



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**PROYECTO:**

**PREFABRICADOS FUNDICIONES Y DISEÑOS DE MEZCLA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO(A) CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**MARVIN DAVID DIAZ ARRIAGA**

**ASESOR:**

**ING. HECTOR PADILLA**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**JULIO 2019**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA  
UNITEC**

**PRESIDENTE EJECUTIVA  
ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTORA DE OPERACIONES  
ANA LOURDES LAFFITE**

**VICERRECTOR ACADÉMICO  
MARLON ANTONIO BREVE REYES**

**SECRETARIO GENERAL  
ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA  
CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA**

**JEFE ACADÉMICO INGENIERÍA CIVIL  
HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

**CONETSA**

**PROYECTO: PREFABRICADOS, FUNDICIONES Y DISEÑOS DE MEZCLAS  
ETERNA/CONETSA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS**

**EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO**

**INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**“ING. MARIO CARDENAS”**

**DERECHOS DE AUTOR**

**© COPYRIGHT**  
**MARVIN DAVID DIAZ ARRIAGA**

**TODOS LOS DERECHOS SON RESERVADOS**

## **AUTORIZACIÓN**

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Marvin David Diaz Arriaga, de San Pedro Sula autor del trabajo de grado titulado: Práctica Profesional, Proyecto: Actividades varias dentro y fuera de la empresa, CONETSA, presentado y aprobado en el año 2019, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero Civil, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la sala de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los 16 días del mes de julio de dos mil diecinueve.

---

Marvin David Diaz Arriaga

21541016

## HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

---

Ing. Mario Humberto Cárdenas

Asesor Metodológico | UNITEC

---

Ing. Héctor Wilfredo Padilla

Jefe Académico de la carrera

de Ingeniería Civil | UNITEC

---

Ing. Cesar Orellana

Director Académico de La Facultad de Ingeniería | UNITEC

## **DEDICATORIA**

Dedico este informe a Dios por darme siempre las fuerzas para continuar en todas las adversidades, por guiarme y darme la sabiduría para poder tomar las mejores decisiones en las situaciones más difíciles. A mis padres Marvin Efraín Díaz Ponce y Miriam Suyapa Arriaga Solís por confiar en mí, apoyarme en cada una de mis metas, por motivarme a dar lo mejor de mí, por guiarme y aconsejarme a tomar las mejores decisiones y por su amor hacia mí. A mis hermanas Marian Alejandra Díaz Arriaga y Valeria Sofia Díaz Arriaga por estar siempre conmigo apoyándome, aportando buenas cosas a mi vida y por toda la felicidad y amor que me han hecho sentir. A mis abuelos por siempre motivarme a dar lo mejor de mí y seguir adelante. A todos mis maestros por sus enseñanzas, consejos y tiempo que me brindaron. Finalmente, a mis compañeros por ayudarme y apoyarme en mis estudios.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por guiarme y darme la sabiduría para poder tomar decisiones y por haber podido realizar mi práctica profesional en una empresa muy prestigiosa a nivel nacional.

Le doy las gracias a mis padres por apoyarme a llevar a cabo mi práctica profesional y por ayudarme a tomar las mejores decisiones dentro del rubro laboral.

Agradezco a la empresa Eterna/Conetsa la cual es una empresa prestigiosa y conocida por su profesionalismo en sus trabajos y procesos. Le agradezco a la empresa por darme la oportunidad de realizar mi práctica profesional con ellos. Le agradezco al ingeniero Héctor Bustillo por guiarme en los procesos dentro y fuera de la empresa durante la práctica profesional y por brindarme nuevos conocimientos, agradezco todo el apoyo que me dio el ingeniero Bustillo al involucrarme en todas las actividades y reuniones que se llevaron a cabo durante el tiempo de mi práctica profesional.

Le agradezco al ingeniero Héctor Bustillo haberme involucrado en todos los proyectos que realizaba la empresa.

Asimismo, también agradezco a mis compañeros de trabajo ya que siempre estuvieron a la orden para cualquier duda que tuviera y también por realizar las actividades que se requerían en cuanto a los análisis de laboratorio.

## RESUMEN EJECUTIVO

Durante la practica realizada de elementos prefabricados y proyectos de fundición de concreto por parte de la empresa Eterna/Conetsa se realizaron diferentes actividades siendo la de mayor importancia el chequeo o revisión de los agregados producidos por la trituradora ya que se revisaron granulometrías, pesos volumétricos, absorciones, humedades y gravedades específicas. Se observaron todos los procesos de elaboración, fabricación y diseños de elementos prefabricados que se desarrollaban dentro de la empresa siendo los más importantes: Vigas de concreto, bloques, losas prefabricadas, postes pico de lora y tubos de concreto.

Reunión y capacitación con personal calificado de cemento Bijao.

Se obtuvo el conocimiento del diseño de concreto mediante el método de combinación granulométrica el cual se considera que es el mejor ya que con este se puede llegar a obtener el mejor tipo de concreto y con la mayor durabilidad.

Durante diferentes días se pudo ir al plantel olímpico en el cual se encuentra la dosificadora de la empresa Conetsa y en la cual se elabora el concreto para aprender del proceso y poder revisar pesos volumétricos del concreto y porcentajes de aire.

Realización de diseños de mezcla con el personal técnico de Argos y comparaciones de mezclas de concreto entre los dos tipos de cemento: Argos y Bijao.

Ensayos de laboratorio realizados a diferentes mezclas asfálticas que se producían dentro de la empresa.

Se observo el proceso de fundición en dos diferentes proyectos como ser el de Jaragua y el de Valle escondido en el cual se pudo aprender mucho ya que el ingeniero encargado explicaba cada proceso que se iba haciendo y explicaba los elementos en los cuales se debe tener la mayor precaución al momento de realizar una fundición de concreto de gran magnitud.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	2
2.1 Descripción de la empresa.....	2
2.1.1 Misión .....	2
2.1.2 Visión .....	2
2.1.3 Valores de la empresa .....	2
2.1.4 Política de Calidad .....	3
2.2 Descripción del departamento o unidad .....	3
2.3 Objetivos.....	4
2.3.1 Objetivo general .....	4
2.3.2 Objetivos específicos .....	4
CAPÍTULO III. MARCO TEORICO.....	5
3.1 Análisis y elaboración de pruebas de laboratorio en agregados.....	5
3.1.1 Granulometría de agregado grueso y fino.....	5
3.1.2 Densidad, gravedad específica y absorción de los agregados.....	7
3.1.3 Peso unitario suelto y compactado de los agregados.....	7
3.1.4 Extracción de cilindros de concreto .....	8
3.2 Análisis y elaboración de pruebas en asfalto .....	8
3.3 Vigas de hormigón pretensadas.....	9
3.4 Tubería de concreto .....	12
3.5 Diseño de mezclas .....	14

3.5.1 Manejabilidad .....	14
3.5.2 Resistencia y durabilidad del concreto .....	15
3.5.3 La economía de las mezclas de concreto.....	15
3.5.4 Dosificación de una mezcla de concreto.....	16
3.5.5 Propiedades de los materiales que se van a utilizar .....	17
<b>CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO .....</b>	<b>18</b>
SEMANA 1: Del 8 de abril al 13 de abril del 2019.....	18
SEMANA 2: Del 22 de abril al 27 de abril del 2019 .....	24
SEMANA 3: Del 29 de abril al 4 de mayo del 2019.....	27
SEMANA 4: Del 6 de mayo al 11 de mayo del 2019 .....	32
SEMANA 5: Del 13 de mayo al 18 de mayo del 2019.....	36
SEMANA 6: Del 20 de mayo al 25 de mayo del 2019 .....	41
SEMANA 7: Del 27 de mayo al 1 de junio del 2019 .....	46
SEMANA 8: Del 3 de junio al 8 de junio del 2019.....	51
SEMANA 9: Del 10 de junio al 15 de junio del 2019.....	57
SEMANA 10: Del 17 de junio al 22 de junio del 2019 .....	62
Diseño de mezcla 3,000 psi cemento Argos.....	63
Diseño de mezcla 4,000 psi, fecha 9 de mayo del 2019 .....	64
Diseño de mezcla 5,000 psi, fecha 9 de mayo del 2019 .....	65
Diseño de mezcla flexión MR-600 y MR-650, fecha 10 de mayo del 2019 .....	67
Diseño de mezcla 3000, 4000 y 5000 psi, 21 de mayo del 2019 cemento argos .....	68
Rupturas de los cilindros y vigas elaboradas el 21 de mayo, cemento argos .....	69
Diseño de mezcla 3000, 4000 y 5000 psi, fecha 22 de mayo, cemento Tipo I de Bijao.....	70

Rupturas de los cilindros y vigas elaboradas el 21 de mayo del 2019, cemento Bijao .....	71
Diseño de mezcla 3000 psi, fecha 18 de mayo del 2019 cemento Argos.....	72
Diseño de mezcla 4000 psi, fecha 18 de mayo del 2019 cemento Argos.....	74
Diseño de mezcla 3000, 4000 y 5000 psi, fecha 19 de mayo del 2019 cemento Argos .....	75
Diseño de mezcla 3000, 4000 y 5000 psi, fecha 19 de mayo del 2019 cemento Bijao .....	78
SEMANA 11: Del 24 de junio al 29 de junio del 2019 .....	80
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES .....	85
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES .....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	88
ANEXOS .....	89

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Tablas en Excel de análisis granulométrico en gravas y arenas .....	6
Ilustración 2. Curva granulométrica de agregados finos en Excel.....	6
Ilustración 3. Tabla en Excel de gravedad específica y absorción de los agregados .....	7
Ilustración 4. Martillo Marshall para elaborar briquetas de asfalto .....	9
Ilustración 5. Vigas pretensadas finalizadas y lista para transporte.....	11
Ilustración 6. Vigas encofradas listas para fundición.....	11
Ilustración 7. Armado y encofrado de tubo de concreto diámetro 42" .....	12
Ilustración 8. Requisitos para elaboración de tubos de concreto .....	13
Ilustración 9. Características de la tubería de concreto.....	13
Ilustración 10. Manejabilidad del concreto .....	14
Ilustración 11. Pruebas de resistencia en concreto .....	15
Ilustración 12. Dosificaciones del concreto.....	16
Ilustración 13. Tabla de Excel con formato para granulometría.....	18
Ilustración 14. Armado y encofrado para vigas de concreto.....	19
Ilustración 15. Elaboración de tubería de concreto diámetro 42" .....	26
Ilustración 16. Formatos de ensayos de laboratorio.....	27
Ilustración 17. Ruptura de cilindros y vigas.....	29
Ilustración 18. Pruebas de ruptura en bloques.....	29
Ilustración 19. Formato de Excel para diseño de mezcla de concreto.....	30
Ilustración 20. Proceso de elaboración de tubo de concreto de 42" .....	31
Ilustración 21. Plantel Olímpico .....	32

Ilustración 22. Mezcladora de concreto .....	33
Ilustración 23. Contenido de humedad y diseño de concreto.....	33
Ilustración 24. Pesado de los agregados.....	34
Ilustración 25. Colocación de materiales en la mezcladora .....	34
Ilustración 26. Varillado y realización de prueba de revenimiento .....	35
Ilustración 27. Prueba de contenido de aire y peso unitario del concreto .....	35
Ilustración 28. Elaboración de cilindros y vigas .....	36
Ilustración 29. Curado del concreto .....	38
Ilustración 30. Preparación de zona previo a colocación del concreto .....	38
Ilustración 31. Colocación de concreto.....	39
Ilustración 32. Resane de la orilla de la fundición .....	40
Ilustración 33. Colocación de concreto.....	40
Ilustración 34. Punto de llegada final de la etapa de fundición.....	41
Ilustración 35. Contenidos de humedad de los diferentes agregados.....	43
Ilustración 36. Prueba de peso unitario y contenido de aire.....	44
Ilustración 37. Elaboración de cilindros .....	45
Ilustración 38. Proceso de elaboración de los diseños de mezcla .....	45
Ilustración 39. Resumen de ensayos realizados durante la semana.....	46
Ilustración 40. Granulometría de arena para concreto con módulo de finura de 2.91 .....	47
Ilustración 41. Gráfico de granulometría de la arena .....	47
Ilustración 42. Granulometría de la grava de 1 ½" .....	48
Ilustración 43. Gráfico de granulometría grava 1 ½" .....	49
Ilustración 44. Muestra obtenida para realizar ensayos de laboratorio .....	50

