1"	1669,0 gr	1668,2 gr	1669,0 gr	1667,0 gr
1"	3/4"	1667,8 gr	1667,0 gr	1666,3 gr	1667,1 gr
3/4"	1/2"	1669,2 gr	1670,0 gr	1669,4 gr	1668,2 gr
masa antes del ensayo(P1)		5006,0 gr	5005,2 gr	5004,7 gr	5002,3 gr
masa después del ensayo(P2)		3782,2 gr	3537,1 gr	3710,2 gr	3567,3 gr
% Desgaste a 500 rpm (P1-P2)/P1 * 100		24,45%	29,33%	25,87%	28,69%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 67. promedio de Ensayos de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones de agregado grueso 1”

tamiz		promedio
pasa	retenido	
1 1/2"	1"	1668,3 gr
1"	3/4"	1667,1 gr
3/4"	1/2"	1669,2 gr
masa antes del ensayo(P1)		5004,6 gr
masa después del ensayo(P2)		3649,2 gr
% Desgaste a 500 rpm (P1-P2)/P1 * 100		27,08%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo.9. Porcentaje de caras fracturadas en los agregados grueso de TMN de 1” para concreto hidráulico I.N.V.E-227-07.

Tabla 68. Ensayo No.1 de caras fracturadas de los agregados de TMN de 1” para concreto hidráulico.

Ensayo 1

Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	3485,1 gr
Caras fracturadas (F)	3096,8 gr
Caras no fracturadas (N)	167,6 gr
Caras Dudadas (Q)	220,7 gr
% Caras fracturadas (P) P =[(F+Q/2)/(F+Q+N)].100	92,02%

Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	3485,1 gr
Caras fracturadas (F)	2846,4 gr
Caras no fracturadas (N)	208,7 gr
Caras Dudadas (Q)	430,0 gr
% Caras fracturadas (P) P =[(F+Q/2)/(F+Q+N)].100	87,84%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 69. Ensayo No.1 de caras fracturadas de los agregados de TMN de 1” para concreto hidráulico.

Ensayo 2

Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	3073,2 gr
Caras fracturadas (F)	2749,1 gr
Caras no fracturadas (N)	145,6 gr
Caras Dudosas (Q)	178,5 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	92,36%

Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	3073,2 gr
Caras fracturadas (F)	2639,8 gr
Caras no fracturadas (N)	178,4 gr
Caras Dudosas (Q)	255,0 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	90,05%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 70. Ensayo No.1 de caras fracturadas de los agregados de TMN de 1” para concreto hidráulico.

Ensayo 3

Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	3196,2 gr
Caras fracturadas (F)	2896,4 gr
Caras no fracturadas (N)	132,6 gr
Caras Dudosas (Q)	168,2 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	93,22%

Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	3196,2 gr
Caras fracturadas (F)	2798,6 gr
Caras no fracturadas (N)	171,9 gr
Caras Dudosas (Q)	225,7 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	91,09%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 71. Ensayo No.1 de caras fracturadas de los agregados de TMN de 1” para concreto hidráulico.

Ensayo 4	
Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	3256,2 gr
Caras fracturadas (F)	2901,6 gr
Caras no fracturadas (N)	200,5 gr
Caras Dudosas (Q)	154,1 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2]/(F+Q+N) \cdot 100$	91,48%
Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	3256,2 gr
Caras fracturadas (F)	2789,1 gr
Caras no fracturadas (N)	253,6 gr
Caras Dudosas (Q)	213,5 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2]/(F+Q+N) \cdot 100$	88,93%

Tabla 72. Ensayo No.1 de caras fracturadas de los agregados de TMN de 1” para concreto hidráulico.

promedio	
Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	3252,7 gr
Caras fracturadas (F)	2911,0 gr
Caras no fracturadas (N)	161,6 gr
Caras Dudosas (Q)	180,4 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2]/(F+Q+N) \cdot 100$	92,26%
Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	3252,7 gr
Caras fracturadas (F)	2768,5 gr
Caras no fracturadas (N)	203,2 gr
Caras Dudosas (Q)	281,1 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2]/(F+Q+N) \cdot 100$	89,43%

Fuente. Autores del proyecto

4.4 ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LA CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS PARA MEZCLAS ASFALTICAS.

Ensayo 1: de análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 de agregados para mezclas asfálticas I.N.V.E-214-07.

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

B= masa original de la muestra

C=masa de muestra seca después de lavado

A=porcentaje de material fino que pasa por el tamiz No.200

Tabla 73. Ensayos de análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregados para mezclas asfálticas.

ensayo No.1	
B	2976,1 gr
C	2818,8 gr
A	5,29%

ensayo No.2	
B	2974,5 gr
C	2817,1 gr
A	5,29%

ensayo No.3	
B	2956,2 gr
C	2782,1 gr
A	5,89%

ensayo No.1	
B	2978,3 gr
C	2816,9 gr
A	5,42%

promedio de ensayos	
B	2971,3 gr
C	2808,7 gr
A	5,47%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 2: Análisis granulométrico de agregados para mezclas asfálticas I.N.V.E-213-07.

Tabla 74. Ensayos No.1 de granulometría en agregados para mezclas asfálticas

ensayo No 1					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ+	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
19	3/4"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
12,5	1/2"	253,8 gr	8,53%	8,53%	91,47%
9,5	3/8"	370,7 gr	12,46%	20,98%	79,02%
4,75	No. 4	740,9 gr	24,89%	45,88%	54,12%
2	No. 10	662,3 gr	22,25%	68,13%	31,87%
0,43 mm	No. 40	523,5 gr	17,59%	85,72%	14,28%
0,18	No. 80	151,9 gr	5,10%	90,83%	9,17%
0,075	No. 200	100,9 gr	3,39%	94,22%	5,78%
0	fondo	172,1 gr	5,78%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		2976,1 gr			

Fuente. Autores del proyecto**Tabla 75.** Ensayos No.2 de granulometría en agregados para mezclas asfálticas

ensayo No 2					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
19	3/4"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
12,5	1/2"	357,6 gr	12,02%	12,02%	87,98%
9,5	3/8"	348,9 gr	11,73%	23,75%	76,25%
4,75	No. 4	715,6 gr	24,06%	47,81%	52,19%
2	No. 10	666,2 gr	22,40%	70,21%	29,79%
0,43 mm	No. 40	488,1 gr	16,41%	86,62%	13,38%
0,18	No. 80	147,3 gr	4,95%	91,57%	8,43%
0,075	No. 200	85,1 gr	2,86%	94,43%	5,57%
0	fondo	165,7 gr	5,57%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		2974,5 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 76. Ensayos No.3 de granulometría en agregados para mezclas asfálticas

ensayo No 3					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
19	3/4"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
12,5	1/2"	294,0 gr	9,95%	9,95%	90,05%
9,5	3/8"	374,6 gr	12,67%	22,62%	77,38%
4,75	No. 4	670,5 gr	22,68%	45,30%	54,70%
2	No. 10	597,6 gr	20,22%	65,51%	34,49%
0,43 mm	No. 40	555,0 gr	18,77%	84,29%	15,71%
0,18	No. 80	179,2 gr	6,06%	90,35%	9,65%
0,075	No. 200	101,1 gr	3,42%	93,77%	6,23%
0	fondo	184,2 gr	6,23%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		2956,2 gr			

Fuente. Autores del proyecto**Tabla77.** Ensayos No.4 de granulometría en agregados para mezclas asfálticas

ensayo No 4					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
19	3/4"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
12,5	1/2"	346,7 gr	11,64%	11,64%	88,36%
9,5	3/8"	388,4 gr	13,04%	24,68%	75,32%
4,75	No. 4	701,2 gr	23,54%	48,23%	51,77%
2	No. 10	532,5 gr	17,88%	66,10%	33,90%
0,43 mm	No. 40	581,0 gr	19,51%	85,61%	14,39%
0,18	No. 80	164,6 gr	5,53%	91,14%	8,86%
0,075	No. 200	99,0 gr	3,32%	94,46%	5,54%
0	fondo	164,9 gr	5,54%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		2978,3 gr			

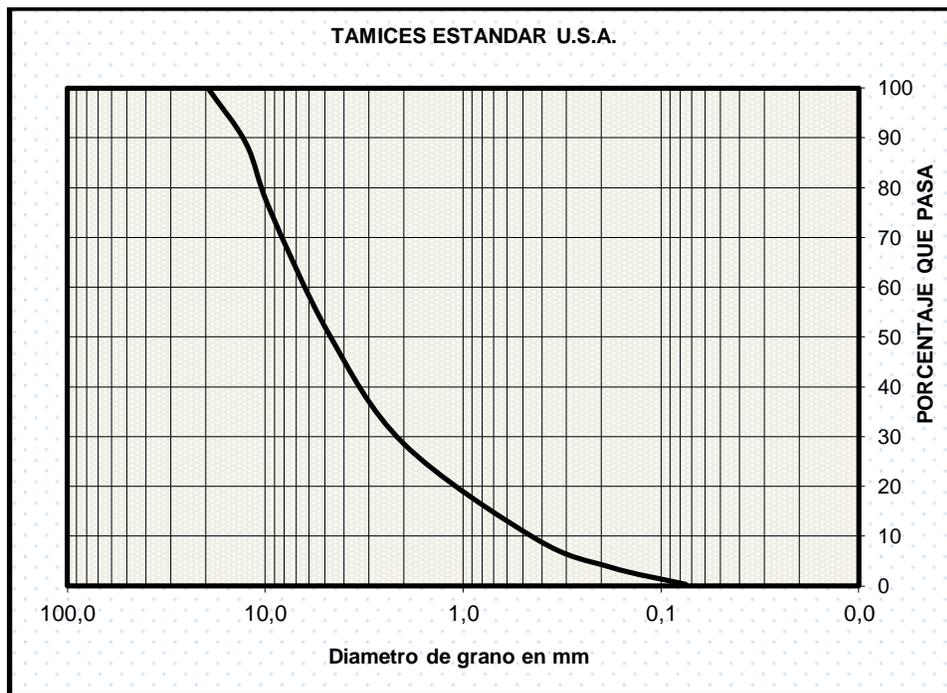
Fuente. Autores del proyecto

Tabla 78. promedio de ensayos de granulometría en agregados para mezclas asfálticas.

promedio					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
19	3/4"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
12,5	1/2"	313,0 gr	10,54%	10,54%	89,46%
9,5	3/8"	370,7 gr	12,47%	23,01%	76,99%
4,75	No. 4	707,1 gr	23,80%	46,81%	53,19%
2	No. 10	614,7 gr	20,69%	67,49%	32,51%
0,43 mm	No. 40	536,9 gr	18,07%	85,56%	14,44%
0,18	No. 80	160,8 gr	5,41%	90,97%	9,03%
0,075	No. 200	96,5 gr	3,25%	94,22%	5,78%
0	fondo	171,7 gr	5,78%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		2971,3 gr			

Fuente. Autores del proyecto

Grafica 4. Curva granulométrica de agregados para mezclas asfálticas



Fuente. Autores del proyecto

Tabla 79. Clasificación de suelos de agregados para mezclas asfálticas.

c. unifor , curvatura	
D10=	0,43
D30=	2,2
D60=	6,2
Cu	14,42
Cc	1,82

	masa en %
grava	46,81%
arena	47,72%
finos	5,47%

clasificación	
AASHTO	A-1a
SUCS	SW

Módulo de finura
3,76

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 3: Gravedad específica y absorción de agregado fino para mezclas asfálticas I.N.V.E - 222 – 07.