Ilustración 45. Extracción de agregados en la trituradora.....	51
Ilustración 46. Curva granulométrica de la grava 1 ½" del 3 de junio del 2019.....	52
Ilustración 47. Curva granulométrica de la grava 1 ½" del 5 de junio del 2019.....	53
Ilustración 48. Curva granulométrica de la grava 1 ½" del 6 de junio del 2019.....	53
Ilustración 49. Curva granulométrica de la grava 1 ½" del 7 de junio del 2019.....	54
Ilustración 50. Tamices para la realización de granulometría .....	55
Ilustración 51. Cálculo de los resultados que se obtienen en granulometría.....	55
Ilustración 52. Graficado de los resultados obtenidos para la arena .....	56
Ilustración 53. Resumen de ensayos realizados .....	56
Ilustración 54. Arena Fina en condición seca lavada .....	58
Ilustración 55. Grava ¾" en condición seca lavada.....	58
Ilustración 56. Dosificadora de concreto.....	59
Ilustración 57. Horno para el secado de la muestra .....	60
Ilustración 58. Juegos de tamices normados para granulometrías.....	61
Ilustración 59. Diseño de mezcla 3,000 psi #1 .....	63
Ilustración 60. Diseño de mezcla 3,000 psi #2 .....	63
Ilustración 61. Contenido de humedad pruebas de concreto 4,000 psi por la mañana.....	64
Ilustración 62. Diseños de mezcla para concreto 4000 psi .....	64
Ilustración 63. Contenido de humedad para las pruebas de diseño de concreto 5000 psi .....	65
Ilustración 64. Contenidos de humedad para diseño de mezcla 5000 psi Diseño #3 .....	65
Ilustración 65. Diseño de mezcla 5000 psi.....	66
Ilustración 66. Contenidos de humedad para diseños de mezcla a flexión MR-600 y MR-650 ....	67
Ilustración 67. Diseño de concreto a flexión MR-600 y MR-650 .....	67

Ilustración 68. Contenidos de humedad para diseño de mezcla con cemento Argos.....	68
Ilustración 69. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Argos.....	68
Ilustración 70. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Argos a 4 Días.....	69
Ilustración 71. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Argos a 7 Días.....	69
Ilustración 72. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Argos a 28 Días .....	70
Ilustración 73. Contenidos de humedad para diseño de mezcla con cemento Bijao.....	70
Ilustración 74. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Bijao.....	71
Ilustración 75. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Bijao a 3 Días.....	72
Ilustración 76. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Bijao a 7 Días.....	72
Ilustración 77. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Bijao a 28 Días .....	72
Ilustración 78. Contenidos de humedad para diseño de mezcla 3000 psi Argos.....	73
Ilustración 79. Resultados de las pruebas de diseño y diseño original con cemento Argos .....	73
Ilustración 80. Contenidos de humedad para diseño de mezcla 4000 psi Argos.....	74
Ilustración 81. Pruebas de diseño 4000 psi y diseño original con cemento Argos.....	74
Ilustración 82. Contenidos de humedad para diseños 3000, 4000 y 5000 psi Argos .....	75
Ilustración 83. Pruebas de diseño 3000 psi y diseño original con cemento Argos.....	75
Ilustración 84. Pruebas de diseño 4000 psi y diseño original, cemento Argos .....	76
Ilustración 85. Pruebas de diseño 5000 psi y diseño original con cemento Argos.....	76
Ilustración 86. Pruebas de diseño 4000 psi 54% Grava y diseño, cemento Argos.....	77
Ilustración 87. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Argos a 1 Día.....	77
Ilustración 88. Contenidos de humedad diseños 3000, 4000 y 5000 psi Bijao.....	78
Ilustración 89. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Bijao.....	78
Ilustración 90. Resultados de las pruebas de diseño original, cemento Bijao .....	79

Ilustración 91. Tensado y armado de las viguetas.....	81
Ilustración 92. Tensado de los cables para las viguetas.....	81
Ilustración 93. Armado de acero de las viguetas prefabricadas.....	82
Ilustración 94. Viguetas recién curadas con antisol.....	82
Ilustración 95. Viguetas prefabricadas finalizadas.....	84
Ilustración 96. Banco de agregados (Arena y Grava) y cargadora.....	89
Ilustración 97. Trituradora para agregados.....	89
Ilustración 98. Preparación del acero para las vigas pretensadas.....	90
Ilustración 99. Preparación de viga prefabricada.....	90
Ilustración 100. Armado del acero para las vigas pretensadas.....	91
Ilustración 101. Colocación de tableros laterales para el encofrado de plywood.....	91
Ilustración 102. Tensado de cables.....	92
Ilustración 103. Encofrado de las vigas con la utilización de plywood y madera como refuerzo.....	92
Ilustración 104. Corte de los cables con oxígeno y acetileno de las vigas.....	93
Ilustración 105. Elaboración de tubería de concreto 42" diámetro.....	93
Ilustración 106. Preparación del tubo de concreto de diámetro 42".....	94
Ilustración 107. Elaboración de cilindros de los tubos de concreto.....	94
Ilustración 108. Gráficos , tablas y pruebas de resistencia a bloques y cilindros.....	95
Ilustración 109. Vigas prefabricadas terminadas y listas para enviar.....	95
Ilustración 110. Pruebas de resistencia en bloques.....	96
Ilustración 111. Extracción de agregados mediante el uso de la trituradora.....	96
Ilustración 112. Preparado de cilindros con material de cabeceo para posterior ruptura.....	97
Ilustración 113. Plantel olímpico, dosificadora de la empresa Conetsa.....	97

Ilustración 114. Elaboración de vigas .....	98
Ilustración 115. Diseños de mezcla .....	98
Ilustración 116. Fundición de concreto Valle Escondido.....	99
Ilustración 117. Curado de la zona previo a colocación de concreto .....	99
Ilustración 118. Mala preparación de sitio para fundición .....	100
Ilustración 119. Concreto colocado en residencial Jaragua.....	100
Ilustración 120. Concreto recién colocado en residencial Valle Escondido .....	101
Ilustración 121. Agregado de aditivo megaflow en diseño de mezclas .....	101
Ilustración 122. Toma de datos obtenidos para pruebas de rupturas.....	102
Ilustración 123. Vigas y cilindros posterior a pruebas de rupturas .....	102
Ilustración 124. Elaboración de cilindros en diseños de mezcla .....	103

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de la cantidad de ensayos de pesos volumétricos realizados.....	22
Tabla 2. Resumen de la cantidad de Granulometrías realizadas en el laboratorio.....	23
Tabla 3. Resumen de la cantidad de gravedades específicas realizadas en el laboratorio.....	23
Tabla 4. Resumen de los ensayos realizados durante la semana .....	26
Tabla 5. Descripción de Estacionamiento realizado y tiempos por cada Mixer .....	41
Tabla 6. Resumen de cantidades utilizadas para los diseños.....	42

## GLOSARIO

**Granulometría:** Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, tal como se determina por análisis de tamices. Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

**Peso unitario / volumétrico:** Es el vínculo existente entre el peso de una cierta sustancia y el volumen correspondiente.

**Gravedad específica:** Relación entre la densidad de una sustancia y la de otra, tomada como patrón, generalmente para sólidos y líquidos se emplea el agua destilada y para gases, el aire o el hidrógeno. También llamada peso específico.

**Módulo de finura:** da una idea del grosor o finura del agregado, por este motivo se prefiere manejar el termino de Modulo de Finura.

**Normas ASTM:** Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés (American Society for Testing and Materials o ASTM International), es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.

**Combinación granulométrica:** Para mejorar un agregado con uno de mejor calidad de modo que el agregado combinado resulte aceptable, o para corregir las deficiencias en la gradación que puedan tener.

**Bacheo:** Reparar los baches de una vía pública.

**Tensado:** Atirantar, poner tensa alguna cosa, como cuerdas, cables, etc.

**Pretensado:** Técnica consistente en someter un material a un sistema de compresiones permanentes, por lo general de sentido opuesto a las que producirán las cargas que se apliquen ulteriormente.

Postensado: aquel hormigón/concreto al que se somete, después del vertido y fraguado, a esfuerzos de compresión por medio de armaduras activas (cables de acero) montadas dentro de vainas.

Cubilete: Recipiente con forma de vaso, un poco más ancho por la boca que por el fondo

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

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

Las pruebas de laboratorio constituyen una parte importante en lo que es el rubro de la construcción ya que estas van desde la etapa inicial de una obra hasta su etapa final, como ejemplo a lo anteriormente mencionado podemos decir que durante la etapa inicial de un proyecto de construcción de un edificio se deben realizar pruebas de laboratorio en el suelo donde se construirá y en la parte final se debe revisar que todo el concreto y materiales hayan cumplido con los requerimientos de las normas según sea el caso.

De las principales pruebas de laboratorio que se realizan en la empresa Eterna/ Conetsa se pueden mencionar las siguientes: Granulometría, Gravedad específica, peso unitario, colorimetría, módulo de finura, y contenido de humedad en todos los agregados que se utilizan. Las pruebas de laboratorio en el ámbito del control de calidad se pueden mencionar: el cheque de mezcla asfáltica, ruptura y elaboración de cilindros, ruptura de bloques, ruptura y elaboración de vigas.

En el ámbito de diseños de mezcla se puede mencionar que esta es una prueba importante y previa a la elaboración de concreto ya que con esta prueba se pueden optimizar los materiales y por ende reducir costos en la elaboración del concreto.

En base a lo anterior se realiza lo que se llama combinación granulométrica para realizar el diseño de mezcla más óptimo en el cual se tenga la menor cantidad de vacíos y una menor cantidad de pasta la cual es la mezcla cemento agua ya que esta es la parte más débil en el concreto. Según lo anterior se debe realizar y comprender que se debe realizar la mejor combinación granulométrica en base a gráficos y tablas.

Los elementos prefabricados constan de una parte importante en la construcción haciendo que las obras avancen mucho más rápido ya que el elemento se fabrica fuera del lugar de la obra y puede ser elaborado antes de la obra. Consta de menores tiempos y costos para el contratista.

## **CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

A continuación, se describe la empresa en la que se realizara la práctica profesional y se especificara tanto la misión, visión y los valores de la empresa.

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

Conetsa es una empresa líder en la industria de la construcción de Honduras con presencia en Panamá, Belice, Guatemala, El Salvador, Costa Rica y Nicaragua, fundada en 1976 y ha realizado más de 400 proyectos con un cumplimiento de un 100%. Conetsa se dedica al diseño, construcción y gestión de obras civiles de cualquier tamaño y complejidad. Se han ejecutado obras de puentes, carreteras, hidroeléctricas, muelles, residenciales, aeropuertos, plantas de tratamiento de aguas y edificios.

Conetsa, también cuenta con un departamento de fabricación y venta de los productos derivados del cemento. Concretos Eterna, más conocida como Conetsa, vende productos de la más alta calidad del país, estos productos incluyen: bloques, concreto, tubos de concreto, pilotes, bovedillas, viguetas y adoquines.

#### **2.1.1 MISIÓN**

Enfocados en satisfacer las exigencias de sus clientes, la compañía aplica políticas de operación que incluyen, políticas de calidad en las obras, precios competitivos, fiel cumplimiento en los plazos de entrega y compromiso por la protección del medio ambiente.

#### **2.1.2 VISIÓN**

La empresa Conetsa S.A. de C.V. con su vasta experiencia busca aportar con sus conocimientos y capacidad a mejorar el "rezago" que en materia de infraestructura tiene este país e igualmente contribuir a la generación de empleo.

#### **2.1.3 VALORES DE LA EMPRESA**

Los valores que acompañan la identidad de Conetsa son la integridad, respeto y excelencia. Gracias a ellos incluyen dentro de su cultura empresarial la responsabilidad para mejorar el medio

ambiente de las comunidades donde operan y mejorar el nivel de vida de sus empleados, ya que los consideran su fortaleza como organización y su activo más valioso. Para Conetsa es fundamental la protección del medio ambiente en todos sus proyectos, para contribuir en el mejoramiento de la calidad de vida de los hondureños.

#### 2.1.4 POLÍTICA DE CALIDAD

Mejorar continuamente sus operaciones y procesos, ha llevado a Conetsa a actualizarse permanentemente. La adquisición de tecnologías de punta y el entrenamiento para la mejora de procedimientos es su objetivo principal. Es así como siguiendo esta premisa, Eterna cuenta con certificaciones tan importantes como la ISO 9001:2008 otorgada por ICONTEC, con el fin de mantener la calidad de sus operaciones y procesos internos durante el desarrollo de sus proyectos.

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD**

La empresa perteneciente al Grupo Eterna del cual hace parte también la empresa Concretos Eterna S.A. (CONETSA) es la responsable de algunas de las mayores edificaciones del país y se ha caracterizado durante más de 30 años de funcionamiento por participar en proyectos que son de alto impacto para el desarrollo económico de Honduras.

Orgullosos de ser una empresa que trabaja con recursos exclusivamente hondureños, Eterna incluye dentro de su portafolio de servicios proyectos de varios tamaños y niveles de complejidad, desde carreteras y puentes hasta proyectos hidroeléctricos. Aunque opera en todo el territorio nacional, actualmente cuenta con tres sucursales establecidas en las ciudades de Tegucigalpa, Comayagua y San Pedro Sula donde tienen su sede principal.

## **2.3 OBJETIVOS**

### 2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Ofrecer ayuda y apoyo en las diferentes zonas dentro y fuera de la empresa Conetsa con los conocimientos obtenidos en la carrera de ingeniería civil.

### 2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Analizar resultados brindados por el laboratorio y verificar que se encuentren dentro de los parámetros requeridos por normas ASTM y de la empresa.
- 2) Revisión de procesos constructivos en obras de prefabricados dentro de la empresa.
- 3) Realizar cálculos y reportes de las diferentes pruebas realizadas en los agregados que se obtiene de la trituradora.
- 4) Ofrecer conocimientos al momento de brindar soluciones para determinados problemas que se presenten.
- 5) Supervisar procesos constructivos fuera de la empresa.

## **CAPÍTULO III. MARCO TEORICO**

Después de comprender los objetivos de la práctica profesional, se lleva a cabo el marco teórico del mismo. Es importante conocer las técnicas, procedimientos, palabras claves, métodos constructivos, precauciones, normas entre otros. Estos temas se estarán tratando en el marco teórico que se presenta a continuación.

### **3.1 ANÁLISIS Y ELABORACIÓN DE PRUEBAS DE LABORATORIO EN AGREGADOS**

Durante la ejecución de proyectos el procedimiento de realizar pruebas en concreto se considera un formalismo que se hace por cumplir, pero no porque su análisis represente importancia para la ejecución de una obra. Sin embargo, este procedimiento es requisito en las licitaciones para obtención de certificaciones o como base para un anticipo económico.

Los controles de calidad se hacen durante la fase de construcción con base en normas técnicas previamente establecidas acorde al país en el que se ejecute el proyecto.

#### **3.1.1 GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO Y FINO**

Este ensayo se realiza para determinar la graduación de partículas de los materiales propuestos para ser utilizados como agregados o cuando ya se utilicen como tal y basándose en las normativas (ASTM C136, ASSHTO T27)

“Con esta práctica se podrá saber la conformidad de una distribución por tamaño de las partículas de la muestra, y así obtener datos importantes para otros ensayos y aplicables en varios casos como por ejemplo la formalización de un diseño de mezcla de concreto” (Consultores geotécnicos, 2015).



**E T E R N I A, S. A. de C.V.**  
INGENIEROS CONTRATISTAS  
DIVISION CONETSA



**E T E R N I A, S. A. de C.V.**  
INGENIEROS CONTRATISTAS  
DIVISION CONETSA

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS PARA CONCRETO**

Agregado: Arena para Concreto Ubicación: Trituradora B-FOR-006 Ver. 2  
Fecha: 5/30/2019 Hora: 9:00am

**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS PARA CONCRETO**

Agregado: #112 Ubicación: Trituradora B-FOR-006 Ver. 2  
Fecha: 5/31/2019 Hora: 8:00 AM

**TERMINACION DE MATERIAL MAS FINO QUE TAMIZ # 200 (POR LAVADO)**

Peso muestra seca sin lavar (grs)	Peso muestra seca lavada (grs)	Pérdida por lavado (grs)	Material más fino que Tamiz # 200 (%)
797.2	785.2	12.0	1.5

**TERMINACION DE MATERIAL MAS FINO QUE TAMIZ # 200 (POR LAVADO)**

Peso muestra seca sin lavar (grs)	Peso muestra seca lavada (grs)	Pérdida por lavado (grs)	Material más fino que Tamiz # 200 (%)
1944.2	1943	1.2	0.1

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

Tamiz	Peso Retenido Individual	Material Retenido (%)	% retenido acumulado	% Pase	Parámetro
0					
1/4					
1					
3/8	0.0	0.00	0.00	100	100
# 4	47.6	6.07	6.07	93.93	90
# 8	152.4	19.42	25.48	74.52	80
# 16	138.1	17.60	43.08	56.92	50
# 30	157.0	20.01	63.09	36.91	25
# 50	163.8	21.64	84.72	15.28	5
# 100	32.8	11.82	96.55	3.45	0
Fondo	27.1	3.45	100.00	0.00	10
Totales =	784.8	MF = 3.19			

**ANALISIS GRANULOMETRICO**

Tamiz	Peso Retenido Individual	Material Retenido (%)	% retenido acumulado	% Pase	Parámetro
2					
1/4					
1					
3/8	0.0	0	0	100	100
# 4	428.8	22.07	22.07	77.93	90
# 8	587.2	30.22	52.30	47.70	40
# 16	920.4	47.37	99.67	0.33	0
# 30	3.1	0.16	99.83	0.17	0
# 50	1.3	0.07	99.90	0.10	
# 100	0.7	0.04	99.93	0.07	
Fondo	0.6	0.03	99.96	0.04	
# 200	0.4	0.02	99.98	0.02	
Fondo	0.3	0.02	100.00	0.00	
Totales =	1942.8	MF = 6.52			

**RESULTADOS DE COLORIMETRIA (ASTM C-40)**

Color 1	Color 2	Color 3	Color 4	Color 5

**RESULTADOS DE COLORIMETRIA (ASTM C-40)**

Color 1	Color 2	Color 3	Color 4	Color 5

Observaciones:

Observaciones:

ELABORADO POR: UAN CARLOS CARRANZ.

Elaborado por

Revisado y aprobado por

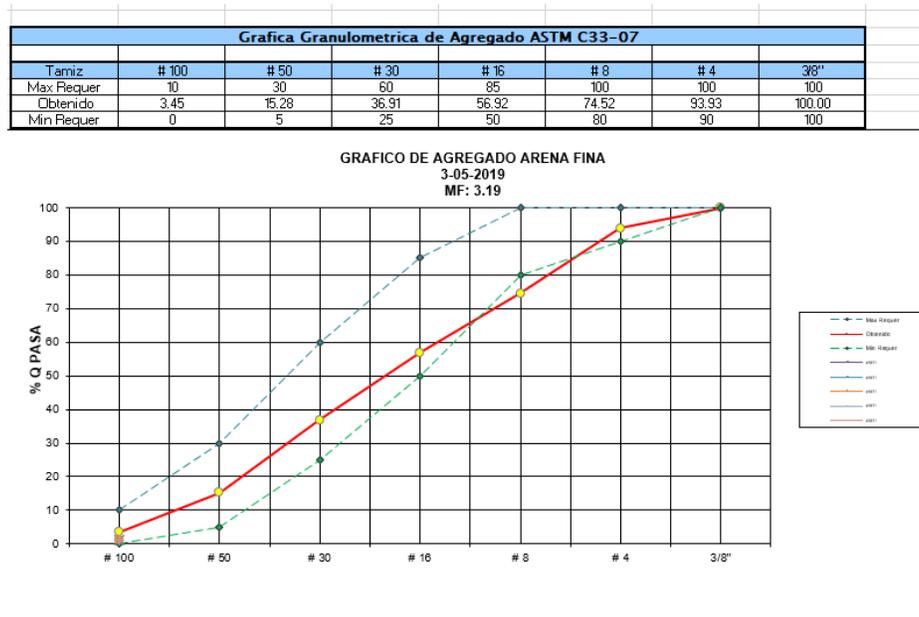
ELABORADO POR: UAN CARLOS CARRANZ.

Elaborado por

Revisado y aprobado por

**Ilustración 1. Tablas en Excel de análisis granulométrico en gravas y arenas**

Fuente: Propia



**Ilustración 2. Curva granulométrica de agregados finos en Excel**

Fuente: Propia

### 3.1.2 DENSIDAD, GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

Este ensayo define la densidad, gravedad específica y absorción del agregado grueso mediante un conjunto de pruebas en el laboratorio que se rige por la norma (ASTM C127). Cabe mencionar que el método no define el volumen de huecos entre partículas, además no se puede realizar a muestras de agregados con peso ligero.

 <b>E T E R N I A, S. A. de C.V.</b> INGENIEROS CONTRATISTAS DIVISIÓN CONETSA						
<b>Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos</b>						
<b>LAB-FOR-008</b>						
<b>Version 2</b>						
<b>Procedencia de la Muestra:</b>	<b>Trituradora</b>					
<b>Uso Propuesto del Material:</b>	<b>Concreto y Bloques</b>					
<b>Fecha:</b>	<b>12-abr.-19</b>					
<b>Agregado:</b>	<b>Grava ½"</b>					
N°	DESCRIPCION	CALCULO	UNIDAD	ENSAYO 1	ENSAYO 2	Promedio
1	Peso de Recipiente		grs	1020	1020	
2	Peso de Recipiente + Muestra Saturada con Superficie Seca en Aire	1+3	grs	4020	4020	
3	Peso Material en condicion Saturada Superficie Seca en aire, $W_{oss}$		grs	3000	3000	
4	Peso de Recipiente suspendido en agua		grs	890	890	
5	Peso de recipiente y material suspendido en agua en condicion Saturada Superficie Seca		grs	2770	2766	
6	Peso de material saturado suspendido en agua, $W_{ms}$	5-4	grs	1880	1876	
7	Peso de Recipiente + Material seco a peso constante	8+1	grs	3971	3971	
8	Peso de Material seco a peso constante, $W_o$		grs	2951	2951	
9	Peso Especifico (densidad relativa) de material seco, $G_s$	$8 / (3 - 6)$		2.635	2.625	
10	Peso Especifico (densidad relativa) de material saturado superficie seca, $G_{ss}$	$3 / (3 - 6)$		2.679	2.669	2.674
11	Peso especifico ( densidad relativa ) aparente de material, $G_p$	$8 / (8 - 6)$		2.755	2.745	
12	Absorcion de material, $Ab_s$	$(3 - 8) / 8 * 100$	%	1.660	1.660	1.660
				<b>Peso Especifico <math>G_{ss}</math> promedio :</b>	<b>2.674</b>	
				<b>% de Absorcion Promedio :</b>	<b>1.660</b>	
<b>Observaciones:</b>						

**Ilustración 3. Tabla en Excel de gravedad específica y absorción de los agregados**

Fuente: Propia

### 3.1.3 PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS

(ASTM C29)

“Con esta prueba se puede definir el peso unitario de los agregados y el cemento en una condición suelta o compactada según sea el requerimiento del resultado final y según la norma (ASTM C29). El ensayo es aplicable a agregados que no excedan las 5 pulgadas” (Das, 2013)

### 3.1.4 EXTRACCIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

Esta práctica consiste en el muestreo de cilindros del concreto recién mezclado en el área de trabajo para posteriormente definir su resistencia en el laboratorio el cual es normado por la (ASTM C175). Este muestreo se realiza al concreto recién mezclado de batidoras y camiones, según lo requiera el cliente. Pd. Se debe programar la fecha de visita al sitio con el personal a cargo.

### 3.2 ANÁLISIS Y ELABORACIÓN DE PRUEBAS EN ASFÁLTO

El asfalto ha sido utilizado en carreteras desde la antigüedad ya que tiene ciertas características físicas que le permiten su uso como aglutinante en la mezcla asfáltica.

El asfalto es un material altamente impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes" (Coronado, 2002)

Es muy importante considerar que la muestra del ligante asfáltico debe ser representativa y de mantenerse almacenada debe usarse el recipiente adecuado y bajo condiciones de almacenamiento óptimas para evitar contaminación o alteración de las propiedades de la muestra.

Es importante considerar que para la elaboración de los ensayos en asfalto hay que avocarse a las siguientes normativas:

- Viscosidad a 60 °C (ASTM D2171).
- Viscosidad Cinemática a 135 °C (ASTM D2170).
- Penetración a 25 °C (ASTM D 5).
- Punto de inflamación con copa abierta Cleveland (ASTM D92).
- Solubilidad en tricloroetileno (ASTM D70).
- Ensayo de película delgada (ASTM D1754).
- Viscosidad a 60 °C, al residuo del ensayo de película delgada (ASTM D2171).
- Ductilidad a 25 °C, al residuo del ensayo de película delgada (ASTM D113).



**Ilustración 4. Martillo Marshall para elaborar briquetas de asfalto**

Fuente: Propia

### **3.3 VIGAS DE HORMIGÓN PRETENSADAS**

Como introducción al tema de concreto pretensado se brinda una breve definición: se le denomina hormigón pretensado (en algunos lugares de Hispanoamérica concreto preesforzado) a la tecnología de construcción de elementos estructurales de hormigón sometidos a esfuerzos de compresión previos a su puesta en servicio. Dichos esfuerzos se consiguen mediante barras, alambres o cables de alambres de acero que son tensados y anclados al hormigón.

“Las vigas de hormigón pretensado son vigas de hormigón cuya armadura está formada por tendones de acero de alta resistencia (armadura activa) a la que se aplica una fuerza de tesado controlada que produce una presolicitación del hormigón a compresión” (Zarepta, 2013).

El uso de las vigas de hormigón pretensado trae consigo principales ventajas como ser los siguientes según lo que nos menciona: (Construpedia, 2018):

#### -Resistencia Estructural

El uso de la técnica del pretensado en el hormigón, dota a éste de una mayor resistencia, aportando un esfuerzo de compresión interno que contrarresta el esfuerzo de tracción que producen las cargas de los elementos estructurales.

#### -Durabilidad

Una de las grandes ventajas de las piezas pretensadas es la eliminación de fisuras y agrietamientos en todas las etapas de carga. Esta ausencia de agrietamientos supone una mayor capacidad de la estructura para soportar cargas, impactos, vibraciones y golpes, a la vez que reduce al mínimo la posibilidad de corrosión del acero, aumentando así la durabilidad de la construcción.

#### -Ahorro

El uso de pretensados de hormigón permite salvar grandes luces en la construcción debido a la longitud de las piezas, a la vez que aporta un ahorro de material y ligereza. Un ejemplo lo encontramos en la utilización de vigas pretensadas de hormigón para el cerramiento de techos en espacios muy amplios, tales como naves industriales, que permite aportar una mayor luminosidad. En el uso de cerramientos para parqueos por ejemplo, el uso de placas de hormigón permite una mayor separación de columnas de carga, con lo que se consigue mayor aprovechamiento del espacio y un importante ahorro en material.

#### -Diseño

Con elementos pretensados de hormigón se obtienen elementos arquitectónicos más eficientes y esbeltos, a la vez que sus posibilidades son infinitas en la construcción.