Tabla 80. Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado fino en mezclas asfálticas

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION			
material	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
w picnómetro + agua	652,9	652,9	652,90
w muestra seca	164	168,4	175,80
w superf seca	169,1	173,5	181,90
w pic + agua+ arena	756,9	761,1	765,20
gravedad especifica bulk saturada y superficialmente seca(g/cm ³)	2,60	2,66	2,61
gravedad especifica aparente	2,73	2,80	2,77
gravedad especifica bulk	2,52	2,58	2,53
absorción	3,11%	3,03%	3,47%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 81. Promedio de Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado fino para mezclas asfálticas.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION	
material	promedio
w picnómetro + agua (gr)	652,90
w muestra seca (gr)	169,40
w superf seca (gr)	174,83
w pic + agua+ arena (gr)	761,07
gravedad especifica bulk saturada y superficialmente seca (g/cm ³)	2,62
gravedad especifica aparente (g/cm ³)	2,77
gravedad especifica bulk (g/cm ³)	2,54
Absorción (%)	3,20%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 4: Gravedad específica y absorción de agregado grueso para mezclas asfálticas I.N.V.E - 223 – 07.

Tabla 82. Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado grueso para mezclas asfálticas

DENSIDAD APARENTE Y ABSORCION			
material	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
peso saturado superficialmente seco	2481,2	2510,5	2538,90
peso sumergido mat + peso tamiz	2667,7	2696,8	2715,80
peso tamiz sumergido	564,3	564,3	564,30
peso seco	2439,7	2471,9	2487,70
peso sumergido	1539,1	1568,2	1587,20
gravedad especifica bulk	2,59	2,66	2,66
gravedad especifica bulk sss	2,63	2,66	2,67
gravedad especifica aparente	2,71	2,74	2,76
absorción	1,70%	1,56%	2,06%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 83. Promedio de Ensayos de gravedad específica y absorción de agregado grueso para mezclas asfálticas

DENSIDAD APARENTE Y ABSORCION	
material	promedio
peso saturado superficialmente seco (gr)	2510,20
peso sumergido mat + peso tamiz (gr)	2693,43
peso tamiz sumergido (gr)	564,30
peso seco (gr)	2466,43
peso sumergido (gr)	1564,83
gravedad especifica bulk (g/cm ³)	2,64
gravedad especifica bulk sss (g/cm ³)	2,66
gravedad especifica aparente (g/cm ³)	2,74
Absorción (%)	1,77%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 5: Equivalente de arena en agregados para mezclas asfálticas I.N.V.E - 133 - 07

Tabla 84. Ensayo No.1 de equivalente de arena en agregados para mezclas asfálticas

ensayo 1			
probeta	lectura de arcilla(pulg)	lectura de arena(pulg)	equivalente de arena
probeta 1	5,6	3,4	60,71%
probeta 2	4,4	3,8	86,36%
probeta 3	4,6	3,6	78,26%
probeta 4	4,4	3,6	81,82%
promedio probetas			76,79%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 85. Ensayo No.2 de equivalente de arena en agregados para mezclas asfálticas

ensayo 2			
probeta	lectura de arcilla(pulg)	lectura de arena(pulg)	equivalente de arena
probeta 1	4,4	3,4	77,27%
probeta 2	4,4	3,7	84,09%
probeta 3	4,4	3,8	86,36%
probeta 4	4,5	3,7	82,22%
promedio probetas			82,49%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 86. Ensayo No.1 de equivalente de arena en agregados para mezclas asfálticas

ensayo 3			
probeta	lectura de arcilla(pulg)	lectura de arena(pulg)	equivalente de arena
probeta 1	4,4	3,4	77,27%
probeta 2	4,7	3,3	70,21%
probeta 3	4,5	3,5	77,78%
probeta 4	4,2	3,5	83,33%
promedio probetas			77,15%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 87. Ensayo No.1 de equivalente de arena en agregados para mezclas asfálticas

ensayo 4			
probeta	lectura de arcilla(pulg)	lectura de arena(pulg)	equivalente de arena
probeta 1	4,5	3,5	77,78%
probeta 2	4,4	3,5	79,55%
probeta 3	4,6	3,5	76,09%
probeta 4	5	3,6	72,00%
promedio probetas			76,35%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 88. Promedio de ensayos de equivalente de arena en agregados para mezclas asfálticas

promedio			
probeta	lectura de arcilla(pulg)	lectura de arena(pulg)	equivalente de arena
probeta 1	4,7	3,4	72,34%
probeta 2	4,5	3,6	80,00%
probeta 3	4,5	3,6	80,00%
probeta 4	4,5	3,6	80,00%
promedio total ensayos			78,09%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo6: índice de aplanamiento y de alargamiento de los agregados para carreteras I.N.V.
E – 230 – 07

Tabla 89. Ensayo No 1. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregados para mezclas asfálticas.

ensayo 1									
TAMI Z	PESO RETENI DO (gr)	% RETENI DO		# PARTIC ULAS	PESO PARTICULA S(gr)	PESO P. APLANADA S(gr)	PESO P. ALARGADA S(gr)	% P. APLANA DAS	% P. ALARGA DAS
1/2"	895,3	13,08%	OK	200	895,3	252,2	119,5	28,17%	13,35%
3/8"	769,1	11,24%	OK	200	392,5	76,6	101,4	19,52%	25,83%
1/4"	1929,5	28,19%	OK	200	125	25,3	43,8	20,24%	35,04%
pasa 1/4"	3251,5	47,50%	NO	-		-	-	-	-
peso total	6845,4								

% pesos usados	52,50%
índice aplanamiento	22,06%
índice alargamiento	27,67%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 90. Ensayo No 2. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregados para mezclas asfálticas.

ensayo 2									
TA MIZ	PESO RETENI DO (gr)	% RETENI DO		# PARTIC ULAS	PESO PARTICUL AS(gr)	PESO P. APLANAD AS(gr)	PESO P. ALARGAD AS(gr)	% P. APLANA DAS	% P. ALARG ADAS
1/2"	759,8	10,77%	OK	200	759,8	195,1	68,5	25,68%	9,02%
3/8"	929,5	13,18%	OK	200	451,1	39,5	116,4	8,76%	25,80%
1/4"	1957,4	27,75%	OK	200	105,1	29,4	23,9	27,97%	22,74%
pasa 1/4"	3407	48,30%	NO	-		-	-	-	-
peso total	7053,7								

% pesos usados	51,70%
índice aplanamiento	22,60%
índice alargamiento	20,66%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 91. Ensayo No 3. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregados para mezclas asfálticas.

ensayo 3									
TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		# PARTICULAS	PESO PARTICULAS (gr)	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1/2"	834	12,23%	OK	200	834	243,4	140,3	29,18%	16,82%
3/8"	808,1	11,85%	OK	200	424,5	97,4	116,5	22,94%	27,44%
1/4"	2002,3	29,35%	OK	200	117,8	30,1	35,6	25,55%	30,22%
pasa 1/4"	3176,8	46,57%	NO	-	-	-	-	-	-
peso total	6821,2								

% pesos usados	53,43%
índice aplanamiento	25,81%
índice alargamiento	26,54%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 92. Ensayo No 4. Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregados para mezclas asfálticas.

ensayo 4									
TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		# PARTICULAS	PESO PARTICULAS (gr)	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1/2"	824,5	11,45%	OK	200	824,5	246	187,4	29,84%	22,73%
3/8"	923,4	12,82%	OK	200	444,5	121,2	145,6	27,27%	32,76%
1/4"	2200,1	30,55%	OK	200	139,6	34,5	39,3	24,71%	28,15%
pasa 1/4"	3254,6	45,19%	NO	-	-	-	-	-	-
peso total	7202,6								

% pesos usados	54,81%
índice aplanamiento	26,38%
índice alargamiento	28,10%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 93. Ensayo promedio de Índice de aplanamiento y de alargamiento de agregados para mezclas asfálticas.

promedio									
TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		# PARTICULAS	PESO PARTICULAS (gr)	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1/2"	828,4	11,87%	OK	200	828,4	234,175	128,925	28,27%	15,56%
3/8"	857,525	12,28%	OK	200	428,15	83,675	119,975	19,54%	28,02%
1/4"	2022,325	28,97%	OK	200	121,875	29,825	35,65	24,47%	29,25%
pasa 1/4"	3272,475	46,88%	NO	-	-	-	-	-	-
peso total	6980,725								

% pesos usados	53,12%
índice aplanamiento	24,18%
índice alargamiento	25,91%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 7. Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5mm (1 1/2") por medio de la máquina de los ángeles (1/2")

Tipo de granulometría = **B**

Cantidad de esfera = **11**

Ensayo de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones

Tabla 94. Ensayos de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones de agregados para mezclas asfálticas.

tamiz		ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3	ensayo 4
pasa	retenido				
3/4"	1/2"	2500	2500	2502,3	2500
1/2"	3/8"	2501	2500,6	2500	2502
masa antes del ensayo(P1)		5001	5000,6	5002,3	5002
masa después del ensayo(P2)		3591,5	3611,1	3723,5	3587,1
% Desgaste a 500 rpm (P1-P2)/P1 * 100		28,18%	27,79%	25,56%	28,29%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 95. Promedio de Ensayos de resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles a 500 revoluciones de agregados para mezclas asfálticas.

tamiz		promedio
pasa	retenido	
1 1/2"	1"	2500,575
1"	3/4"	2500,9
masa antes del ensayo(P1)(gr)		5001,475
masa después del ensayo(P2)(gr)		3628,3
% Desgaste a 500 rpm (P1-P2)/P1 * 100		27,46%

Fuente. Autores del proyecto

Ensayo 8. Porcentaje de caras fracturadas en los agregados para mezclas asfálticas I.N.V.E-227-07

Tabla 96. Ensayo No.1 caras fracturadas de los agregados para mezclas asfálticas.

Ensayo 1	
Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	762,8 gr
Caras fracturadas (F)	695,4 gr
Caras no fracturadas (N)	34,0 gr
Caras Dudadas (Q)	33,4 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2] / (F+Q+N) \cdot 100$	93,35%
Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	762,8 gr
Caras fracturadas (F)	671,3 gr
Caras no fracturadas (N)	39,9 gr
Caras Dudosas (Q)	51,6 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2] / (F+Q+N) \cdot 100$	91,39%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 97. Ensayo No.2 caras fracturadas de los agregados para mezclas asfálticas.

Ensayo 2

Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	734,5 gr
Caras fracturadas (F)	676,0 gr
Caras no fracturadas (N)	27,9 gr
Caras Dudosas (Q)	30,6 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	94,12%

Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	734,5 gr
Caras fracturadas (F)	651,5 gr
Caras no fracturadas (N)	36,7 gr
Caras Dudosas (Q)	46,3 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	91,85%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 97. Ensayo No.3 caras fracturadas de los agregados para mezclas asfálticas.

Ensayo 3

Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	810,5 gr
Caras fracturadas (F)	732,2 gr
Caras no fracturadas (N)	31,3 gr
Caras Dudosas (Q)	56,0 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	92,76%

Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	810,5 gr
Caras fracturadas (F)	685,4 gr
Caras no fracturadas (N)	47,6 gr
Caras Dudosas (Q)	77,5 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	89,35%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 99. Ensayo No.4 caras fracturadas de los agregados para mezclas asfálticas.

Ensayo 4	
Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	779,5 gr
Caras fracturadas (F)	689,9 gr
Caras no fracturadas (N)	42,3 gr
Caras Dudosas (Q)	47,3 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	91,54%
Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	779,5 gr
Caras fracturadas (F)	667,8 gr
Caras no fracturadas (N)	49,8 gr
Caras Dudosas (Q)	61,9 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	89,64%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 100. Ensayo promedio de caras fracturadas de los agregados para mezclas asfálticas.

promedio	
Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	771,8 gr
Caras fracturadas (F)	698,4 gr
Caras no fracturadas (N)	33,9 gr
Caras Dudosas (Q)	41,8 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	92,92%
Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	771,8 gr
Caras fracturadas (F)	669,0 gr
Caras no fracturadas (N)	43,5 gr
Caras Dudosas (Q)	59,3 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q/2)/(F+Q+N)].100$	90,52%

Fuente. Autores del proyecto

4.5 ANALISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS PARAMETROS PREESTABLECIDOS POR EL INVIAS PARA LA CARACTERIZACION DE LOS AGREGADOS.

4.5.1 Análisis comparativo con la norma Invias de agregados para la construcción de pavimentos en concreto hidráulico.

Análisis comparativo con la norma INVIAS de agregado fino para la construcción de pavimentos en concreto hidráulico.

Tabla 101. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregado fino con especificaciones preestablecidas para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS

AGREGADO FINO				
ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO	RESULTADO OBTENIDO	
material que pasa el tamiz No.200 % máximo	E-214	3%	4,51%	
análisis granulométrico	E- 213	ver franja granulométrica		
índice de plasticidad,% máximo	E-126	no plástico	no plástico	
equivalente de arena,% mínimo	E-133	60%	76,11%	
terrones de arcillas y partículas deleznales % máximo	E-221	3%	Grava	0,258%
			Arena	1,289%
absorción, % máximo	E-222	4%	3,01%	

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 102. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregado fino con rangos preestablecidos para la caracterización de agregados.

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	RANGOS
gravedad específica aparente	E-222	2,73gr/cm ³	2,3- 2,8
humedad	E-122	4,23%	2% - 6%
peso unitario	E-217	1456,54	-
módulo de finura	E-213	4,31	0-10

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 103. Análisis comparativo de granulometría en agregado fino con especificaciones preestablecida para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS.

AGREGADO FINO				
No. TAMIZ	NORMA INV 500.3(LI)	MUESTRA	NORMA INV 500.3(LS)	
½"	100,00%	100,00%	100,00%	cumple
3/8"	100,00%	89,63%	100,00%	no cumple
No. 4	95,00%	78,10%	100,00%	no cumple
No. 8	80,00%	64,56%	100,00%	no cumple
No. 16	50,00%	47,61%	85,00%	no cumple
No. 30	25,00%	27,27%	60,00%	cumple
No. 50	10,00%	15,88%	30,00%	cumple
No. 100	2,00%	7,72%	10,00%	cumple

Fuente. Autores del proyecto

Análisis comparativo con la norma INVIAS de agregado grueso de TMN de ½" para la construcción de pavimentos en concreto hidráulico.

Tabla 104. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregado grueso de TMN de ½" con especificaciones preestablecidas para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS

AGREGADO GRUESO 1/2"					
ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO	ENSAYO		
análisis granulométrico	E- 213	ver franja granulométrica			
Desgaste de los ángeles en seco 500 revoluciones; % máximo")	E-218	40%	30,22%		cumple
terrones de arcillas y partículas deleznable % máximo	E-211	3%	Grava	0,174%	cumple
			Arena	1,418%	
partículas fracturadas mecánicamente(1 cara) % mínimo	E-227	60%	93,50%		cumple
índice de aplanamiento y de alargamiento	E-240	-	I. aplanamiento	25,27%	-
		-	I. alargamiento	20,82%	-

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 105. Análisis comparativo de granulometría en agregado grueso de TMN ½” con especificaciones preestablecida para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS

COMPARACION CON PARAMETROS INVIAS				
No. TAMIZ	NORMA INV 500.5(AG-3)(LI)	MUESTRA	NORMA INV 500.5(AG-3)(LS)	
2 ½ “	-	100,00%	-	-
2”	-	100,00%	-	-
1 ½”	100	100,00%	100	cumple
1”	95	100,00%	100	cumple
¾”	-	100,00%	-	-
½”	25	49,08%	60	cumple
3/8”	-	12,15%	-	-
No. 4	0	0,50%	10	cumple
No. 8	0	0,40%	5	cumple

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 106. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregado grueso de TMN de ½” con rangos preestablecidos para la caracterización de agregados

RANGOS ESTABLECIDOS POR NORMAS(1/2")			
ENSAYO	NORMA	RESULTADO	RANGOS
Absorción	E-222	1,72%	0-5
Humedad	E-122	0,57	0,5-2
Gravedad especifica	E-222	2,75	2.3-2,8
peso unitario	E-217	1456,54	-

Fuente. Autores del proyecto

Análisis comparativo con la norma INVIAS de agregado grueso de TMN de 1” para la construcción de pavimentos en concreto hidráulico.

Tabla 107. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregado grueso de TMN de 1” con especificaciones preestablecidas para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS

AGREGADO GRUESO 1"					
ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO	ENSAYO		
análisis granulométrico	E- 213	ver franja granulométrica			
Desgaste de los ángeles en seco 500 revoluciones; % máximo	E-218	40%	27,08%		cumple
terrones de arcillas y partículas deleznales % máximo	E-211	3%	Grava	0,067%	cumple
			Arena	1,362%	
partículas fracturadas mecánicamente(1 cara) % mínimo	E-227	60%	92,19%		cumple
Indice de aplanamiento y de alargamiento	E-240	-	I. aplanamiento	15,72%	-
		-	I. alargamiento	19,99%	-

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 108. Análisis comparativo de granulometría en agregado grueso de TMN 1” con especificaciones preestablecida para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS

COMPARACION CON PARAMETROS INVIAS				
No. TAMIZ	NORMA INV 500.5(AG-2)(LI)	MUESTRA	NORMA INV 500.5(AG-2)(LS)	
2 ½ “	-	100,00%	-	-
2”	100	100,00%	100	cumple
1 ½”	90	97,32%	100	cumple
1”	20	48,16%	55	cumple
¾”	0	11,50%	15	cumple
½”	-	0,61%	-	-
3/8”	0	0,28%	5	cumple
No. 4	-	0,21%	-	-
No. 8	-	0,17%	-	-

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 109. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregado grueso de TMN de 1” con rangos preestablecidos para la caracterización de agregados

RANGOS ESTABLECIDOS POR NORMAS(1")			
ENSAYO	NORMA	RESULTADO	RANGOS
absorción	E-222	1%	0-5
Humedad	E-122	0,44	0,5-2
Gravedad especifica	E-222	2,76	2,3-2,8
peso unitario	E-217	1456,54	-

4.5.2 Análisis comparativo con la norma Invias de agregados para la construcción de pavimentos en mezclas asfálticas.

Tabla 110. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregados para mezclas asfálticas con especificaciones preestablecidas para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS

AGREGADO PARA MEZCLAS ASFALTICAS					
ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO	ENSAYO		
índice de plasticidad	E- 213	NP	NP		cumple
análisis granulométrico	E- 213	ver franja granulométrica			cumple
Equivalente de arena (% mínimo)	E-133	50%	78,09%		cumple
Desgaste de los ángeles en seco 500 revoluciones; % máximo")	E-218	25%	27,46%		no cumple
partículas fracturadas mecánicamente(1 cara) % mínimo	E-227	75%/60%	92,92%/90,52%		cumple
índice de aplanamiento y de alargamiento(% máximo)*	E-240	20%	I. aplanamiento	24,18%	cumple
		20%	I. alargamiento	25,91%	cumple

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 111. Análisis comparativo de granulometría en agregados para mezclas asfálticas con especificaciones preestablecida para la caracterización de los agregados por la norma INVIAS

COMPARACION CON PARAMETROS INVIAS				
No. TAMIZ	NORMA INV 450.2MDC2 densa(LI)	MUESTRA	NORMA INV 450.2MDC2 densa(Ls)	
3/4"	100	100,00%	100	cumple
1/2"	80	89,46%	95	cumple
3/8"	70	76,99%	88	cumple
No. 4	49	53,19%	65	cumple
No. 10	29	32,51%	45	cumple
No. 40	14	14,44%	25	cumple
No. 80	8	9,03%	17	cumple
No. 200	4	5,78%	8	cumple
fondo	-	0,00%	-	cumple

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 112. Análisis comparativo de resultados de ensayos realizados a agregados para mezclas asfálticas con rangos preestablecidos para la caracterización de agregados

AGREGADO PARA MEZCLAS ASFALTICAS			
ENSAYO	NORMA	RESULTADO	RANGOS
absorción fino	E-222	3,20%	
Absorción grueso	E-222	1,77%	0-5
Gravedad especifica fino	E-222	2,77%	2.3-2,8
Gravedad especifica grueso	E-222	2,74%	2.3-2,8
material que pasa el tamiz No.200 %maximo	E-214	5,47%	
módulo de finura	E- 213	3,76%	

Fuente. Autores del proyecto

4.6 DISEÑO DE MEZCLAS

Figura 15. Materiales pesados para diseño de mezclas



Fuente. Autores del proyecto

Figura 16. Elaboración de cilindros para ensayos de resistencia



Fuente. Autores del proyecto

Figura 17. Cilindros sometidos a compresión para conocer resistencia



Fuente. Autores del proyecto

4.6.1 Procedimiento de dosificación

Elección del asentamiento.

Tabla 113. Valores de asentamientos recomendados para diversas clases de construcción.

Asentamiento (cm)	Consistencia (tipo de concreto)	Grado de trabajabilidad	Tipo de estructura y condiciones de colocación
0-2	Muy seca	Muy pequeño	Vigas o pilotes de alta consistencia con vibraciones de formaletas
2-3,5	Seca	Pequeño	Pavimentos vibrados con máquinas mecánicas
3,5-5	Semi-seca	Pequeño	Construcciones en masas voluminosas. losas medianamente reforzadas con vibraciones fundaciones en concreto simple pavimentos con vibradores normales
5-10	Media	Medio	Losas medianamente reforzadas y pavimentos, compactadas a mano. columnas, vigas fundaciones y muros, con vibración
10-15	húmeda	alto	Secciones con mucho refuerzo trabajos donde la colocación sea difícil. Revestimiento de túneles. No recomendable para compactarlo con demasiada vibración

Fuente. Autores del proyecto

Elección del tamaño máximo nominal. Dicho tamaño se obtiene de la granulometría entendiendo por tamaño máximo nominal como la abertura del tamiz inmediatamente superior o aquel cuyo porcentaje retenido acumulado sea el 15% o más

Tabla 114. Elección del TMN de las granulometrías de los dos tipos de gravas que se disponen

TMN(mm)	
AG-2	1"
AG-3	1/2"

Fuente. Autores del proyecto

Estimación del contenido de aire. Debido a que los pavimentos son un tipo de estructura expuestas a ambientes agresivos; entonces se trabaja con un grado de exposición severo.

Tabla 115. Contenido aproximado de aire en el concreto para varios grados de exposición.

Agregado grueso		Porcentaje promedio aproximado de aire atrapado	Porcentaje promedio total de aire recomendado para los siguientes grados de exposición		
Pulgadas	mm		suave	mediano	Severo
3/8	9,51	3	4,5	6	7,5
1/2	12,50	2,5	4	5,5	7
3/4	19,10	2	3,5	5	6
1	25,40	1,5	3	4,5	6
1 1/2	38,10	1	2,5	4,5	5,5
2	50,8	0,5	2	4	5
3	76,1	0,3	1,5	3,5	4,5
6	152,4	0,2	1	3	4

Fuente. Autores del proyecto

Estimación de la cantidad de agua de mezclado. Para los TMN de 12,5mm y 25mm y con un asentamiento máximo de 10cm y considerando que el concreto tiene aire incluido las cantidades de agua de mezclado serán.

Tabla 116. Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes asentamientos y TMN del agregado.

Agua en kg/m ³ de concreto para los TMN del agregado indicado									
Condición del contenido del aire	Asentamiento(c m)	TMN							
		10	12,5	20	25	40	50	70	150
Concreto sin aire incluido	3 a 5	20 5	200	18 5	180	160	15 5	14 5	12 5
	8 a 10	22 5	215	20 0	195	175	17 0	16 0	14 0
	15 a 18	24 0	230	21 0	205	185	18 0	17 0	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin aire incluido, por ciento		3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Concreto con aire incluido	3 a 15	18 0	175	16 5	160	145	14 0	13 5	12 0
	8 a 10	20 0	190	18 0	175	160	15 5	15 0	13 5
	15 a 18	21 5	205	19 0	185	170	16 5	16 0	-
Promedio recomendable de contenido total de aire por ciento		8	7	6	5	4,5	4	3,5	3

Fuente. Autores del proyecto

Elección de la relación agua/cemento (a/c). La relación a/c dependen básicamente de la resistencia que se desea obtener; se trabajaran con resistencias de diseño de 2500; 3000 y 3500 PSI; para obtener resistencias requeridas de 2000; 2500 y 3000 PSI; ya que se estima un margen de error de 600 PSI.