#### -Altas Producciones

Gracias a tecnología como Tensyland, la producción en serie de vigas y placas de hormigón que aportan soluciones a todas las fases del proceso, permiten mayor control de calidad, reducción de costos, y una alta producción, con lo que puede dar respuesta a proyectos arquitectónicos de gran envergadura.

#### -Rapidez de construcción.



**Ilustración 5. Vigas pretensadas finalizadas y lista para transporte**

Fuente: Propia



**Ilustración 6. Vigas encofradas listas para fundición**

Fuente: Propia

### 3.4 TUBERÍA DE CONCRETO

Las tuberías de concreto reforzado son utilizadas mayormente para caudales de agua relativamente altos y también son recomendados para uso en carreteras o puentes ya que estos tienen una resistencia mucho mayor a los elaborados comúnmente.

“Las tuberías de concreto presentan diferentes características que las hacen idóneas para la conducción de fluidos sean estos desechos industriales, aguas pluviales, aguas negras o aguas potables en diversas situaciones de suelo, rellenos o cargas externas” (Anonimo, 2015)

Características:

- No presenta problemas de flotación.
- El 85% de la resistencia es aportada por la tubería.
- Resistencia al fuego.
- Soporta agua agresiva con recubrimientos especiales y aditivos.
- Por ser la tubería rígida las deformaciones son mínimas.

Los tamaños de los tubos de concreto más comunes en diámetro son los siguientes:

12", 16", 19", 24", 30", 36", 42", 48", 60", 72"



**Ilustración 7. Armado y encofrado de tubo de concreto diámetro 42"**

Fuente: Propia

Requisitos de diseño para tubos de concreto reforzado por Grado													
Carga M para producir la primera grieta:		de 0.25 mm 50 N/m <sup>2</sup> mm (5,1 kgf/m <sup>2</sup> mm)		de 0.25 mm 70 N/m <sup>2</sup> mm (7,1 kgf/m <sup>2</sup> mm)		de 0.25 mm 95,8 N/m <sup>2</sup> mm (9,8 kgf/m <sup>2</sup> mm)		de 0.25 mm 144 N/m <sup>2</sup> mm (14,7 kgf/m <sup>2</sup> mm)		de 0.25 mm 180 N/m <sup>2</sup> mm (18,3 kgf/m <sup>2</sup> mm)			
Carga M para producir una ruptura:		75 N/m <sup>2</sup> mm (7,6 kgf/m <sup>2</sup> mm)		100 N/m <sup>2</sup> mm (10,2 kgf/m <sup>2</sup> mm)		144,0 N/m <sup>2</sup> mm (14,7 kgf/m <sup>2</sup> mm)		180 N/m <sup>2</sup> mm (18,3 kgf/m <sup>2</sup> mm)					
		Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de tubo Resistencia del concreto 27,6 Mpa (280 kgf/cm <sup>2</sup> )		Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de tubo Resistencia del concreto 27,6 Mpa (280 kgf/cm <sup>2</sup> )		Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de tubo Resistencia del concreto 34,5 Mpa (350 kgf/cm <sup>2</sup> )		Refuerzo cm <sup>2</sup> /m de pared de tubo Resistencia del concreto 41,4 Mpa (420 kgf/cm <sup>2</sup> )					
Diámetro interno		Grado 1		Grado 2		Grado 3		Grado 4					
		Pared B		Pared B		Pared B		Pared B					
Nom (Dn) mm	Real (Dn) mm	Resistencia en kgf/m Método de los tres apoyos		Resistencia en kgf/m Método de los tres apoyos		Resistencia en kgf/m Método de los tres apoyos		Resistencia en kgf/m Método de los tres apoyos		Resistencia en kgf/m Método de los tres apoyos			
		Esesor de pared (mm)	Carga para la grieta	Carga máxima	Esesor de pared (mm)	Carga para la grieta	Carga máxima	Esesor de pared (mm)	Carga para la grieta	Carga máxima	Esesor de pared (mm)	Carga para la grieta	Carga máxima
300	305	51	1 555	2 318	51	2 165	3 111	51	2 989	4 483	51	4 483	5 581
380	381	57	1 943	2 896	57	2 705	3 886	57	3 733	5 600	57	5600	6 972
450	457	63	2 330	3 473	63	3 244	4 661	63	4 479	6 718	63	6 717	8 363
610	610	76	3 111	4 636	76	4 331	6 222	76	5 978	8 967	76	8 967	11 163
760	762	89	3 886	5 791	89	5 410	7 772	89	7 468	11 201	89	11 201	13 944
910	914	101	4 661	6 946	101	6 489	9 322	101	8 957	13 436	101	13 435	16 726
1 070	1 067	114	5 441	8 109	114	7 576	10 883	114	10 457	15 685	114	15 685	19 526
1 220	1 219	127	6 217	9 264	127	8 655	12 434	127	11 946	17 919	127	17 919	22 307
1 370	1 371	140	6 992	10 419	140	9 734	13 984	140	13 436	20 154	140	20 153	25 089
1 520	1 524	152	7 772	11 582	152	10 820	15 545	152	14 935	22 403	a	22 403	27 889
1 830	1 829	178	9 328	13 900	178	12 986	18 655	178	17 924	26 886	a	26 886	33 470
2 130	2 134	203	10 218	16 218	228	15 151	21 767	203	20 913	31 370	a	31 369	39 052
2 440	2 438	228	12 434	18 529	279	17 310	24 868	229	23 893	35 839	a	35 838	44 615
3 050	3 048	279	---	---	---	---	---	279	29 871	44 806	a	44 805	55 778

Fuente basada en NMX - C - 402

### Ilustración 8. Requisitos para elaboración de tubos de concreto

Fuente: N/MX-402

Como se puede apreciar en la ilustración anterior se muestran los requisitos para el diseño de los tubos de concreto reforzado según su grado.

Características de la Tubería de Concreto				
Diámetro	Grado		Recubrimiento PAD y PVC	HINCA con Virola
	Simple	Reforzado		
15	1 y 2	N/A.	N/A.	N/A.
20				
25				
30				
38				
45				
61	1, 2, 3 y 4	SI	SI	SI
76				
91				
107				
122	N/A.	SI	SI	SI
152				
183				
213				
244				
305				

### Ilustración 9. Características de la tubería de concreto

Fuente: N/MX-402

Según la ilustración anterior se pueden observar las características que presentan los tubos de concreto según su grado o recubrimiento.

### 3.5 DISEÑO DE MEZCLAS

“Es importante saber que se han realizado una gran cantidad de trabajos relacionados con los aspectos teóricos del diseño de mezclas de concreto, en buena parte se entiende que el diseño de mezcla es un procedimiento empírico, y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada así como la manejabilidad apropiada para un tiempo determinado, además se debe diseñar para unas propiedades que el concreto debe cumplir cuando una estructura se coloca en servicio” (Osorio, 2013).

#### 3.5.1 MANEJABILIDAD

Como aspecto importante durante el diseño de mezclas de concreto se puede destacar lo que es la manejabilidad del concreto en la cual podemos decir que es importante que el concreto se diseñe con la manejabilidad adecuada para la colocación la cual depende principalmente de las propiedades y características de los agregados y la calidad del cemento. Cuando se necesita mejorar las propiedades de manejabilidad, se puede pensar en incrementar la cantidad de mortero.



**Ilustración 10. Manejabilidad del concreto**

Fuente: (Anonimo, 2015)

### 3.5.2 RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL CONCRETO

Uno de los aspectos más importantes es la resistencia y durabilidad que es a primera característica que se buscara. El concreto es diseñado para una resistencia mínima a compresión. Esta especificación de la resistencia puede tener algunas limitaciones cuando se especifica con una máxima relación agua cemento y se condiciona la cantidad de material cementante. Es importante asegurar que los requisitos no sean mutuamente incompatibles. O en algunos casos la relación agua/material cementante se convierte en la característica más importante por tema de durabilidad.



**Ilustración 11. Pruebas de resistencia en concreto**

Fuente: (Consultores geotecnicos, 2015)

### 3.5.3 LA ECONOMÍA DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO

El aspecto de la economía de la mezcla es muy importante y es por ello que se busca el diseño que cumpla con todas las características y con el menor costo posible. El costo de la elaboración de una mezcla de concreto está constituido básicamente por el costo de los materiales, equipo y mano de obra.

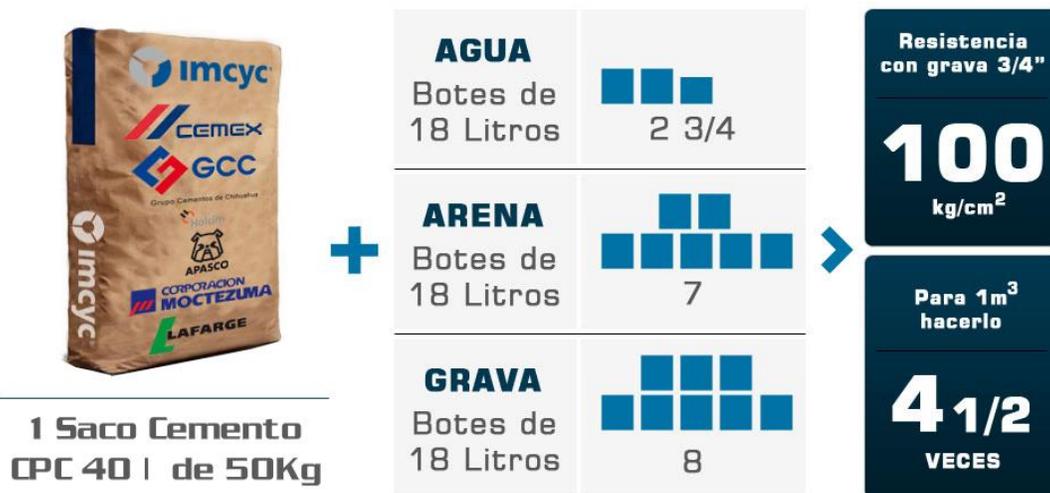
La variación en el costo de los materiales se debe a que el precio del cemento por kilo es mayor que el de los agregados y de allí, que la proporción de estos últimos minimice la cantidad de cemento sin sacrificar la resistencia y demás propiedades del concreto. La diferencia en costo

entre los agregados generalmente es secundaria; sin embargo, en algunas localidades o con algún tipo de agregado especial pueden ser suficientes para que influya en la selección y dosificación. El costo del agua usualmente no tiene ninguna influencia, mientras que el de los aditivos puede ser importante por su efecto potencial en la dosificación del cemento y los agregados.

### 3.5.4 DOSIFICACIÓN DE UNA MEZCLA DE CONCRETO

Las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con dichas características con los materiales disponibles, se logra mediante el sistema de prueba y error o el sistema de ajuste y reajuste.

Dicho sistema consiste en preparar una mezcla de concreto con unas proporciones iniciales y calculadas por diferentes métodos. A la mezcla de prueba se le realizan los diferentes ensayos de control de calidad como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión.



**Ilustración 12. Dosificaciones del concreto**

Fuente: (Osorio, 2013)

### 3.5.5 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES QUE SE VAN A UTILIZAR

Las propiedades que se deben verificar en los agregados al momento de realizar diseños de mezcla son los siguientes:

- Granulometría
- Módulo de finura de la arena
- Tamaño máximo de la grava
- Densidad aparente de la grava y de la arena
- Absorción del agrava y de la arena
- Masa unitaria compacta de la grava
- Humedad de los agregados inmediatamente antes de hacer las mezclas
- Densidad del cemento

## CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

En el capítulo se pretende explicar los trabajos con las que se apoyó a la empresa, así como también se detalla con ilustraciones y tablas para la mejor comprensión del trabajo desarrollado. Se describen todas las actividades realizadas desglosadas por semana.

### SEMANA 1: DEL 8 DE ABRIL AL 13 DE ABRIL DEL 2019

El día 8 de abril se recibe una explicación del campo en el que se será asignado por parte del ingeniero jefe: Ingeniero Héctor Bustillo, una vez definido el lugar de trabajo se procede a dar una visita para conocer el personal y las zonas de la empresa, siendo lo mas importante la parte de laboratorio, tubera, bloquera, banco de agregados, trituradora y bancada, conociendo así también al personal encargado de cada zona.

Como primera actividad desarrollada se realizó la granulometría de la arena fina que se utiliza para la elaboración de la mezcla asfáltica dando como resultado una curva granulométrica dentro de parámetros especificados por la norma ASTM C-136. Adicionalmente se revisó que la granulometría de la arena para esta mezcla asfáltica cumpliera dentro de las tablas que especifica ETERNA para sus mezclas asfálticas.

EJERNA, S. A. de C.V.					
INGENIEROS CONTRATISTAS					
DIVISIÓN CONETSA					
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS PARA CONCRETO</b>					
Agregado: Arena para Concreto	Ubicación: Trituradora IB-FOR-006				
Fecha: 4/29/2019	Hora: 9:00am Ver. 2				
<b>DETERMINACIÓN DE MATERIAL MAS FINO QUE TAMIZ # 200 (POR LAVADO)</b>					
Peso muestra seca sin lavar (grs)	Peso muestra seca lavada (grs)	Pérdida por lavado (grs)	Material más fino que Tamiz # 200 (%)		
1098.7	1083.6	15.1	1.4		
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>					
Tamiz	Peso Retenido Individual	Material Retenido (%)	% retenido acumulado	% Pase	Parámetro
0					
12 $\phi$					
1					
3 $\phi$					
5 $\phi$					
3/8	0.0	0.00	0.00	100	100
# 4	91.4	8.44	8.44	91.56	90
# 8	297.6	27.47	35.91	64.09	80
# 16	221.7	20.47	56.37	43.63	50
# 30	192.5	17.77	74.14	25.86	25
# 50	162.8	15.03	89.17	10.83	5
# 100	86.5	7.98	97.16	2.84	0
Fondo	30.8	2.84	100.00	0.00	
Totales =	1083.3	MF =	3.61		
<b>RESULTADOS DE COLORIMETRÍA (ASTM C-40)</b>					
Color 1	Color 2	Color 3	Color 4	Color 5	

**Ilustración 13. Tabla de Excel con formato para granulometría**

Fuente: Propia

Asimismo, también se revisó la mezcla asfáltica que está siendo elaborada por la empresa ETERNA dando como resultado valores dentro de los parámetros requeridos por la empresa.

Se realizan rupturas de diferentes vigas de concreto MR 600 a 7 días, realizado en la empresa OPC en Puerto Cortes, Vigas obtenidas de la zona Bache #6 en tiempo de la tarde noche.

Los resultados obtenidos para las dos vigas fueron de MR 644 y 699 dando un porcentaje de 107% y 117% de la resistencia requerida a 7 días para el concreto.

Como actividades en la bancada se cortaron los cables de una viga pretensada y para ello se utilizó oxígeno y acetileno.

Al día siguiente se preparó la zona de la bancada para realizar el encofrado de 3 nuevas vigas pretensadas y como actividad previa se movieron las vigas ya elaboradas y pasaron al proceso de curado de las mismas.

Una vez que se tiene preparada la zona se procede a tensar los cables de  $\frac{1}{2}$ " que se requieren para las 3 nuevas vigas y se realiza el armado del acero. Para el proceso de preparación de las vigas se utilizaron quesitos y se encofro con plywood y madera.

En continuación a lo anterior se montaron las vigas previamente realizadas sobre un camión para su respectivo transporte hacia la zona de Choluteca lugar en el que se está realizando un puente en el cual se requieren estas vigas.



**Ilustración 14. Armado y encofrado para vigas de concreto**

Fuente: Propia

Dentro del laboratorio se realizaron los pesos volumétricos tanto suelto como compactada de la arena fina, grava  $\frac{3}{4}$ " , grava  $\frac{1}{2}$ " y grava  $1\frac{1}{2}$ " que se tenía en stock dentro del plantel para su revisión, estando todos los resultados dentro de los parámetros requeridos por la norma ASTM C-29.

Asimismo, se realizó la granulometría de la arena fina, grava  $1\frac{1}{2}$ " y grava  $\frac{3}{4}$ " que se tenían ya en stock obteniendo resultados dentro de la norma ASTM C-136.

El procedimiento para la realización de Granulometría para todos los tamaños de agregados son los siguientes

- Paso 1. Se homogeniza o se mezcla el agregado que está en stock con una cargadora.
- Paso 2. Se toma la muestra de diferentes puntos de lo homogenizado previamente.
- Paso 3. Realización del cuarteo en los agregados.
- Paso 4. Se toma una muestra con el peso requerido por la norma ASTM C-136.
- Paso 5. Se toma peso de la muestra seca y de la muestra lavada.
- Paso 6. Tamizado del material ya pesado con el uso de los diferentes tamaños de tamices especificados por la norma.
- Paso 7. Cálculo de los resultados obtenidos.
- Paso 8. Graficado de los resultados en la curva granulométrica. Utilizando Excel para graficar.

Procedimiento para la realización del Peso volumétrico o peso unitario para todos los tamaños:

- **Peso volumétrico compactado**

- Paso 1. Se cuarteo la muestra de agregado.
- Paso 2. Colocar el material dentro del cilindro, realizando esto en 3 partes.
- Paso 3. En cada tercio relleno se dan 20 golpes con la varilla y 12 golpes con el martillo de goma.

-Paso 4. Se pesa el cilindro con la muestra.

-Paso 5. Se resta el peso del recipiente a lo obtenido.

-Paso 6. Dividir el peso obtenido de la muestra entre el volumen del recipiente dando el peso unitario.

- Peso volumétrico suelto

-Paso 1. Se cuartea la muestra de agregado.

-Paso 2. Colocar el material dentro del cilindro dejándolo caer desde un poco de altura

-Paso 3. Se pesa el cilindro con la muestra.

-Paso 4. Se resta el peso del recipiente a lo obtenido.

-Paso 5. Dividir el peso obtenido de la muestra entre el volumen del recipiente dando el peso unitario.

Como procedimiento para el cortado de los cables de la viga pretensada se debe tener el cuidado de que se corten los cables de afuera hacia adentro utilizando oxígeno y acetileno realizando el corte de ambos lados de la viga simultáneamente.

Para mover y colocar las vigas en el camión se utilizó una grúa.

Como procedimiento para el tensado de los cables se utiliza una maquina especial para ello, la cual tensa el cable a la cantidad calculada.

El armado del acero para la viga se hace a mano obteniendo los datos de un detalle. Se fija el acero con alambre amarre y se colocan quesitos de concreto debajo del acero para evitar que este quede en contacto con el suelo. Para encofrar se coloca el plywood alrededor de la viga y después se refuerza con madera.

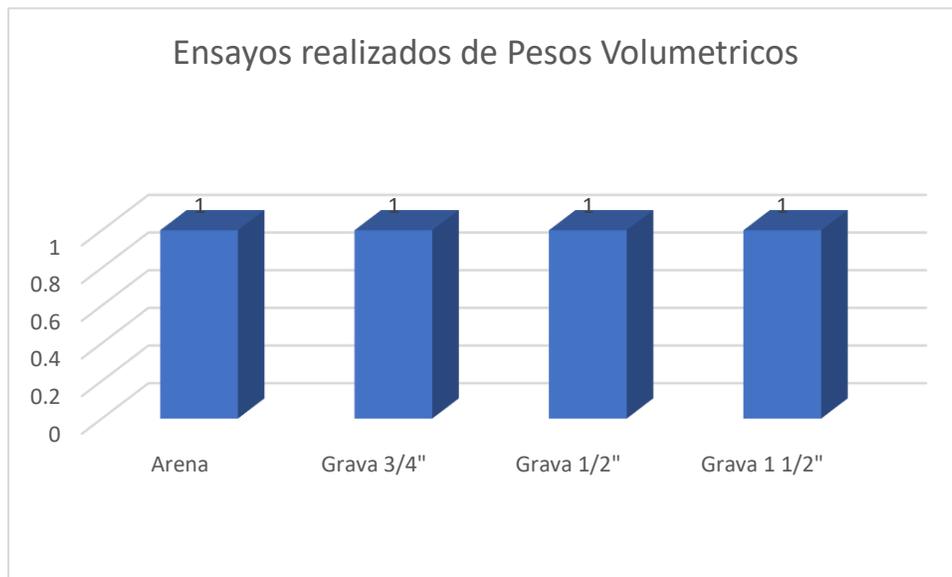
En cuanto a la revisión de la calidad de los agregados se basa en el uso de las normas ASTM tanto para la granulometría como para el peso volumétrico.

El rendimiento para encofrar fue de 1 día para 3 vigas. El tiempo para armar el acero fue de 1 día para las 3 vigas. Para el tensado de los 22 cables tomo 1 hora 30 minutos en total.

Se pudo apreciar que lo aprendido en la realización de la granulometría y el peso volumétrico es completamente el mismo al aprendido en la universidad mientras que para el tensado de los cables el proceso es el mismo al visto en visitas brindadas por la universidad.

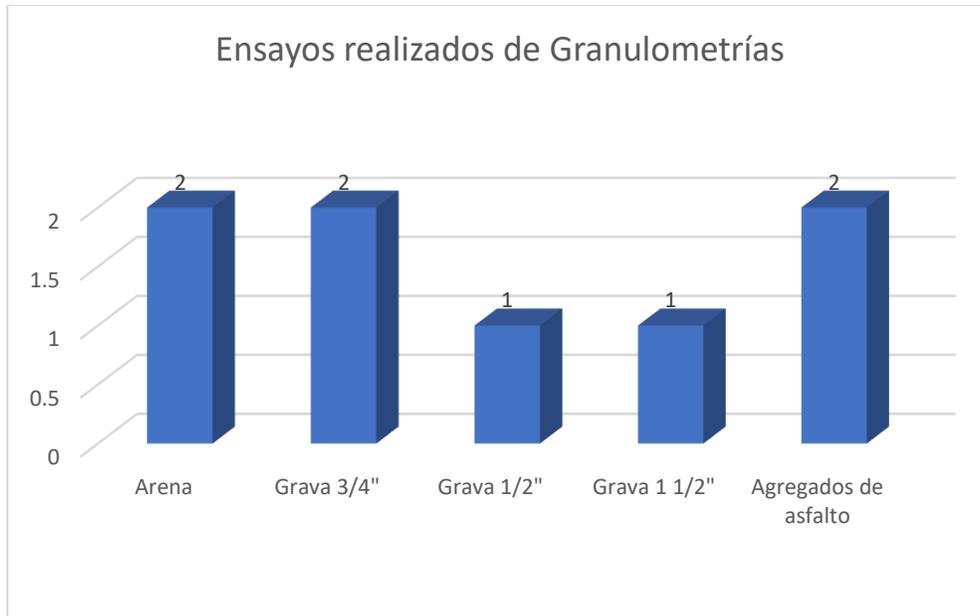
Como aporte se analizan que los datos de granulometría estén dentro de las normas, en caso de que los resultados de la granulometría no estén dentro de los requeridos se debe hablar con el encargado de la trituradora para hacer las correcciones en las mallas de la trituradora.

Resumen de las pruebas realizadas en el laboratorio:



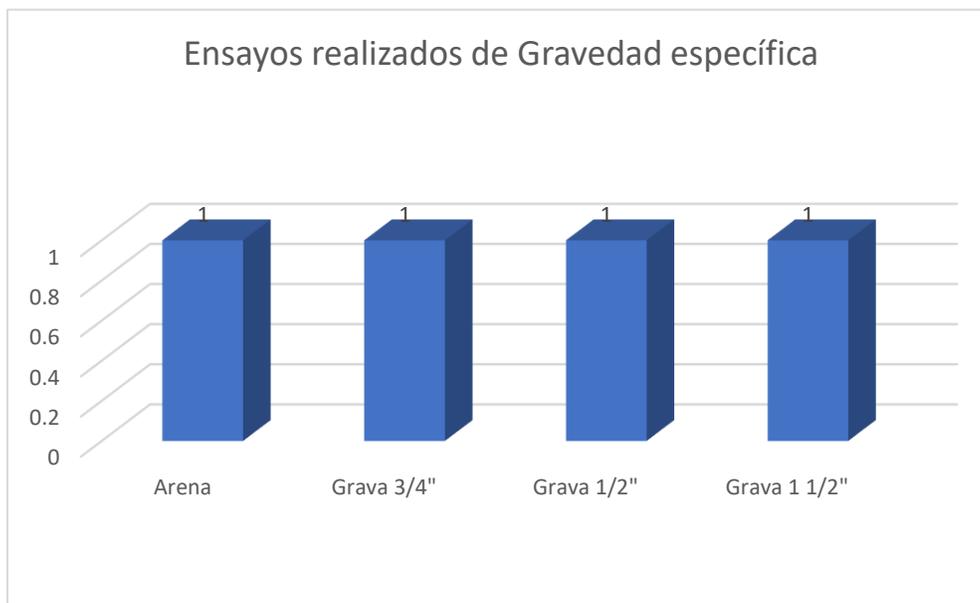
**Tabla 1. Resumen de la cantidad de ensayos de pesos volumétricos realizados**

Fuente: Propia



**Tabla 2. Resumen de la cantidad de Granulometrías realizadas en el laboratorio**

Fuente: Propia



**Tabla 3. Resumen de la cantidad de gravedades específicas realizadas en el laboratorio**

Fuente: Propia

## **SEMANA 2: DEL 22 DE ABRIL AL 27 DE ABRIL DEL 2019**

Se realizó la granulometría de la arena fina que se utiliza para la elaboración de la mezcla asfáltica, concreto y bloques, dando como resultado una curva granulométrica dentro de parámetros especificados por la norma ASTM C-136. Adicionalmente se revisó que la granulometría de la arena para esta mezcla asfáltica cumpliera dentro de las tablas que especifica ETERNA para sus mezclas asfálticas.

El procedimiento para la realización de Granulometría para todos los tamaños de agregados son los siguientes

- Paso 1. Se mezcla el agregado que está en stock con una cargadora.
- Paso 2. Se toma la muestra de diferentes puntos de lo mezclado.
- Paso 3. Realización del cuarteo en los agregados.
- Paso 4. Se toma una muestra con el peso requerido por la norma ASTM C-136.
- Paso 5. Se toma peso de la muestra seca y de la muestra lavada.
- Paso 6. Tamizado del material ya pesado con el uso de los diferentes tamaños de tamices especificados por la norma.
- Paso 7. Cálculo de los resultados obtenidos.
- Paso 8. Graficado de los resultados en la curva granulométrica. Utilizando Excel para graficar.