Tabla 117. Relación entre las resistencias a la compresión y algunos valores de la relación a/c.

Resistencia a la compresión a los 28 días en		Concreto sin inductor de aire Relación absoluta de peso	Concreto con inductor de aire Relación absoluta de peso
kg/cm ²	P.S.I		
175	2500	0,65	0,56
210	3000	0,58	0,50
245	3500	0,52	0,46
280	4000	0,47	0,42
315	4500	0,43	0,38
350	5000	0,40	0,35

Fuente. Autores del proyecto

Calculo del contenido de cemento. Con las relaciones de a/c (en peso) elegidas y la cantidad de agua, se logra la cantidad (en peso) de cemento por metro cubico de concreto.

Tabla 119. Contenido de cemento y volumen de cemento para una resistencia de diseño de 2500 PSI.

TMN	cantidad de Agua (kg/m ³)	a/c	c(kg/m ³)	densidad del cemento (kg/m ³)	vc(m ³ /m ³)
12,5	190	0,56	339,286	3100	0,109
25	175		312,5		0,101
a/c = relación agua/cemento C=peso del cemento VC= volumen del cemento c= cantidad de agua/ relación(a/c) vc= c/densidad del cemento					

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 120. Contenido de cemento y volumen de cemento para una resistencia de diseño de 3000 PSI.

TMN	cantidad de Agua (kg/m ³)	a/c	c(kg/m ³)	densidad del cemento (kg/m ³)	vc(m ³ /m ³)
12,5	190	0,5	380,000	3100	0,123
25	175		350		0,113
a/c = relación agua/cemento C=peso del cemento VC= volumen del cemento c= cantidad de agua/ relación(a/c) vc= c/densidad del cemento					

Fuente. Autores del proyecto

Verificación de las especificaciones granulométricas de los agregados.

Tabla 121. Verificación de las especificaciones granulométrías para agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico.

COMPARACION CON PARAMETROS INVIAS				
No. TAMIZ	NORMA INV 500.3(LI)	MUESTRA	NORMA INV 500.3(LS)	
½"	100	100,00%	100	cumple
3/8"	100	89,63%	100	no cumple
No. 4	95	78,10%	100	no cumple
No. 8	80	64,56%	100	no cumple
No. 16	50	47,61%	85	no cumple
No. 30	25	27,27%	60	cumple
No. 50	10	15,88%	30	cumple
No. 100	2	7,72%	10	cumple

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 122. Verificación de las especificaciones granulométricas para el agregado grueso AG3 para pavimentos de concreto hidráulico.

COMPARACION CON PARAMETROS INVIAS				
No. TAMIZ	NORMA INV 500.5(AG-3)(LI)	MUESTRA	NORMA INV 500.5(AG-3)(LS)	
2 ½ “	-	100,00%	-	-
2”	-	100,00%	-	-
1 ½”	100	100,00%	100	cumple
1”	95	100,00%	100	cumple
¾”	-	100,00%	-	-
½”	25	49,08%	60	cumple
3/8”	-	12,15%	-	-
No. 4	0	0,50%	10	cumple
No. 8	0	0,40%	5	cumple

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 123. Verificación de las especificaciones granulométricas para el agregado grueso AG2 para pavimentos de concreto hidráulico.

COMPARACION CON PARAMETROS INVIAS				
No. TAMIZ	NORMA INV 500.5(AG-2)(LI)	MUESTRA	NORMA INV 500.5(AG-2)(LS)	
2 ½ “	-	100,00%	-	-
2”	100	100,00%	100	cumple
1 ½”	90	97,32%	100	cumple
1”	20	48,16%	55	cumple
¾”	0	11,50%	15	cumple
½”	-	0,61%	-	-
3/8”	0	0,28%	5	cumple
No. 4	-	0,21%	-	-
No. 8	-	0,17%	-	-

Fuente. Autores del proyecto

Optimización granulométrica. Como se puede apreciar en la granulometría del agregado fino algunos de los tamaños no cumplen con los requisitos granulométricos. Por esta razón se debe optimizar la granulometría.

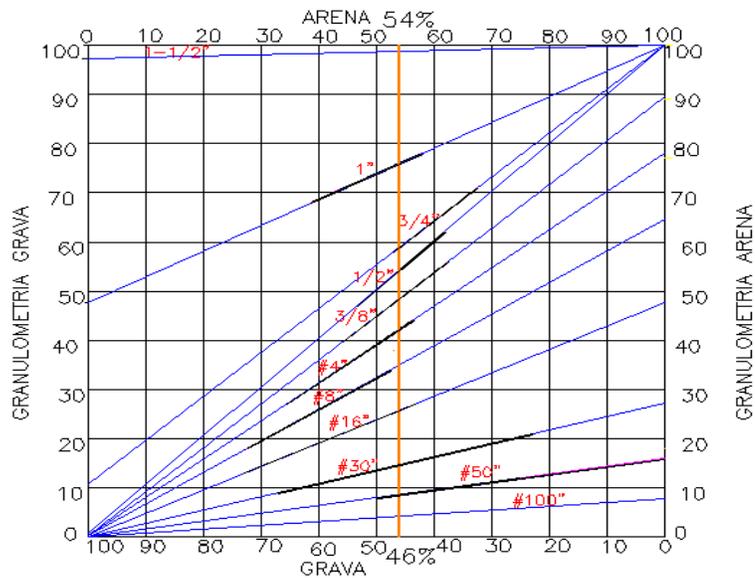
Tabla 124. Rangos granulométricos recomendados

Tamiz		Límites de los porcentajes que pasan los siguientes tamaños máximos								
pulg	mm	90,6 mm (3 1/2")	76,1 mm (3)	64 mm (2 1/2" mm)	50,8 mm (2)	38,1 mm (1 1/2")	25,4 mm (1)	19 mm (3/4")	12,7 mm (1/2")	9,51 mm (3/8")
3 1/2"	90,6	100								
3	76,1	94 - 91	100							
2 1/2"	64	89 - 93	94 - 91	100						
2	50,8	82 - 73	87 - 80	92 - 88	100					
1 1/2"	38,1	74 - 62	78 - 68	83 - 75	90 - 85	100				
1	25,4	64 - 50	68 - 55	72 - 60	78 - 68	87 - 80	100			
3/4"	19	58 - 42	62 - 47	65 - 51	71 - 58	78 - 68	90 - 85	100		
1/2"	12,7	50 - 34	53 - 37	57 - 41	62 - 47	68 - 55	78 - 68	87 - 80	100	
3/8"	9,51	45 - 29	48 - 32	51 - 35	56 - 40	62 - 47	71 - 58	78 - 68	90 - 85	100
No.4	4,76	36 - 20	38 - 22	40 - 24	44 - 27	48 - 32	56 - 40	62 - 47	71 - 58	78 - 68
No.8	2,36	28 - 13	30 - 15	32 - 16	34 - 18	38 - 22	44 - 27	48 - 32	55 - 40	61 - 46
No.16	1,18	22 - 9	23 - 10	25 - 11	27 - 13	30 - 15	34 - 18	38 - 22	44 - 27	48 - 32
No.30	600u	17 - 6	18 - 7	20 - 8	21 - 9	23 - 10	27 - 13	30 - 25	34 - 19	38 - 22
No.50	300u	14 - 4	14 - 4	15 - 5	17 - 8	18 - 7	21 - 9	23 - 10	27 - 13	30 - 15
No.100	150u	11 - 3	11 - 3	12 - 4	13 - 4	14 - 5	17 - 6	18 - 7	21 - 9	23 - 10

Fuente. Autores del proyecto

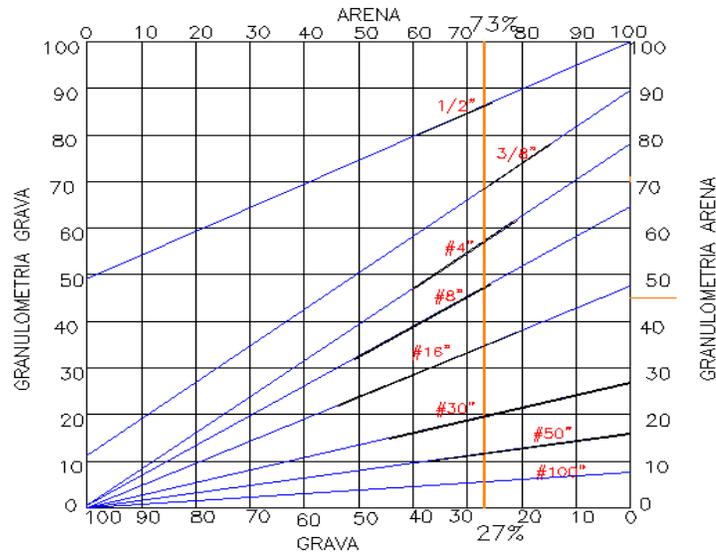
Escogidas las especificaciones granulométricas para los agregados AG2 y AG3 según sus tamaños máximos se optimiza la granulometría determinando cual es la mejor mezcla de arena y grava para lograr un concreto de buenas propiedades de manejabilidad y resistencia para un contenido de cemento dado.

Grafica 5. Método grafico para la optimización granulométrica con la combinación del agregado fino con el agregado grueso AG2.



Fuente. Autores del proyecto

Grafica 6. Método grafico para la optimización granulométrica con la combinación del agregado fino con el agregado grueso AG3.



Fuente. Autores del proyecto

De acuerdo con lo anterior, las mezclas óptimas estarán compuestas de la siguiente forma.

	AG2	AG3
% arena	54,00%	73,00%
% grava	46,00%	27,00%

Tabla 125. Granulometría óptima para combinación arena-triturado 1''

GRANULOMETRIA OPTIMA ARENA-TRITURADO 1"				
TAMIZ		% PASA		granulometria optima
milímetros	pulgadas	grava 1"(46%)	arena(54%)	
63.0	2 1/2 "	100,00%	100%	100%
50.0	2"	100,00%	100%	100%
37.5	1 1/2"	97,30%	100%	99%
25.0	1"	47,75%	100%	76%
19.0	3/4"	10,80%	100%	59%
12.5	1/2"	0,61%	100%	54%
9.5	3/8"	0,29%	89,63%	49%
4.75	No. 4	0,21%	78,10%	42%
2.36	No. 8	0,17%	64,56%	35%
1.18	No. 16	0,00%	47,61%	26%
0,6	No. 30	0%	27,27%	15%
0,3	No. 50	0%	15,88%	9%
0,15	No. 100	0%	7,72%	4%

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 126. Granulometría óptima para combinación arena-triturado 1/2”

GRANULOMETRIA OPTIMA ARENA-TRITURADO 1/2"				
TAMIZ		% PASA		granulometria optima
milímetros	pulgadas	grava 1/2"(73%)	arena(23%)	
63.0	2 1/2 "	100,00%	100%	100,00%
50.0	2"	100,00%	100%	100,00%
37.5	1 1/2"	100,00%	100%	100,00%
25.0	1"	100,00%	100%	100,00%
19.0	3/4"	100,00%	100%	100,00%
12.5	1/2"	49,08%	100%	86,25%
9.5	3/8"	12,15%	90%	68,71%
4.75	No. 4	0,50%	78%	57,15%
2.36	No. 8	0,40%	65%	47,24%
1.18	No. 16	0,00%	48%	34,76%
0,6	No. 30	0,00%	27%	19,91%
0,3	No. 50	0,00%	16%	11,59%
0,15	No. 100	0,00%	8%	5,64%

Fuente. Autores del proyecto

Calculo de volúmenes y pesos

Tabla 127. Volumen del agregado por metro cubico en concreto; para una resistencia de diseño de 2500 PSI

agregado	V agregado(m3/M3)
AG3	0,6306
AG2	0,6642
V agregado =1-(V aire + V agua + V cemento)	

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 128. Volumen del agregado por metro cubico en concreto; para una resistencia de diseño de 3000 PSI

agregado	V agregado(m3/m3)
AG3	0,6174
AG2	0,6521
V agregado =1-(V aire + V agua + V cemento)	

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 129. Propiedades de los materiales.