Se reviso la mezcla asfáltica que está siendo elaborada por la empresa ETERNA dando como resultado valores dentro de los parámetros requeridos por la empresa.

Ruptura de cilindros de concreto para tubos de diámetro 42" tanto a 3 como a 8 días, realizados por la empresa Conetsa.

Los resultados obtenidos para los cilindros fueron de 3510 psi o 88% de su resistencia requerida siendo este resultado a 3 días mientras que la prueba realizada a 8 días obtuvo una resistencia de

435 psi o un 108% de su resistencia requerida. Resistencia requerida para concreto de tubos de 42" es 4000 psi.

Se cortaron los cables de una viga pretensada y para ello se utilizó oxígeno y acetileno. Se preparo la zona para realizar el encofrado de 3 nuevas vigas pretensadas. Se movieron las vigas ya elaboradas y pasaron al proceso de curado de las mismas. Tensado de los cables de 1/2" que se requieren para las 3 nuevas vigas y se realiza el armado del acero para las vigas. Para el proceso de preparación de las vigas se utilizaron quesitos y se encofro con plywood y madera, seguidamente se monta la viga previamente realizada sobre un camión para su transporte.

Se realiza una revisión a la producción de mezcla asfáltica a diario de tal modo que se revisó tanto el porcentaje de asfalto, incrementos, granulometría de los agregados utilizados, y su densidad compactada.

La granulometría de la arena fina obteniendo resultados dentro de la norma ASTM C-136.

Se realizo el diseño para una mezcla de concreto 4000 psi con agregados: arena, grava 1 1/2" y grava 3/4" mediante el proceso de granulometría combinada o empaquetado de agregados. Se colocan los resultados en los gráficos para revisar si su granulometría está dentro de los máximos y mínimos requeridos.

Asimismo, también se realizó el diseño para una mezcla de concreto 4000 psi con agregados: arena y grava 3/4" mediante el proceso de granulometría combinada o empaquetado de agregados. Se colocan los resultados en los gráficos para revisar si su granulometría está dentro de los máximos y mínimos requeridos.

Se asigno la supervisión del proceso de fabricación de tubería de concreto 42" de diámetro.

El proceso para la elaboración del tubo de 42" de diámetro es el siguiente:

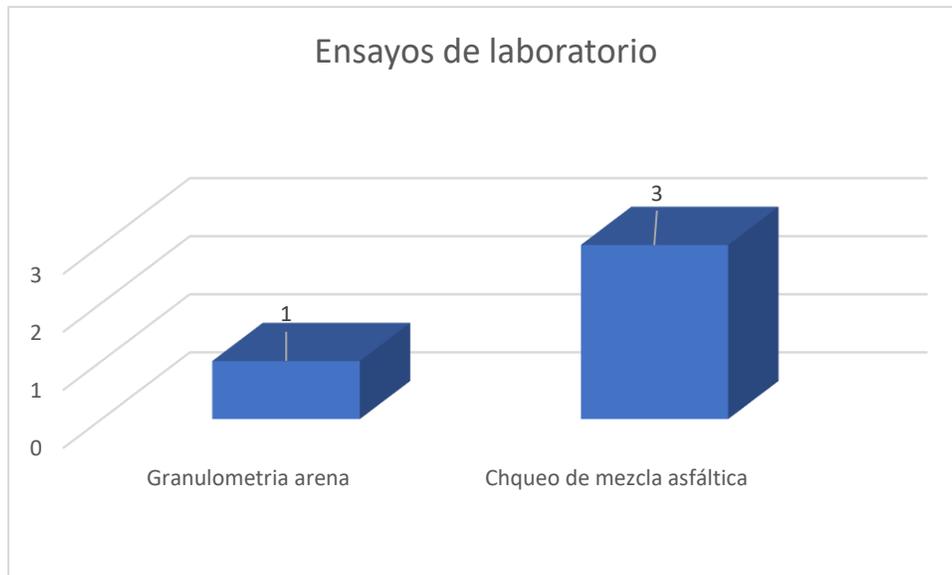
- Se prepara el armado del acero que ira dentro de los tubos según el diseño que se especifique.
- Preparación de encofrado metálico y de acero.
- Fabricación del concreto 4000 psi que se utilizara para la elaboración del tubo.

- Se coloca el concreto dentro del molde.
- Se vibra el concreto con un vibrador mecánico.
- Se deja secar 2 días y seguidamente se desencofra.



**Ilustración 15. Elaboración de tubería de concreto diámetro 42"**

Fuente: Propia.



**Tabla 4. Resumen de los ensayos realizados durante la semana**

Fuente: Propia

### SEMANA 3: DEL 29 DE ABRIL AL 4 DE MAYO DEL 2019

Se realizó la granulometría de la arena fina que se utiliza para la elaboración de la mezcla asfáltica, concreto y bloques, dando como resultado una curva granulométrica dentro de parámetros especificados por la norma ASTM C-136. Adicionalmente se revisó que la granulometría de la arena para esta mezcla asfáltica, cumpliera según lo especificado por la empresa ETERNA para sus mezclas asfálticas.

Se realizó la granulometría de la grava de 1/2" y se revisan los resultados para que estos cumplan según lo especificados en la norma ASTM C-136 y seguidamente se realizó una revisión en el módulo de finura de la arena fina. Esta revisión se llevó a cabo por ya que se trituro arena con un módulo de finura más alto para la realización de bloques especiales y el siguiente día se volvió a realizar arena con módulo de finura dentro de los parámetros normales de 3.00 + - 0.20.

Como se mencionó anteriormente se revisó la mezcla asfáltica que está siendo elaborada por la empresa ETERNA dando como resultado valores dentro de los parámetros requeridos por la empresa.

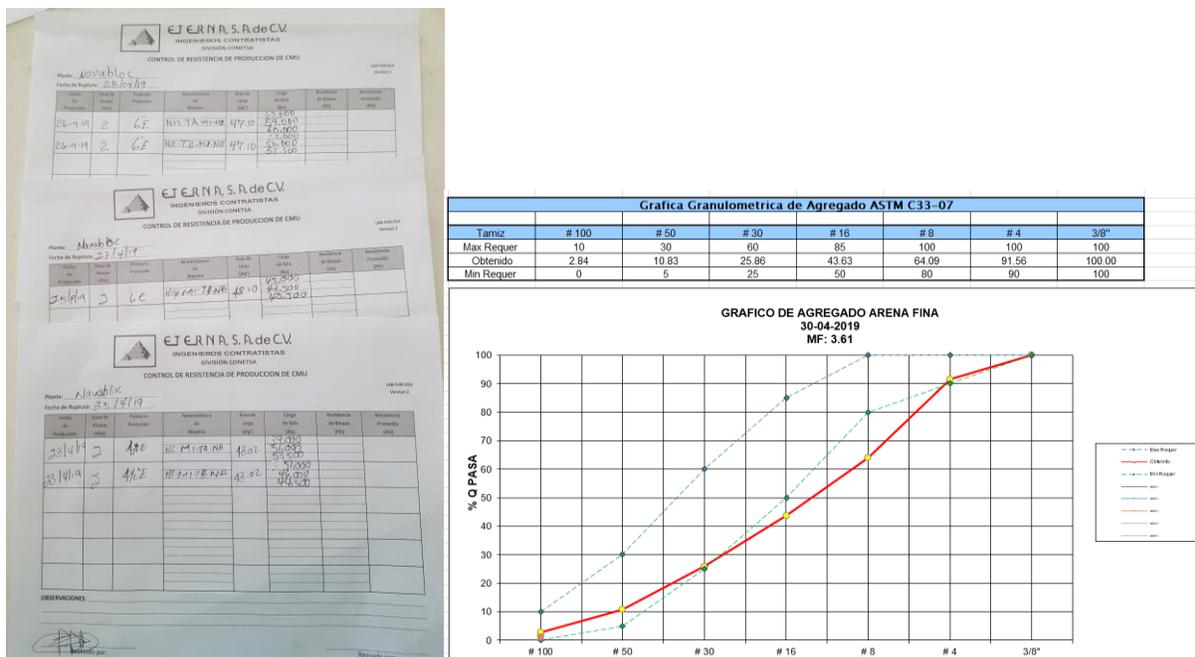


Ilustración 16. Formatos de ensayos de laboratorio

Fuente: Propia

- Procedimiento para la revisión de la mezcla asfáltica

-Se toman 1200 gramos de muestra asfáltica y se coloca en las briquetas.

-Se dan 50 golpes de cada lado de la briketa con el uso del martillo de Marshall.

-Repetir este proceso 3 veces y obtener 3 muestras, después se obtiene el peso seco, peso saturado con superficie seca, peso suspendido en agua, su volumen y la densidad compactada de cada una de las 3 briquetas.

-Obtener un resultado promedio de la densidad compactada de las 3 briquetas.

Se realizó la prueba de ruptura en vigas de concreto elaboradas en Trujillo con nomenclatura de fundición de losa de parqueo, RA-11-12 de la cuneta. El resultado de la prueba se obtuvo 719.20 psi.

Se realizó prueba de ruptura de cilindros de la fundición en Puerto Cortes. Fundición bache #12 PB- C, 5000 psi Muestra #1 elaborado el 25 de abril del 2019, ruptura 3 de mayo del 2019, prueba a 8 días. Resultados obtenidos: 4984 psi y 4917 psi. También se realizó prueba de ruptura de cilindros de la fundición en Puerto Cortes. Fundición bache #12 PB- C, 5000 psi Muestra #2 elaborado el 25 de abril del 2019, ruptura 3 de mayo del 2019, prueba a 8 días. Resultados obtenidos: 4602 psi y 4528 psi.

Prueba de ruptura en vigas de la fundición de bache #12 pb- MR 600 muestra #1 fabricados el 25 de abril del 2019, prueba ruptura 3 mayo 2019, resultado obtenido a 8 días MR 682 o un 113.7% de lo requerido, prueba de ruptura en vigas de la fundición de bache #12 pb- MR 600 muestra #2 fabricados el 25 de abril del 2019, prueba ruptura 3 mayo 2019, resultado obtenido a 8 días MR 659 o un 110% de lo requerido.



**Ilustración 17. Ruptura de cilindros y vigas**

Fuente: Propia

Se realizaron pruebas a bloques de concreto de 6" Estrella a 2 días. Bloques elaborados el 27 de abril del 2019, prueba de ruptura elaborada el 29 de abril del 2019, Resultados obtenidos: 935.55 psi, 987.53 psi y 945.95 psi obteniendo un promedio de 956.34 psi.



**Ilustración 18. Pruebas de ruptura en bloques**

Fuente: Propia

Se realizó una prueba de ruptura de cilindros de concreto para tubos de diámetro 42" tanto a 3 como a 8 días, realizados por la empresa Conetsa.

Se analizó la producción de mezcla asfáltica a diario de tal modo que se revisan tanto el porcentaje de asfalto, incrementos, granulometría de los agregados utilizados y su densidad compactada.

Diseño para una mezcla de concreto 4,000 psi con agregados: arena fina normal por parte de Conetsa, grava 1 1/2" y grava 3/4" mediante el proceso de granulometría combinada o empaquetado de agregados. Se colocan los resultados en los gráficos para revisar si su granulometría está dentro de los máximos y mínimos requeridos.

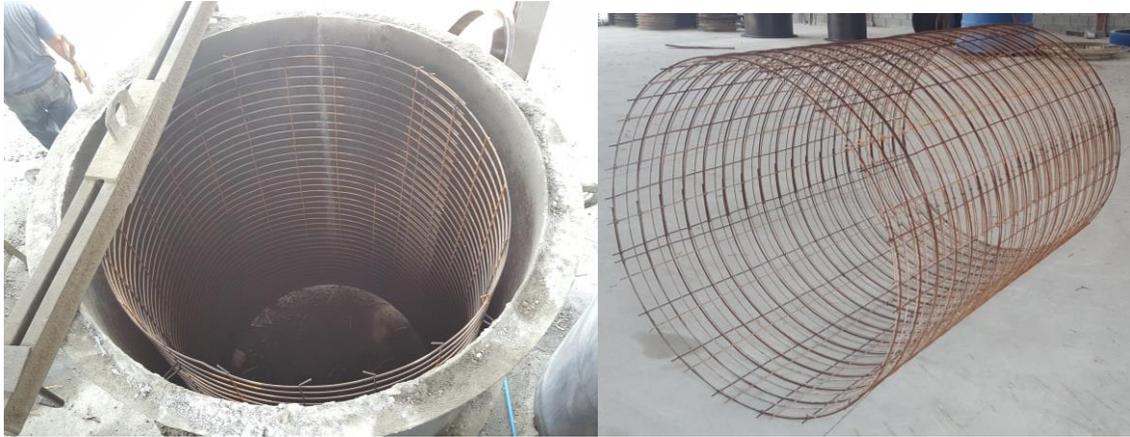
Seguidamente se realizó el diseño para una mezcla de concreto 4,000 psi con agregados: arena especial de ETERNA con una granulometría más fina, grava 3/4" y grava de 1 1/2" mediante el proceso de granulometría combinada o empaquetado de agregados. Se colocan los resultados en los gráficos para revisar si su granulometría está dentro de los máximos y mínimos requeridos.

			Porcentajes		100				
			Grava 1 1/2"	0.3937	0.426	39.37	13		
			Grava 3/4"	0.1313	0.1831	13.13	30.45		
			Arena	0.475	0.3909	47.5	47.5		
retenido					pasado				
	grava 3/4	arena	Grava 1 1/2			grava 3/4	arena	grava 1 1/2	
1"	0	0	22.06	8.69	1"	100	100	78.69	91.61
3/4"	4.85	0	58.03	23.48	3/4"	95.11	100	50.21	79.76
1/2"	47.3	0	93.29	42.94	1/2"	47.22	100	20.48	61.76
3/8"	66.96	0	95.71	46.47	3/8"	25	100	10.29	54.83
#04	93.32	6.35	95.35	52.81	#04	0.93	96.82	0.84	46.44
#8	97.03	27.5	99.02	64.79	#8	0.62	82.2	0.6	39.36
#16	98.3	45.5	99.29	73.61	#16	0.48	67.63	0.57	32.41
#30	98.9	63.87	99.46	82.48	#30	0.36	46.64	0.56	22.42
#50	99.42	83.52	99.68	91.97	#50	0.24	20.01	0.55	9.75
#100	99.81	96.49	99.9	98.27	#100	0.12	3.52	0.54	1.90

**Ilustración 19. Formato de Excel para diseño de mezcla de concreto**

Fuente: Propia

Se aporfo conocimiento en la supervisión del proceso de fabricación de tubería de concreto 42" de diámetro.



**Ilustración 20. Proceso de elaboración de tubo de concreto de 42"**

Fuente: Propia

- Proceso de fabricación de tubería de concreto de 42" de diámetro
  - Se prepara el armado del acero que ira dentro de los tubos según el diseño que se especifique.
  - Preparación de encofrado metálico y de acero.
  - Fabricación del concreto 4000 psi que se utilizara para la elaboración del tubo.
  - Se coloca el concreto dentro del molde.
  - Se vibra el concreto con un vibrador mecánico.
  - Se deja secar 2 días y seguidamente se desencofra.

## **SEMANA 4: DEL 6 DE MAYO AL 11 DE MAYO DEL 2019**

Se realizó la granulometría de la arena fina que se utiliza para la elaboración de concreto y bloques, dando como resultado una curva granulométrica dentro de parámetros especificados por la norma ASTM C-136. Seguidamente se realizó la granulometría de la grava de 1/2" y se revisan los resultados para que estos cumplan según lo especificado en la norma ASTM C-136.

Seguidamente se realizó una revisión en el módulo de finura de la arena fina ya que se trituró arena con un módulo de finura más alto para la realización de bloques especiales y el siguiente día se volvió a realizar arena con módulo de finura normal con  $3.00 \pm 0.20$ .

Ruptura de cilindros de concreto para tubos de diámetro 42" tanto a 3 como a 8 días, realizados por la empresa Conetsa.



**Ilustración 21. Plantel Olímpico**

Fuente: Propia

Se realizó el diseño para una mezcla de concreto 4000 psi con agregados: arena fina normal por parte de Conetsa, grava 1 1/2" y grava 3/4" mediante el proceso de granulometría combinada o empaquetado de agregados. Se colocan los resultados en los gráficos para revisar si su granulometría está dentro de los máximos y mínimos requeridos.

Supervisión del proceso de fabricación de tubería de concreto 42" de diámetro.



**Ilustración 22. Mezcladora de concreto**

Fuente: Propia

Se preparo todo lo necesario para la elaboración de diseños de concreto en el plantel el olímpico y se definió que el agregado que se utilizaría es el mismo al que se utiliza para el concreto en la planta siendo este: Grava  $\frac{3}{4}$ ", Grava  $\frac{1}{2}$ " y arena fina mientras que para el diseño se realizaran pruebas de 3000, 4000 y 5000 psi con cemento Argos, se requiere un revenimiento entre 4 y 7 pulgadas.

Cemento : 10.92	Humedades
Arena : 32.22	Arena
Grava $\frac{3}{4}$ : 20.37	Peso Tara #1 → 76.70
Grava $1\frac{1}{2}$ : 24.37	✓ #2 → 447.6
Agua : 4.62	✓ #3 → 425.3
RB-100 : 28.4	% h → 6.01
Mega : 85.3	
	$\frac{3}{4}$ "
Cemento : 10.92	Peso Tara #2 → 75.40
Arena : 31.93	✓ #2 → 934.8
$\frac{3}{4}$ : 14.27	✓ #3 → 906.9
$1\frac{1}{2}$ : 32.60	% h → 3.24
Agua : 4.79	
	$1\frac{1}{2}$ "
	Peso Tara #3 → 77.9
	✓ #2 → 1260.20
	✓ #3 → 1238.30
	% h → 1.85

**Ilustración 23. Contenido de humedad y diseño de concreto**

Fuente: Propia

Como proceso para el diseño de mezclas de concreto se pueden mencionar los siguientes:

- Obtención de las humedades de los agregados.
- Se define el peso de cada uno de los agregados en base a las granulometrías.



**Ilustración 24. Pesado de los agregados**

Fuente: Propia

- Se pesan los agregados y se colocan en diferentes cubetas.
- Se define la cantidad en ml de cada uno de los aditivos tanto de Mega Flow como de RB-100
- Se enciende la mezcladora
- Se colocan los agregados en la mezcladora siendo el primero el agua después las gravas y arena mientras que por último se coloca el aditivo.



**Ilustración 25. Colocación de materiales en la mezcladora**

Fuente: Propia

-El proceso de mezclado es de 3 minutos de mezclado, pausa de 3 minutos y por último mezclado de 3 minutos.

-Se realiza la prueba de revenimiento el cual debe estar entre 4 y 7 pulgadas.



**Ilustración 26. Varillado y realización de prueba de revenimiento**

Fuente: Propia

-Se realiza la prueba de peso unitario y el contenido de aire de cada uno de los diseños.



**Ilustración 27. Prueba de contenido de aire y peso unitario del concreto**

Fuente: Propia

-Se realizan los cilindros para una posterior prueba de ruptura.



**Ilustración 28. Elaboración de cilindros y vigas**

Fuente: Propia

### **SEMANA 5: DEL 13 DE MAYO AL 18 DE MAYO DEL 2019**

Se realizó la granulometría de la arena fina que se utiliza para la elaboración de concreto y bloques, dando como resultado una curva granulométrica dentro de parámetros especificados por la norma ASTM C-136. Seguidamente se revisa el módulo de finura de la arena fina ya que se trituró arena con un módulo de finura más alto para la realización de bloques especiales y el siguiente día se volvió a realizar arena con módulo de finura normal con  $3.00 \pm 0.20$ .

Se realizó la ruptura de cilindros de concreto para tubos de diámetro 42" tanto a 3 como a 8 días, realizados por la empresa Conetsa.

En cuanto a la supervisión del proceso de la colocación de concreto o fundición en la residencial Valle Escondido cerca de la 33 Calle San Pedro Sula.

-Se prepara el lugar encofrando la sección que se va a realizar, se prepara el suelo compactándolo.

-Se realiza la dosificación del concreto a utilizar el cual proviene del plantel de Conetsa ubicado en el Olímpico.

- Se carga el concreto al camión mezclador y se lleva a la obra.
- Se coloca el concreto en la sección requerida y se comienza a esparcir por la zona con palas.
- Se vibra el concreto tratando de realizarlo a lo largo de toda la sección.
- Se pasa la plana a lo largo de todo para dar un primer acabado plano.
- Se riega el concreto con agua para comenzar a curarlo y prevenir la evaporación del agua de la mezcla.
- Se resana cada imperfección de los costados.
- Se le da el acabado final con una escoba.
- Se cura el concreto con Parasol.
- Se comienza a cortar el concreto poco tiempo después de colocarlo para prevenir que se vaya a fisurar.

La supervisión del proceso de pavimentación de calle dentro de la residencial comenzó desde el estacionamiento 112.18 a la estación 247.18. El total de concreto que se colocó para el día 14 de mayo fue de 104 m<sup>3</sup> de concreto en 13 camiones mezcladores. Los camiones que estuvieron asignados para el proyecto fueron los siguientes: MX-30, MX-35, MX-32, MX-37.

El promedio realizado fue de 13.5 metros por cada camión mezclador, adicionalmente se obtuvo el tiempo que tomaba colocar el concreto de cada camión dando como resultado un promedio de 3 a 5 minutos mientras que el tiempo entre camiones fue de 17 a 20 minutos.

El tiempo promedio que esperaba un camión en el lugar fue de entre 5 a 20 minutos en horas del mediodía mientras que por la mañana el tiempo fue de 2 a 5 minutos.

Se observó que en el estacionamiento 193.18 el tiempo desde que se colocó el concreto del camión previo hasta la colocación del concreto del siguiente camión fue de 35 minutos pudiendo crear una junta fría y como consecuencia posteriores fisuras en el concreto de esa zona.

El proceso de vibrado del concreto fue completamente malo ya que en algunos lugares solo se vibraba de un lado mientras que en otras partes no se vibró el concreto colocado.

En cuanto a lo que se observó en campo se puede decir que el curado se realizó efectivamente ya que se tuvieron todos los cuidados necesarios. Se sugiere siempre tener el cuidado de estar curando e hidratando el concreto ya que las temperaturas de los últimos tiempos han sido bastante fuertes pudiendo causar la evaporación del agua del concreto.



**Ilustración 29. Curado del concreto**

Fuente: Propia

Seguidamente se observó que se tuvo un buen proceso de hidratación del lugar previo a la colocación del concreto y se pide que para la posterior fundición también se tenga este cuidado.



**Ilustración 30. Preparación de zona previo a colocación del concreto**

Fuente: Propia

El concreto que llegó en cada uno de los camiones se observó que se tenía una correcta manejabilidad sin embargo se pudo observar que no se realizaron ni cilindros ni la prueba de revenimiento en el sitio a ninguno de los camiones por lo cual se sugiere que para próximas fundiciones se le realice la prueba de revenimiento al concreto de cada uno de los camiones.



**Ilustración 31. Colocación de concreto**

Fuente: Propia

En cuanto al proceso de corte de las juntas en el concreto se sugiere tener mucho más cuidado y realizarlo en el momento adecuado ya que en este día el proceso comenzó bastante tarde cuando el concreto ya se estaba fraguando.

Como observación del ambiente de trabajo se sugiere tener un mínimo de un botellón de agua para los obreros ya que las condiciones climáticas de este día fueron bastante calientes con casi 43 grados. Como sugerencia se debería pedir a los obreros tener los cuidados necesarios en cuanto a las temperaturas.



**Ilustración 32. Resane de la orilla de la fundición**

Fuente: Propia



**Ilustración 33. Colocación de concreto**

Fuente: Propia



**Ilustración 34. Punto de llegada final de la etapa de fundición**

Fuente: Propia

	Estacionamiento Inicial	Estacionamiento Final	Hora Inicio	Hora Final
Mixer #4	112.18	125.68	9:55	10:06
Mixer #5	125.68	139.18	10:22	10:29
Mixer #6	139.18	152.68	10:48	10:53
Mixer #7	152.68	166.18	11:10	11:13
Mixer #8	166.18	179.68	11:30	11:40
Mixer #9	179.68	193.18	12:00	12:04
Mixer #10	193.18	206.68	12:40	12:44
Mixer #11	206.68	220.18	12:59	1:03
Mixer #12	220.18	233.68	1:51	1:58
Mixer #13	233.68	247.18	2:25	2:28

**Tabla 5. Descripción de Estacionamiento realizado y tiempos por cada Mixer**

Fuente: Propia

## **SEMANA 6: DEL 20 DE MAYO AL 25 DE MAYO DEL 2019**

Se realizaron granulometrías del material que se extrae en la trituradora y se realizaron diseños de mezcla con el personal calificado de Argos.

Se realizo la granulometría de la arena fina que se utiliza para la elaboración de concreto y bloques, dando como resultado una curva granulométrica dentro de parámetros especificados por la norma ASTM C-136. Seguidamente se realizó una revisión en el módulo de finura de la arena el cual debe estar dentro de la norma, la cual especifica  $3.00 \pm 0.20$ .

Se realizo la granulometría de la grava  $\frac{3}{4}$ " y de la grava  $1 \frac{1}{2}$ " que se produce en la trituradora para posteriormente revisar que este dentro de los parámetros de la norma ASTM.

Asimismo, también se realizó diseño de mezclas de concreto con el personal de Argos dentro del plantel del Olímpico en el cual se compararon los cementos Argos y Bijao. Se realizo un reporte con todos los resultados obtenidos en el plantel para poder resumir todo lo observado y las cantidades utilizadas.

El diseño de la mezcla se realizó para poder tomar decisiones si es factible de alguna forma cambiar del cemento bijao al cemento Argos.