Propiedades	agregado fino	AG3	AG2
Humedad (%)	4,23%	0,57%	0,44%
Absorción (%)	3,01%	1,72%	1,00%
densidad aparente(kg/m ³)	2589,65	2660,63	2706,26

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 130. densidades aparentes promedio de los agregados.

agregado	Dprom (kg/m ³)
AG3	2608,8165
AG2	2643,2923
Dprom=(D. Aparente grava*% grava + D. Aparente arena*% arena)	

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 131. Pesos secos de la grava y de la arena para una resistencia de diseño de 2500 PSI

agregado	w grava (gr)	w arena (gr)
AG3	444,15	1200,85
AG2	807,60	948,06
W grava = D prom * V agregado* % grava W arena = D prom * V agregado* % arena		

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 132. Pesos secos de la grava y de la arena para una resistencia de diseño de 3000 PSI

agregado	w grava (gr)	w arena (gr)
AG3	434,90	1175,84
AG2	792,89	930,79
W grava = D prom * V agregado* % grava W arena = D prom * V agregado* % arena		

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 133. Ajuste por humedad de los agregados para una resistencia de diseño de 2500 PSI

agregado	Ajuste humedad grava	Ajuste humedad arena
AG3	446,66	1251,62
AG2	811,17	988,14
ajuste humedad grava = w grava (1+ humedad grava) ajuste humedad arena = w arena (1+ humedad arena)		

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 134. Ajuste por humedad de los agregados para una resistencia de diseño de 3000 PSI

agregado	Ajuste humedad grava	Ajuste humedad arena
AG3	437,36	1225,55
AG2	796,39	970,14
ajuste humedad grava = w grava (1+ humedad grava)		
ajuste humedad arena = w arena (1+ humedad arena)		

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 135. Agua en exceso de los agregados para una resistencia de diseño de 2500 PSI

agregado	A grava	A arena	A total
AG3	-5,00	14,32	9,32
AG2	-4,42	11,34	6,91
A = agua en exceso			
A grava=w grava*(humedad grava - absorción grava)			
A arena=w arena*(humedad arena - absorción arena)			
A total = A grava + A arena			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 136. Agua en exceso de los agregados para una resistencia de diseño de 3000 PSI

agregado	A grava	A arena	A total
AG3	-5,11	14,63	9,52
AG2	-4,51	11,55	7,04
A = agua en exceso			
A grava=w grava*(humedad grava - absorción grava)			
A arena=w arena*(humedad arena - absorción arena)			
A total = A grava + A arena			

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 137. Cantidad total de agua de mezclado para una resistencia de diseño de 2500

agregado	w agua
AG3	180,48
AG2	167,96
w agua = contenido de agua + A total	

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 138. Cantidad total de agua de mezclado para una resistencia de diseño de 3000

agregado	w agua
AG3	180,68
AG2	168,09
w agua = contenido de agua + A total	

Fuente. Autores del proyecto

Dosificación

Tabla 139. Cantidades para 1 m³ de concreto con agregado grueso AG3 para una resistencia de diseño de 2500 PSI

material	peso(kg/m ³)	densidad (kg/m ³)	volumen (m ³ /m ³)	ajuste por humedad(kg/m ³)
cemento	339,29	3100	0,109	339,286
agua	190,00	1000	0,190	180,478
aire	0,00	0	0,070	0,000
grava	444,15	2660,6	0,167	446,660
arena	1200,85	2589,7	0,464	1251,623

	cemento	grava	arena
dosificación	1,000	1,316	3,689

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 140. Cantidades para 1 m³ de concreto con agregado grueso AG2 para una resistencia de diseño de 2500 PSI

materia	peso(kg/m ³)	densidad (kg/m ³)	volumen (m ³ /m ³)	ajuste por humedad(kg/m ³)
cemento	312,5	3100	0,101	312,500
agua	175	1000	0,175	167,957
aire	0	0	0,060	0,000
grava	807,60	2706,3	0,298	811,165
arena	948,06	2589,7	0,366	988,142

	cemento	grava	arena
dosificación	1	2,596	3,162

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 141. Cantidades para 1 m³ de concreto con agregado grueso AG3 para una resistencia de diseño de 3000 PSI

material	peso(kg/m ³)	densidad (kg/m ³)	volumen (m ³ /m ³)	ajuste por humedad(kg/m ³)
cemento	380,00	3100	0,123	380,000
agua	190,00	1000	0,190	180,677
aire	0,00	0	0,070	0,000
grava	434,90	2660,6	0,163	437,357
arena	1175,84	2589,7	0,454	1225,553

	cemento	grava	arena
dosificación	1,000	1,151	3,225

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 142. Cantidades para 1 m³ de concreto con agregado grueso AG2 para una resistencia de diseño de 3000 PSI

materia	peso(kg/m ³)	densidad (kg/m ³)	volumen (m ³ /m ³)	ajuste por humedad(kg/m ³)
cemento	350	3100	0,113	350,000
agua	175	1000	0,175	168,085
aire	0	0	0,060	0,000
grava	792,89	2706,3	0,293	796,392
arena	930,79	2589,7	0,359	970,145

	cemento	grava	arena
dosificación	1	2,275	2,772

Fuente. Autores del proyecto

ENSAYOS DE RESISTENCIA

Verificación diseño de mezclas con arena-triturado 1” para una dosificación 1: 2,59: 3,16 y una resistencia requerida superior a 2000 PSI.

muestra	cilindro	dosificación mezcla	FECHAS		EDAD días	DATOS CILINDROS						carga aplicada (Kn)	resistencia PSI	tipo de falla
			toma	rotura		diámetro (cm)	altura (cm)	peso (gr)	área (cm ²)	volumen (cm ³)	densidad (gr/cm ³)			
mezcla 1 arena- triturado 1"fc > 2000 PSI	1	1: 2,59: 3,16	29/06/2014	06/07/2014	7	15,25	30,45	13245	182,65	5561,83	2,38	157,4	1264,7	CORTE

muestra	cilindro	dosificación mezcla	FECHAS		EDAD días	DATOS CILINDROS						carga aplicada (Kn)	resistencia PSI	tipo de falla
			toma	rotura		diámetro (cm)	altura (cm)	peso (gr)	área (cm ²)	volumen (cm ³)	densidad (gr/cm ³)			
mezcla 1 arena- triturado 1"fc > 2000 PSI	2	1: 2,59: 3,16	29/06/2014	13/07/2014	14	15,25	30,65	13205	182,65	5598,36	2,36	215	1713,8	CONO Y CORTE

muestra	cilindro	dosificación mezcla	FECHAS		EDAD días	DATOS CILINDROS						carga aplicada (Kn)	resistencia PSI	tipo de falla
			toma	rotura		diámetro (cm)	altura (cm)	peso (gr)	área (cm ²)	volumen (cm ³)	densidad (gr/cm ³)			
mezcla 1 arena- triturado 1"fc > 2000 PSI	3	1: 2,59: 3,16	29/06/2014	27/07/2014	28	15,2	30,5	13240	181,46	5534,49	2,39	268,8	2142,3	CORTE

Verificación diseño de mezclas con arena-triturado $\frac{1}{2}$ " para una dosificación 1: 1,32: 3,68 y una resistencia requerida superior a 2000 PSI.

muestra	cilindro	dosificación mezcla	FECHAS		EDAD días	DATOS CILINDROS						carga aplicada (Kn)	resistencia PSI	tipo de falla
			toma	rotura		diámetro (cm)	altura (cm)	peso (gr)	área (cm ²)	volumen (cm ³)	densidad (gr/cm ³)			
mezcla 1 arena- triturado 1/2"fc > 2000 PSI	1	1: 1,32: 3,68	29/06/2014	06/07/2014	7	15,2	30,65	12940	181,46	5561,71	2,33	141,5	1135,4	CORTE

muestra	cilindro	dosificación mezcla	FECHAS		EDAD días	DATOS CILINDROS						carga aplicada (Kn)	resistencia PSI	tipo de falla
			toma	rotura		diámetro (cm)	altura (cm)	peso (gr)	área (cm ²)	volumen (cm ³)	densidad (gr/cm ³)			
mezcla 1 arena- triturado 1/2"fc > 2000 PSI	2	1: 1,32: 3,68	29/06/2014	13/07/2014	14	15,2	30,8	13095	181,46	5588,93	2,34	271,8	2180,9	CONO Y CORTE

muestra	cilindro	dosificación mezcla	FECHAS		EDAD días	DATOS CILINDROS						carga aplicada (Kn)	resistencia PSI	tipo de falla
			toma	rotura		diámetro (cm)	altura (cm)	peso (gr)	área (cm ²)	volumen (cm ³)	densidad (gr/cm ³)			
mezcla 1 arena- triturado 1/2"fc > 2000 PSI	3	1: 1,32: 3,68	29/06/2014	27/07/2014	28	15,25	30,35	12905	182,65	5543,57	2,33	290	2318,8	CORTE

Verificación diseño de mezclas con arena-triturado 1” para una dosificación 1: 1,27: 2,77 y una resistencia requerida superior a 2500 PSI.

muestra	cilindro	dosificación mezcla	FECHAS		EDAD días	DATOS CILINDROS						carga aplicada (Kn)	resistencia PSI	tipo de falla
			toma	rotura		diámetro (cm)	altura (cm)	peso (gr)	área (cm ²)	volumen (cm ³)	densidad (gr/cm ³)			
mezcla 1 arena- triturado 1"fc > 2500 PSI	1	1: 1,27: 2,77	29/06/2014	06/07/2014	7	15,25	30,5	13210	182,65	5570,96	2,37	189,6	1511,4	CORTE

muestra	cilindro	dosificación mezcla	FECHAS		EDAD días	DATOS CILINDROS						carga aplicada (Kn)	resistencia PSI	tipo de falla
			toma	rotura		diámetro (cm)	altura (cm)	peso (gr)	área (cm ²)	volumen (cm ³)	densidad (gr/cm ³)			
mezcla 1 arena- triturado 1"fc > 2500 PSI	2	1: 1,27: 2,77	29/06/2014	13/07/2014	14	15,3	30,65	13320	183,85	5635,13	2,36	307,5	2435,2	CORTE

muestra	cilindro	dosificación mezcla	FECHAS		EDAD días	DATOS CILINDROS						carga aplicada (Kn)	resistencia PSI	tipo de falla
			toma	rotura		diámetro (cm)	altura (cm)	peso (gr)	área (cm ²)	volumen (cm ³)	densidad (gr/cm ³)			
mezcla 1 arena- triturado 1/2"fc > 2500 PSI	3	1: 1,27: 2,77	29/06/2014	27/07/2014	28	15,25	30,5	13360	182,65	5570,96	2,4	384,4	3044	CORTE

Verificación diseño de mezclas con arena-triturado 1” para una dosificación 1: 1,15: 3,22 y una resistencia requerida superior a 2500 PSI.

muestra	cilindro	dosificación mezcla	FECHAS		EDAD días	DATOS CILINDROS						carga aplicada (Kn)	resistencia PSI	tipo de falla
			toma	rotura		diámetro (cm)	altura (cm)	peso (gr)	área (cm2)	volumen (cm3)	densidad (gr/cm3)			
mezcla 1 arena- triturado 1"fc > 2500 PSI	1	1: 1,15: 3,22	29/06/2014	06/07/2014	7	15,2	30,45	12945	181,46	5525,42	2,34	213,8	1715,5	CORTE

muestra	cilindro	dosificación mezcla	FECHAS		EDAD días	DATOS CILINDROS						carga aplicada (Kn)	resistencia PSI	tipo de falla
			toma	rotura		diámetro (cm)	altura (cm)	peso (gr)	área (cm2)	volumen (cm3)	densidad (gr/cm3)			
mezcla 1 arena- triturado 1"fc > 2500 PSI	2	1: 1,15: 3,22	29/06/2014	13/07/2014	14	15,25	30,5	12955	182,65	5570,96	2,33	312,3	2489,4	CORTE

muestra	cilindro	dosificación mezcla	FECHAS		EDAD días	DATOS CILINDROS						carga aplicada (Kn)	resistencia PSI	tipo de falla
			toma	rotura		diámetro (cm)	altura (cm)	peso (gr)	área (cm2)	volumen (cm3)	densidad (gr/cm3)			
mezcla 1 arena- triturado 1/2"fc > 2500 PSI	3	1: 1,15: 3,22	29/06/2014	27/07/2014	28	15,15	30,55	12785	180,27	5507,16	2,32	390,4	3111,8	CORTE

5. CONCLUSIONES

Concreto hidráulico. Las muestras de agregado grueso indicaron que éste se encuentra prácticamente dentro de los límites INVE de granulometría. Mientras que el agregado fino presenta una granulometría y un módulo de finura que indican que el material es demasiado grueso, por lo que no rellenará los vacíos entre agregados producirá un concreto poco denso y por lo tanto con poca resistencia mecánica además un mala gradación de los agregados provoca huecos o deficiencias en tamaño, así mismo se obtendrá un concreto sumamente caro por el alto contenido de cemento hay que utilizar para llenar los espacios; por consiguiente el pavimento resulta antieconómico. También se puede producir agrietamiento del concreto por el mayor contenido de cemento

El % de absorción de los agregados gruesos y finos cumplen con los parámetros estipulados por la INVE y por ende sus partículas son más compactas y maciza menos porosas lo cual son agregados resistentes a la compresión y flexión si no también materiales con propiedades de durabilidad y resistencia a la abrasión.

En cuanto al ensayo % que pasa el tamiz 200 en el agregado fino el cual no cumple con las especificaciones de La INVE, la cantidad excesiva de materiales indeseables (como vegetación, partículas blandas) podría afectar desfavorablemente el comportamiento del pavimento y para la elaboración de la mezcla se debe aumentar la cantidad de agua requerida porque dichos materiales absorben agua, lo cual repercute en la economía del pavimento

Con la prueba de ensayo de los ángeles pudimos corroborar que los agregados utilizados para la fabricación de pavimentos en concreto, son materiales duros y resistentes al desgaste por abrasión (pisos y carreteras) y a la degradación durante la vida de servicio del pavimento. Por qué dichos valores cumplieron con lo estipulado por la norma INVE

Mediante el ensayo de equivalente de arenas y partículas deleznales, pudimos concluir que los agregados presentan muy pocas cantidades de materiales como arcilla, limos o polvos los cuales van a presentar buena adherencia entre la pasta de cemento y el agregado, aumentando su capacidad aglutinadora, lo cual trae como consecuencia una buena resistencia del pavimento.

En cuanto a la geometría de las partículas alargamiento y aplanamiento dicho valor no cumple con lo dispuesto con la norma, lo cual podría afectar la trabajabilidad de la mezcla de pavimentación durante su colocación, así como la cantidad de fuerza necesaria para compactar la mezcla a la densidad requerida. La forma de la partícula también afecta la resistencia de la estructura del pavimento durante su vida útil.

Los valores obtenidos en el ensayo de caras fracturadas los cuales cumplen con la norma INVE, nos indican que la textura de los agregados son favorables porque aumenta la resistencia en el pavimento debido a que evita que las partículas se muevan unas respecto a otras, y a la vez provee un coeficiente alto de fricción superficial que hace que el

movimiento del tránsito sea más seguro. También hay mayor adherencia entre la partícula del agregado y la pasta de cemento por consiguiente a una mejor trabajabilidad de la mezclas durante la elaboración del pavimento

Los valores de densidad están dentro del rango lo que quiere decir que dichos agregados poseen un volumen bajo. Por consiguiente, para poder cubrir todas las partículas de agregado se necesita menos concreto que el que se necesita para cubrir un agregado con densidad baja (mayor volumen) y por consiguiente resulta un pavimento más económico. Además una alta densidad en el pavimento terminado para obtener un rendimiento duradero.

Los rangos de humedad tanto para agregado fino como para agregado grueso están entre los recomendables lo cual hace que la trabajabilidad de la mezcla sea más favorable, además hace que el agua de la mezcla sea constante y por ende se fabrica pavimentos que buena resistencia ala comprensión

Mezclas asfálticas. Las muestras de agregado para mezclas asfálticas indicaron que éste se encuentra prácticamente dentro de los límites INVE de granulometría. Por consiguiente hay una buena distribución de los tamaños de las partículas, lo cual indica que hay buena capacidad de acomodamiento y compactación de las partículas (compacidad) y así mismo se puede lograr la máxima densidad y con esta la máxima resistencia.

En cuanto al % de absorción podríamos decir que no son agregados muy porosos y por ende un material mucho más duro lo cual no afecta las propiedades mecánicas como la resistencia a la comprensión, flexión y abrasión, como son materiales poco absorbentes no requieren cantidades adicionales de agua y asfalto lo cual podrían resultar pavimentos económicos.

Con la prueba de ensayo de los ángeles la cual no cumple con lo establecido por la norma INVE, dichos pavimentos podría perder cierto grado de capacidad de resistir la degradación, desintegración y desgaste propiciado por las cargas de tránsito y de esta forma poder afectar al vida útil del pavimento

El ensayo de partículas alargadas y aplanadas el cual está por debajo de los límites establecidos por la norma y de esta forma se puede afectar el grado para poder alcanzar un alto grado de acomodamiento y compactación de las partículas, lo cual podría afectar la resistencia y la durabilidad de la carpeta asfáltica.

En cuanto a los ensayos que nos dan información acerca de la textura y de la capacidad de adherencia de los agregados utilizados para mezclas asfálticas son satisfactorias pues dichos ensayos cumplen con los parámetros y por dicho razón son materiales que favorecen la trabajabilidad de la mezcla y hay un mejor rendimiento, y de esta manera a una mejor respuesta del pavimento en cuanto a resistencia, durabilidad y vida útil del mismo.

6. RECOMENDACIONES

Controlar la granulometría de los agregados, al realizar la clasificación del material para extracción, haciendo un proceso de selección del material recordemos que la gradación es importante para la trabajabilidad del concreto

En lo posible hacer un lavado del material antes de utilizarlos para quitarles el material con diámetro inferior 0.074mm (74 μ m)

Los agregados al ser mezclados muchas veces con algunos cementos producen reacciones desfavorables como hinchamientos estos pueden causar expansiones anormales y rompimiento del concreto. Para mejorar esto se recomienda utilizar puzolanas en la mezcla en cantidades suficientes. O también otra opción sería cambiar de cemento

Se recomienda utilizar alguna clase de adictivos que ayude a mejorar las propiedades físico- mecánicas y corregir aquellas falencias que presentan los mismo para de esta forma poder elaborar pavimentos de una mejor calidad

Cuando el material vaya hacer sometido a un proceso de trituración tratar de evitar al máximo que este sufra daños en cuanto a su textura y forma , pues podían afectar sus características originales, y esto a su vez afectaría la elaboración del pavimento y disminuir la calidad de los mismos

Dar a conocer la información que aparece en este documento a todas las personas, empresas e instituciones involucradas en actividades relacionadas con la construcción, que utilizan los agregados estudiados, al igual que a potenciales usuarios de los mismos.

BIBLIOGRAFIA

Geotecnia de agregados noviembre de 2012 infraestructura vial
<http://www.lanamme.ucr.ac.cr/riv/images/ediciones/edicion-25/20-27.pdf>

Cesar Augusto Amaya, Alfonso Montejo. Universidad católica de Colombia Bogotá 2012
<http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/465/2/CARACTERIZACION%20DE%20MATERIALES%20DE%20LAS%20CANTERAS%20CALIFORNIA,.pdf>

Luis Octavio Gonzales salcedo. Conceptos generales de agregados universidad nacional de Colombia sede Palmira enero 2008
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/materiales/pdf/cap6/amplia/conceptos%20generales%20agregados.pdf>

Normatividad, documentos técnicos, especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras <http://www.invias.gov.co/>

Métodos de regresión lineal http://es.wikipedia.org/wiki/Regresi%C3%B3n_lineal

Petrología y descripción petrográfica
http://www.ugr.es/~agcasco/msecgeol/secciones/petro/pet_petrograf.htm

ANEXOS

Anexo A. Formatos en excel de ensayos realizados.



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

Cantidad de material fino que pasa por el tamiz No.200 en los agregados I.N.V.E-214-07

MATERIAL : agregado fino

FECHA:29 abril-2 mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

B=masa original de muestra seca

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

C=masa de muestra seca despues de lavado

A=porcentaje de material fino que pasa por el tamiz No. 200 por lavado

analisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado fino

ensayo No.1	
B	2524,6 gr
C	2412,9 gr
A	4,42%

ensayo No.2	
B	2512,4 gr
C	2391,3 gr
A	4,82%

ensayo No.3	
B	2490,1 gr
C	2379,1 gr
A	4,46%

ensayo No.4	
B	2487,9 gr
C	2379,6 gr
A	4,35%

promedio	
B	2503,8 gr
C	2390,7 gr
A	4,51%

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lenny Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
 CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
 MUNICIPIO DE OCAÑA

Cantidad de material fino que pasa por el tamiz No.200 en los agregados I.N.V.E-214-07

MATERIAL : agregado grueso 1/2"

FECHA: 5-8 mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufpo

FUENTE: rio algodonal

B=masa original de muestra seca

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

C=masa de muestra seca despues de lavado

A=porcentaje de material fino que pasa por el tamiz No. 200 por lavado

analisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado grueso (1/2")

ensayo No.1	
B	3031,2 gr
C	3025,8 gr
A	0,18%

ensayo No.2	
B	3038,5 gr
C	3029,9 gr
A	0,28%

ensayo No.3	
B	3089,6 gr
C	3082,7 gr
A	0,22%

ensayo No.4	
B	3082,3 gr
C	3074,8 gr
A	0,24%

promedio	
B	3060,4 gr
C	3053,3 gr
A	0,23%

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roperó



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

Cantidad de material fino que pasa por el tamiz No.200 en los agregados I.N.V.E-214-07

MATERIAL : agregado grueso 1"

FECHA: 20 mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: río algodonál

B=masa original de muestra seca

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

C=masa de muestra seca despues de lavado

A=porcentaje de material fino que pasa por el tamiz No. 200 por lavado

análisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado grueso (1")

ensayo No.1	
B	10737,4 gr
C	10722,4 gr
A	0,14%

ensayo No.2	
B	10421,2 gr
C	10413,7 gr
A	0,07%

ensayo No.3	
B	10404,4 gr
C	10393,6 gr
A	0,10%

ensayo No.4	
B	10448,5 gr
C	10440,3 gr
A	0,08%

promedio de ensayos

ensayo No.1	
B	10502,9 gr
C	10492,5 gr
A	0,10%

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roperó



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN
EL MUNICIPIO DE OCAÑA

Análisis granulométrico de agregado fino I.N.V.E-213-07 (promedios de las diferentes granulometrías realizadas)

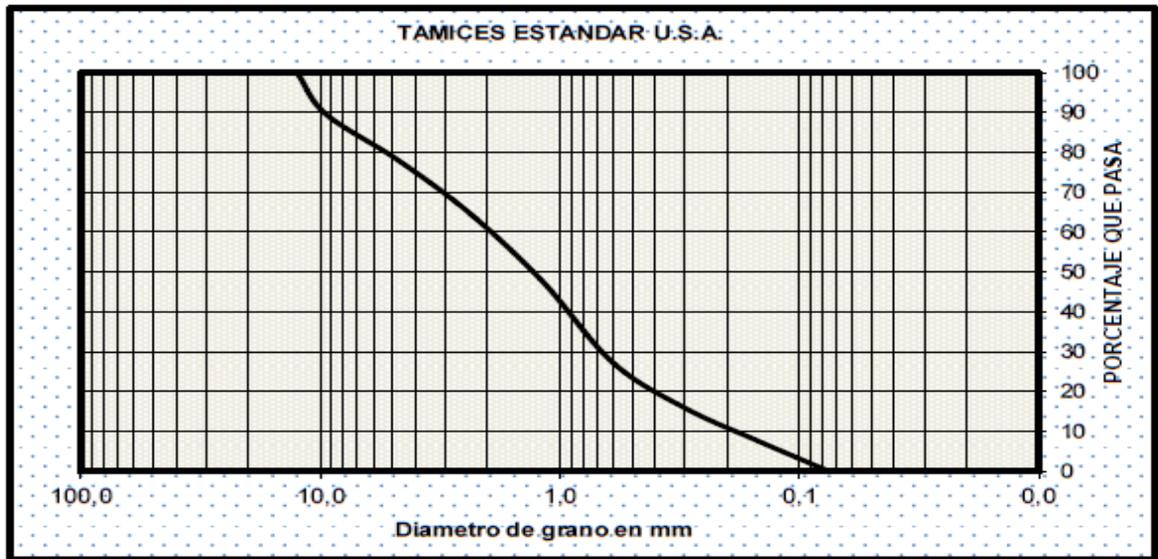
MATERIAL : agregado fino

FECHA: 29 abril-2 mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: río algodoná

promedio					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
12.5	½"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
9.5	3/8"	259,8 gr	10,37%	10,37%	89,63%
4.75	No. 4	288,7 gr	11,53%	21,90%	78,10%
2.36	No. 8	339,0 gr	13,54%	35,44%	64,56%
1.18	No. 16	424,3 gr	16,95%	52,39%	47,61%
0,6	No. 30	509,2 gr	20,34%	72,73%	27,27%
0,3	No. 50	285,4 gr	11,40%	84,12%	15,88%
0,15	No. 100	204,2 gr	8,15%	92,28%	7,72%
0	fondo	193,3 gr	7,72%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		2503,8 gr			



elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roperó



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN
EL MUNICIPIO DE OCAÑA

Análisis granulométrico de agregado fino I.N.V.E-213-07 (clasificación de suelos)

MATERIAL : agregado fino

FECHA: 29 abril-2 mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: río algo donal

CLASIFICACION DE SUELOS	
c. unifor , curvatura	
D10=	0,19
D30=	0,67
D60=	1,9
Cu	10
Cc	1,24

	masa en %
grava	21,90%
arena	73,58%
finos	4,51%

clasificacion	
AASHTO	A-1b
SUCS	SW

Modulo de finura
4,31

IP
NP

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN
EL MUNICIPIO DE OCAÑA

Análisis granulométrico de agregado grueso 1/2" L.N.V.E-213-07 (promedio de las diferentes granulometrías realizadas)

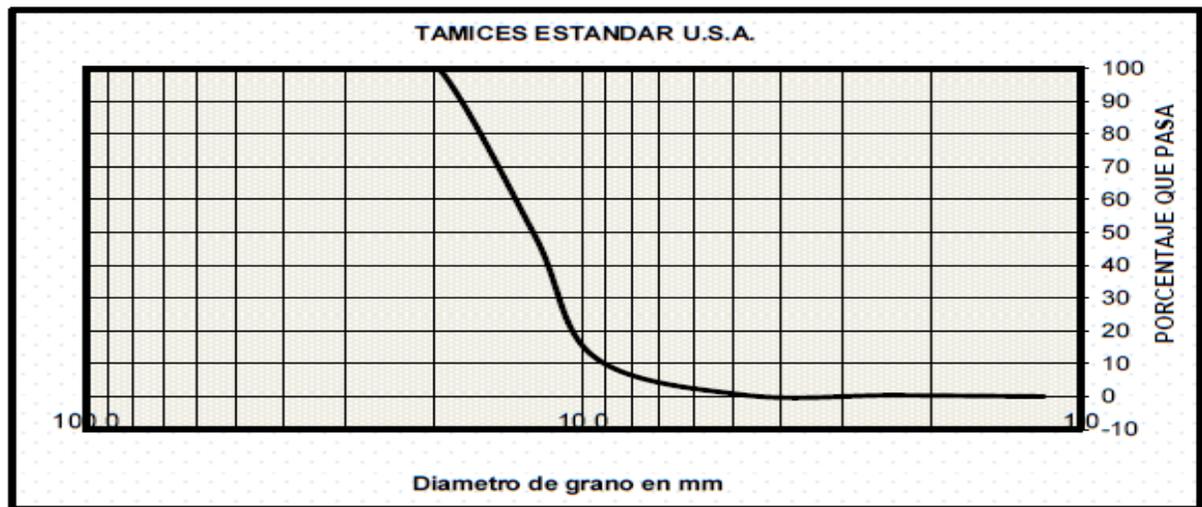
MATERIAL : agregado grueso 1/2"

FECHA: 5-8 mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

promedio					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
63.0	2 ½ "	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
50.0	2"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
37.5	1 ½ "	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
25.0	1"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
19.0	¾ "	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
12.5	½ "	1558,3 gr	50,92%	50,92%	49,08%
9.5	3/8"	1130,3 gr	36,93%	87,85%	12,15%
4.75	No. 4	356,5 gr	11,65%	99,50%	0,50%
2.36	No. 8	3,1 gr	0,10%	99,60%	0,40%
0	fondo	12,3 gr	0,40%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		3060,4 gr			



elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Ropero



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN
EL MUNICIPIO DE OCAÑA

Analisis granulometrico de agregado grueso 1/2" I.N.V.E-213-07(clasificacion de suelos)

MATERIAL : agregado grueso 1/2"

FECHA: 5-8 mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

CLASIFICACION DE SUELOS	
c. unifor , curvatura	
D10=	9
D30=	12
D60=	14
Cu	1,56
Cc	1,14

	masa en %
grava	99,50%
arena	0,50%
finos	0,00%

clasificacion	
AASHTO	A-1a
SUCS	GP

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN
EL MUNICIPIO DE OCAÑA

Análisis granulométrico de agregado grueso 1" LN.V.E-213-07(análisis de suelos)

MATERIAL : agregado grueso 1"

FECHA: 9-14 mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: río algodonal

CLASIFICACION DE SUELOS	
c. unifor , curvatura	
D10=	19
D30=	23
D60=	28
Cu	1,473684211
Cc	0,994360902

	masa en %
grava	99,79%
arena	0,21%
finos	0,00%

clasificacion	
AASHTO	A-1a
SUCS	GP

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

indice de aplanamiento y alargamiento I.N.V.E-230-07

MATERIAL : agregado grueso 1"

FECHA: 9 - 14 mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

promedio								
TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		#PARTICULAS	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1"	9066,6575	55,78%	OK	237	1583,4	951,2	17,46%	10,49%
3/4"	5317,075	32,71%	OK	306	678,975	1639,975	12,77%	30,84%
1/2"	1484,925	9,14%	OK	220	231,9	581,225	15,62%	39,14%
3/8"	155,525	0,96%	NO	-	-	-	-	-
1/4"	47,125	0,29%	NO	-	-	-	-	-
pasa 1/4"	158,35	0,97%	NO	-	-	-	-	-
peso total	16229,658							

% pesos usados	97,62%
indice aplanamiento	15,72%
indice alargamiento	19,99%

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

indice de aplanamiento y alargamiento I.N.V.E-230-07

MATERIAL : agregado grueso 1/2"

FECHA: 5 - 8 mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

promedio								
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO		#PARTICULAS	PESO P. APLANADAS (g)	PESO P. ALARGADAS(g)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1/2"	1321,5125	46,28%	OK	503	386,8825	200,9125	29,28%	15,20%
3/8"	1140,47	39,94%	OK	509	183,8125	347,875	16,12%	30,50%
1/4"	338,6525	11,86%	OK	393	137,085	34,2525	40,48%	10,11%
pasa 1/4"	29,265	1,02%	NO	-	-	-	-	-
peso total	2829,9							

% pesos usados	98,08%
indice aplanamiento	25,27%
indice alargamiento	20,82%

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN
EL MUNICIPIO DE OCAÑA

Equivalente de arena I.N.V.E - 133 - 07

MATERIAL : agregado fino

FECHA:15 - 20 mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

promedio			
probeta	lectura de arcilla(pulg)	lectura de arena(pulg)	equivalente de arena
probeta 1	4,6	3,5	76,09%
probeta 2	4,4	3,3	75,00%
probeta 3	4,5	3,4	75,56%
probeta 4	4,5	3,5	77,78%
promedio total ensayos			76,11%

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

Gravedad especifica y absorcion de agregado fino LN.V.E - 222 - 07

MATERIAL : agregado fino

FECHA: 26 mayo - 4 junio mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION	
material	promedio
w pignometro + agua(gr)	659,20
w muestra seca(gr)	168,27
w superf seca(gr)	173,33
w pic + agua+ arena(gr)	765,77
gravedad especifica bulk saturada y superficialmente seca(g/cm ³)	2,60
gravedad especifica aparente(g/cm ³)	2,73
gravedad especifica bulk(g/cm ³)	2,52
absorcion(%)	3,01%
densidad aparente (base sss)(kg/m ³)	2589,65

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

Gravedad especifica y absorcion de agregado grueso I.N.V.E - 223 - 07

MATERIAL : agregado grueso 1"

FECHA:26 mayo - 4 junio mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION	
material	promedio
peso saturado superficialmente seco(gr)	4319,77
peso sumergido mat + peso tamiz(gr)	3846,33
peso tamiz sumergido(gr)	559,40
peso seco(gr)	4277,03
peso sumergido(gr)	2727,53
gravedad especifica bulk(g/cm ³)	2,70
gravedad especifica bulk sss(g/cm ³)	2,71
gravedad especifica aparente(g/cm ³)	2,76
absorcion(%)	1,00%
densidad aparente (base sss)(kg/m ³)	2706,26

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

Gravedad especifica y absorcion de agregado grueso L.N.V.E - 223 - 07

MATERIAL : agregado grueso 1"

FECHA:26 mayo - 4 junio mayo 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION	
material	promedio
peso saturado superficialmente seco(gr)	2287,20
peso sumergido mat + peso tamiz(gr)	2548,50
peso tamiz sumergido(gr)	559,40
peso seco(gr)	2248,63
peso sumergido(gr)	1429,70
gravedad especifica bulk(g/cm ³)	2,62
gravedad especifica bulk sss(g/cm ³)	2,67
gravedad especifica aparente(g/cm ³)	2,75
absorcion(%)	1,72%
densidad aparente (base sss)(kg/m ³)	2660,63

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN
EL MUNICIPIO DE OCAÑA

Porcentaje de caras fracturadas en los agregados I.N.V.E-227-07

MATERIAL : agregado grueso 1"

FECHA: 2- 5 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

promedio

Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	3252,7 gr
Caras fracturadas (F)	2911,0 gr
Caras no fracturadas (N)	161,6 gr
Caras Dudosas (Q)	180,4 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2]/(F+Q+N) \cdot 100$	92,26%

Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	3252,7 gr
Caras fracturadas (F)	2768,5 gr
Caras no fracturadas (N)	203,2 gr
Caras Dudosas (Q)	281,1 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2]/(F+Q+N) \cdot 100$	89,43%

elaborado por:
 Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN
EL MUNICIPIO DE OCAÑA

Porcentaje de caras fracturadas en los agregados I.N.V.E-227-07

MATERIAL : agregado grueso 1/2"

FECHA: 6 -10 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

promedio	
----------	--

Criterio de fractura: 1 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	828,3 gr
Caras fracturadas (F)	748,8 gr
Caras no fracturadas (N)	28,1 gr
Caras Dudosas (Q)	51,5 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2]/(F+Q+N) \cdot 100$	93,50%

Criterio de fractura: 2 CARAS FRACTURADAS	
Masa para ensayo	828,3 gr
Caras fracturadas (F)	716,5 gr
Caras no fracturadas (N)	43,4 gr
Caras Dudosas (Q)	68,4 gr
% Caras fracturadas (P) $P = [(F+Q)/2]/(F+Q+N) \cdot 100$	90,63%

elaborado por:
 Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

Terrones de arcilla y partículas deleznales I.N.V.E - 221 - 07

MATERIAL : agregado 1"

FECHA: 11 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

PORCENTAJE TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES						
TAMIZ PASA	TAMIZ RETIENE	GRADACION ORIGINAL (gr)	PESO MUESTRA (gr)	PESO RETENIDO DESPUES DE ENSAYO (gr)	TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS	PROMEDIO
-	1 1/2"	2,68%	563,4	-	-	0,067%
1 1/2"	3/4"	85,82%	18043,05	18039,7	0,019%	
3/4"	3/8"	11,21%	2357,4	2354,7	0,115%	
3/8"	No.4	0,08%	15,85	-	-	
No.4	No.16	0,21%	44,05	43,45	1,362%	1,362%
W MUESTRA			21023,75			

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

Terrones de arcilla y partículas deleznable L.N.V.E - 221 - 07

MATERIAL : agregado 1/2"

FECHA: 11 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

PORCENTAJE TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES						
TAMIZ PASA	TAMIZ RETIENE	GRADACION ORIGINAL(%)	PESO MUESTRA(gr)	PESO RETENIDO DESPUES DE	TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS	PROMEDIO
-	1 1/2"	0,00%	0	-	-	0,174%
1 1/2"	3/4"	0,00%	0	-	-	
3/4"	3/8"	87,55%	8018,7	8015,6	0,039%	1,418%
3/8"	No.4	11,99%	1098,3	1094,9	0,310%	
No.4	No.16	0,46%	42,3	41,7	1,418%	
W MUESTRA			9159,3			

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

Terrones de arcilla y partículas deleznales I.N.V.E - 221 - 07

MATERIAL : agregado fino

FECHA: 11 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

PORCENTAJE TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES						
TAMIZ PASA	TAMIZ RETIENE	GRADACION ORIGINAL	PESO MUESTRA (gr)	PESO RETENIDO DESPUES DE	TERRONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEZNABLES	PROMEDIO
retiene 1 1/2"		0,00%	0	-	-	0,258%
1 1/2"	3/4"	0,00%	0	-	-	
3/4"	3/8"	8,31%	2078,9	2071,4	0,361%	
3/8"	No.4	10,01%	2504,2	2500,3	0,156%	
No.4	No.16	42,11%	10536,1	10400,3	1,289%	1,289%
pasa No.16		39,57%	9901,7			
w muestra			25020,9			

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN
EL MUNICIPIO DE OCAÑA

Determinación en el laboratorio de la humedad de agregado fino para concreto hidráulico I.N.V.E -
122 - 07.

MATERIAL : agregado grueso 1",1/2" y fino

FECHA:15 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

	AGREGADO FINO		
	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
peso muestra humeda (gr)	509,2	515,2	504,1
peso muestra seca (gr)	488,8	494,5	483,2
Humedad	4,17%	4,19%	4,33%
promedio	4,23%		

	AGREGADO GRUESO 1"		
	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
peso muestra humeda	1236,3	1244,4	1253,5
peso muestra seca	1231	1238,7	1248,1
Humedad	0,43%	0,46%	0,43%
promedio	0,44%		

	AGREGADO GRUESO 1/2"		
	ensayo 1	ensayo 2	ensayo 3
peso muestra humeda	1234,3	1245,6	1256,3
peso muestra seca	1227,6	1238	1249,6
Humedad	0,55%	0,61%	0,54%
promedio	0,57%		

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

Cantidad de material fino que pasa por el tamiz No.200 en los agregados I.N.V.E-214-07

MATERIAL : agregado para mezclas asfálticas

FECHA: 16 - 18 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufjso

FUENTE: rio algodonal

B=masa original de muestra seca

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

C=masa de muestra seca despues de lavado

A=porcentaje de material fino que pasa por el tamiz No. 200 por lavado

analisis de material fino que pasa el tamiz No. 200 en agregado para mezclas asfálticas

ensayo No.1	
B	2976,1 gr
C	2818,8 gr
A	5,29%

ensayo No.2	
B	2974,5 gr
C	2817,1 gr
A	5,29%

ensayo No.3	
B	2956,2 gr
C	2782,1 gr
A	5,89%

ensayo No.1	
B	2978,3 gr
C	2816,9 gr
A	5,42%

promedio de ensayos	
B	2971,3 gr
C	2808,7 gr
A	5,47%

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roperro



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN
EL MUNICIPIO DE OCAÑA

Análisis granulométrico de los agregados I.N.V.E-213-07 (promedios de las diferentes granulometrías realizadas)

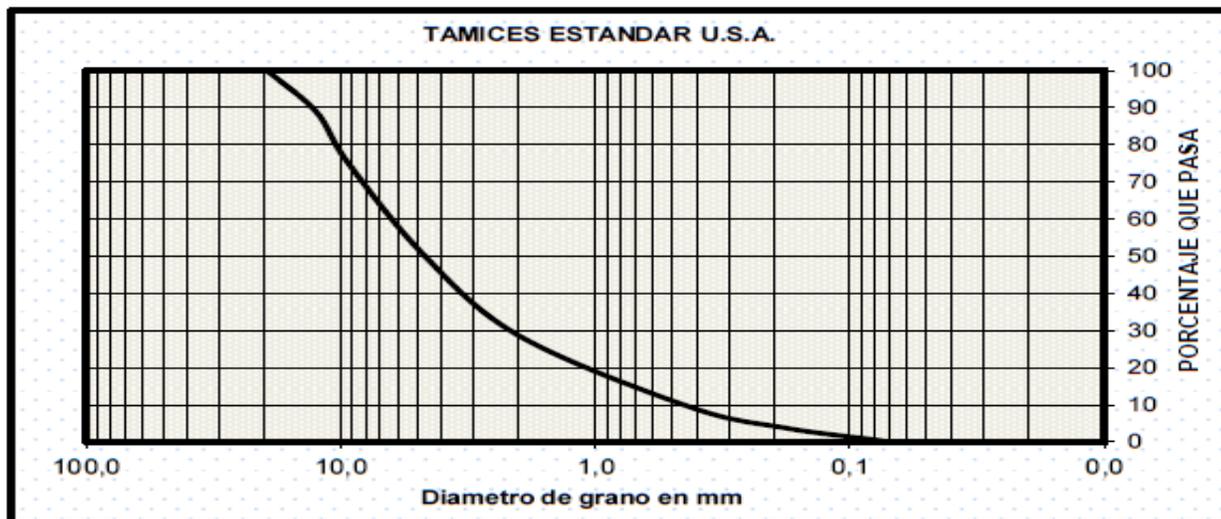
MATERIAL : agregado para mezclas asfálticas

FECHA: 16 - 18 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

promedio					
DIAMETRO(mm)	No. TAMIZ	MASA RETENIDA	PORSENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
19	3/4"	0,0 gr	0,00%	0,00%	100,00%
12,5	1/2"	313,0 gr	10,54%	10,54%	89,46%
9,5	3/8"	370,7 gr	12,47%	23,01%	76,99%
4,75	No. 4	707,1 gr	23,80%	46,81%	53,19%
2	No. 10	614,7 gr	20,69%	67,49%	32,51%
0,43 mm	No. 40	536,9 gr	18,07%	85,56%	14,44%
0,18	No. 80	160,8 gr	5,41%	90,97%	9,03%
0,075	No. 200	96,5 gr	3,25%	94,22%	5,78%
0	fondo	171,7 gr	5,78%	100,00%	0,00%
masa de la muestra		2971,3 gr			



elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN
EL MUNICIPIO DE OCAÑA

Analisis granulometrico de los agregados I.N.V.E-213-07(clasificacion de suelos)

MATERIAL : agregado para mezclas asfálticas

FECHA:16 - 18 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

CLASIFICACION DE SUELOS	
c. unifor , curvatura	
D10=	0,43
D30=	2,2
D60=	6,2
Cu	14,42
Cc	1,82

	masa en %
grava	46,81%
arena	47,72%
finos	5,47%

clasificacion	
AASHTO	A-1a
SUCS	SW

Modulo de finura
3,76

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

indice de aplanamiento y alargamiento I.N.V.E - 230 - 07

MATERIAL : agregado para mezclas asfálticas

FECHA: 19 - 20 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodon

promedio									
TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		# PARTICULAS	PESO PARTICULAS (#)	PESO P. APLANADAS (gr)	PESO P. ALARGADAS (gr)	% P. APLANADAS	% P. ALARGADAS
1/2"	828,4	11,87%	OK	200	828,4	234,175	128,925	28,27%	15,56%
3/8"	857,525	12,28%	OK	200	428,15	83,675	119,975	19,54%	28,02%
1/4"	2022,325	28,97%	OK	200	121,875	29,825	35,65	24,47%	29,25%
pasa 1/4"	3272,475	46,88%	NO	-		-	-	-	-
peso total	6980,725								

% pesos usados	53,12%
indice aplanamiento	24,18%
indice alargamiento	25,91%

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN
EL MUNICIPIO DE OCAÑA

Equivalente de arena I.N.V.E - 133 - 07

MATERIAL : agregado para mezclas asfálticas

FECHA: 22 -24 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: río algodónal

promedio			
probeta	lectura de arcilla(pulg)	lectura de arena(pulg)	equivalente de arena
probeta 1	4,7	3,4	72,34%
probeta 2	4,5	3,6	80,00%
probeta 3	4,5	3,6	80,00%
probeta 4	4,5	3,6	80,00%
promedio total ensayos			78,09%

elaborado por:

Antony Guzman Sarabia

Wilver Lennys Roper



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

Gravedad específica y absorción de agregado grueso I.N.V.E - 222 - 07

MATERIAL : agregado fino para mezclas asfálticas

FECHA:20 - 24 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: rio algodonal

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION	
material	promedio
w pignometro + agua	652,90
w muestra seca	169,40
w superf seca	174,83
w pic + agua+ arena	761,07
gravedad especifica bulk saturada y superficialmente seca(g/cm3)	2,62
gravedad especifica aparente	2,77
gravedad especifica bulk	2,54
absorcion	3,20%

elaborado por:
guzman sarabia

wilver lennys ropero



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
CARACTERIZACION FISICO-MECANICA DE LOS AGREGADOS PETREOS EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA

Gravedad específica y absorción de agregado grueso L.N.V.E - 223 - 07

MATERIAL : agregado grueso para mezclas asfálticas

FECHA: 20 - 24 junio 2014

ELABORADO EN: laboratorio de suelos y pavimento ufps

FUENTE: río algodonal

DENSIDAD APARENTE Y ABSORCION	
material	promedio
peso saturado superficialmente seco	2510,20
peso sumergido mat + peso tamiz	2693,43
peso tamiz sumergido	564,30
peso seco	2466,43
peso sumergido	1564,83
gravedad específica bulk	2,64
gravedad específica bulk sss	2,66
gravedad específica aparente	2,74
absorción	1,77%

elaborado por:

Antony guzman sarabia

wilver lennys ropero