Resistencia: Compresion, 3,000 psi  
Fecha: 8/Mayo/2019

	Cemento Argos Bolsa No se controlo tiempo mezclado	Cemento Argos Bolsa No se controlo tiempo mezclado	Cemento Argos Bolsa Si se controlo tiempo mezclado	Cemento Argos Granel No se controlo tiempo mezclado
Cemento	10.92 Kg.	10.92 Kg.	10.92 Kg.	10.92 Kg.
Arena	32.22 Kg.	31.93 Kg.	31.93 Kg.	31.76 Kg.
Grava 3/4"	20.37 Kg.	14.27 Kg.	14.27 Kg.	14.21 Kg.
Grava 1 1/2"	24.37 Kg.	32.6 Kg.	32.6 Kg.	32.46 Kg.
Agua	4.62 Kg.	4.79 Kg.	4.79 Kg.	5.16 Kg.
RB-100	28.4 ml.	28.4 ml.	28.4 ml.	28.4 ml.
Mega Flow	85.3 ml.	85.3 ml.	114 ml.	114 ml.
Revenimiento	2.25" Plg.	2.5" Plg.	0.75" Plg.	4.75" Plg.
Peso Unitario	N/R lbs/pie3	N/R lbs/pie3	N/R lbs/pie3	N/R lbs/pie3
Cont. de Aire	N/R pie3	N/R pie3	N/R pie3	N/R pie3
Se realizaron cilindros	No	No	No	No

**Tabla 6. Resumen de cantidades utilizadas para los diseños**

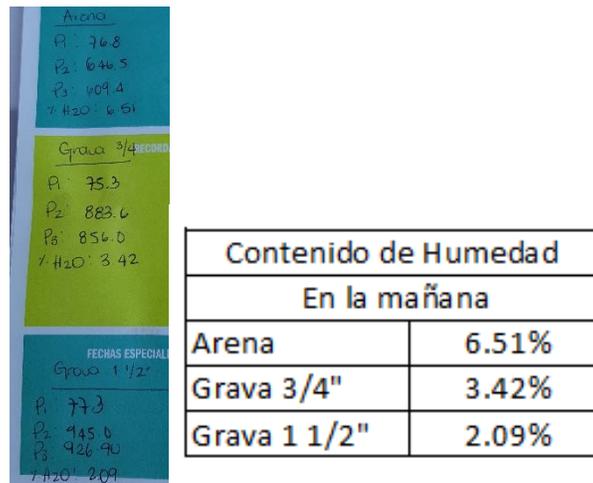
Fuente: Propia

Procedimiento para la realización de Granulometría para todos los tamaños

- Paso 1. Se mezcla el agregado que está en stock con una cargadora.
- Paso 2. Se toma la muestra de diferentes puntos de lo mezclado.
- Paso 3. Realización del cuarteo en los agregados.
- Paso 4. Se toma una muestra con el peso requerido por la norma ASTM C-136.
- Paso 5. Se toma peso de la muestra seca y de la muestra lavada.
- Paso 6. Tamizado del material ya pesado con el uso de los diferentes tamaños de tamices especificados por la norma.
- Paso 7. Cálculo de los resultados obtenidos.
- Paso 8. Graficado de los resultados en la curva granulométrica. Utilizando Excel para graficar.

Proceso para el diseño de concreto

- Obtención de las humedades de los agregados.



The image shows handwritten notes on three pieces of paper and a printed table. The notes are for three types of aggregates: Arena, Grava 3/4", and Grava 1 1/2". Each note lists weights (P1, P2, P3) and moisture content (% H2O). The table summarizes the moisture content for each aggregate type.

Contenido de Humedad	
En la mañana	
Arena	6.51%
Grava 3/4"	3.42%
Grava 1 1/2"	2.09%

**Ilustración 35. Contenidos de humedad de los diferentes agregados**

Fuente: Propia

- Se define el peso de cada uno de los agregados en base a las granulometrías.

- Se pesan los agregados y se colocan en diferentes cubetas.
- Se define la cantidad en ml de cada uno de los aditivos tanto de Mega Flow como de RB-100
- Se enciende la mezcladora
- Se colocan los agregados en la mezcladora siendo el primero el agua después las gravas y arena mientras que por último se coloca el aditivo.
- El proceso de mezclado es de 3 minutos de mezclado, pausa de 3 minutos y por último mezclado de 3 minutos.
- Se realiza la prueba de revenimiento el cual debe estar entre 4 y 7 pulgadas.
- Se realiza la prueba de peso unitario y el contenido de aire de cada uno de los diseños.



**Ilustración 36. Prueba de peso unitario y contenido de aire**

Fuente: Propia

- Se realizan los cilindros para una posterior prueba de ruptura.



**Ilustración 37. Elaboración de cilindros**

Fuente: Propia

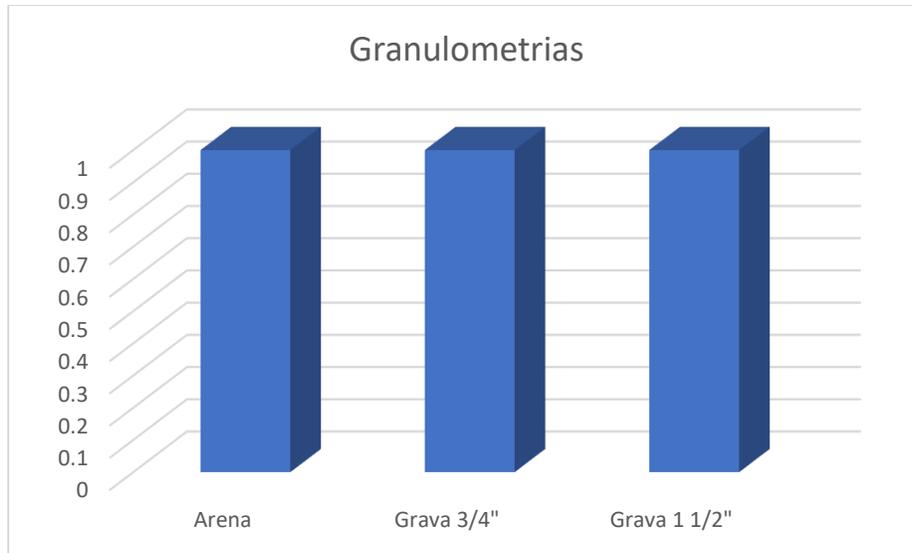
Como tiempos tomados durante el proceso de revisión de la granulometría se pudo determinar que se requiere de todo 1 día ya que se debe lavar el material y colocarlo en el horno para su peso seco y granulometría y el tiempo que se requiere para cada uno de los diseños es de 1 hora por cada uno.

La mezcladora utilizada para realizar los diseños es propiedad de Eterna.



**Ilustración 38. Proceso de elaboración de los diseños de mezcla**

Fuente: Propia



**Ilustración 39. Resumen de ensayos realizados durante la semana**

Fuente: Propia

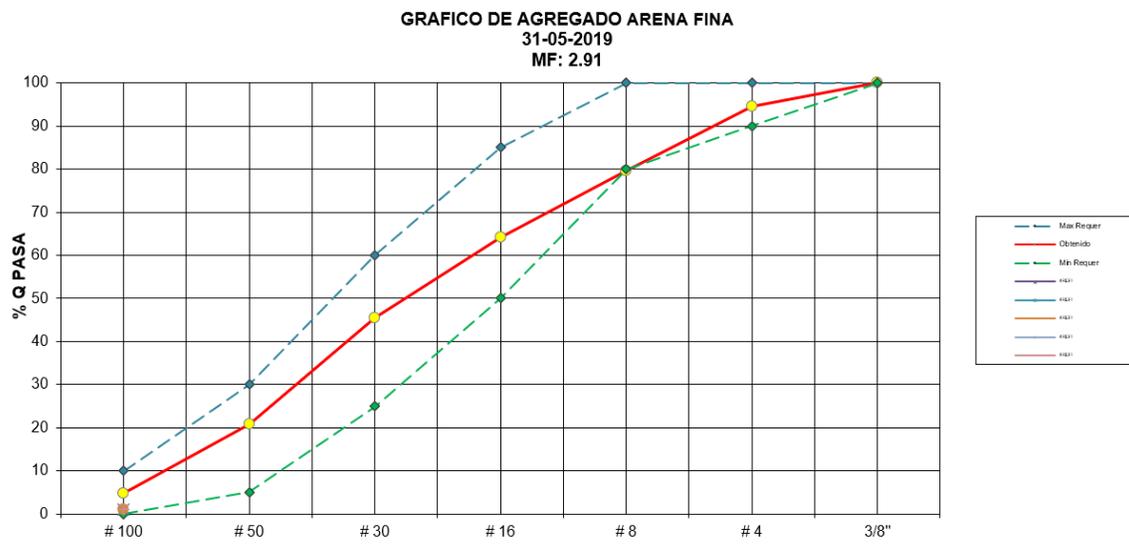
**SEMANA 7: DEL 27 DE MAYO AL 1 DE JUNIO DEL 2019**

Como actividades realizadas en esta semana inicialmente se realizó la granulometría de la arena fina la cual se debe realizar todos los días que haya producción ya que al hacer esto se puede verificar el módulo de finura y que no exista ninguno desperfecto en la trituradora que produce los agregados, esta arena se utiliza para la elaboración de concreto y bloques, dando como resultado una curva granulométrica dentro de parámetros especificados por la norma ASTM C-136.

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS PARA CONCRETO						
Agregado :	Arena para Concreto	Ubicación :	trituradora LAB-FOR-006			
Fecha :	6/3/2019	Hora :	8:00 AM			
Ver. 2						
DETERMINACION DE MATERIAL MAS FINO QUE TAMIZ # 200 (POR LAVADO)						
Peso muestra seca sin lavar (grs)	Peso muestra seca lavada (grs)	Pérdida por lavado (grs)	Material más fino que Tamiz # 200 (%)			
1172.7	1157.2	15.5	1.3			
ANALISIS GRANULOMETRICO						
Tamiz	Peso Retenido Individual (grs)	Material Retenido (%)	% retenido acumulado	% Pase	Parámetro	
0						
1½						
1						
¾						
½						
3/8	0.0	0.00	0.00	100	100	100
# 4	63.7	5.51	5.51	94.49	90	100
# 8	173.6	15.00	20.51	79.49	80	100
# 16	176.5	15.25	35.76	64.24	50	85
# 30	217.6	18.81	54.57	45.43	25	60
# 50	285.9	24.71	79.28	20.72	5	30
# 100	185.6	16.04	95.32	4.68	0	10
Fondo	54.1	4.68	100.00	0.00		
Totales =	1157.0	MF =	2.91			

**Ilustración 40. Granulometría de arena para concreto con módulo de finura de 2.91**

Fuente: Propia



**Ilustración 41. Gráfico de granulometría de la arena**

Fuente: Propia

Como se mencionó anteriormente se realizó una revisión en el módulo de finura de la arena el cual debe estar dentro de la norma, la cual especifica  $3.00 \pm 0.20$ . asimismo, se realizó la granulometría de la grava  $1/2''$  y de la grava  $1 \frac{1}{2}''$  que se produce en la trituradora para posteriormente revisar que este dentro de los parámetros de la norma ASTM.

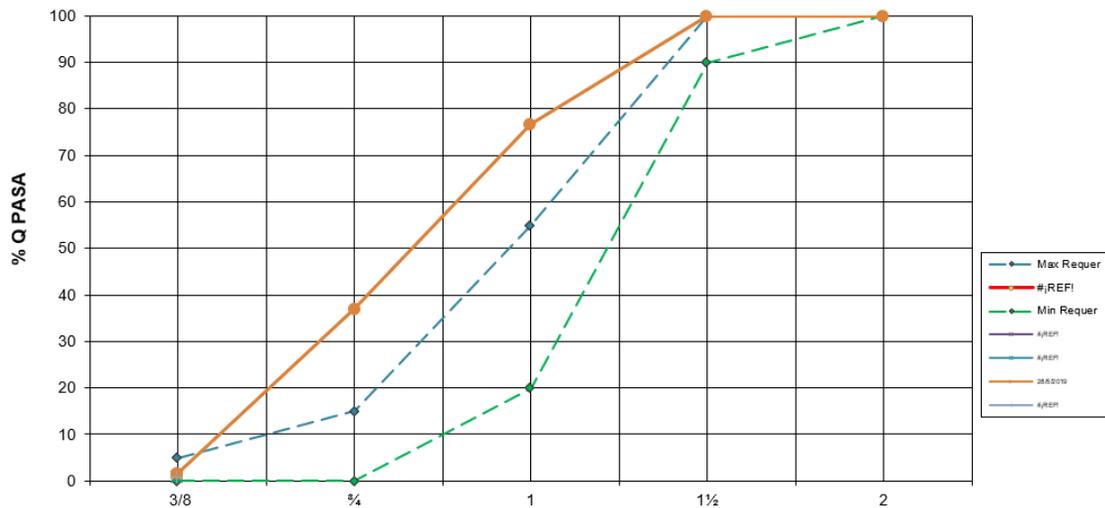
Dentro de lo que se revisó en las granulometrías de todos los días se pudo apreciar que los resultados de la arena y la grava de  $1/2''$  se encontraban dentro de los parámetros establecidos por la norma, sin embargo, los resultados obtenidos para la grava  $1 \frac{1}{2}''$  estaban completamente fuera de los parámetros requeridos es por esto que se tuvieron diferentes reuniones con el ingeniero encargado y con el encargado de la trituradora. Se asignó que se estarán haciendo cambios para poder mejorar los resultados obtenidos en la grava.

DETERMINACION DE MATERIAL MAS FINO QUE TAMIZ # 200 (POR LAVADO)								
Peso muestra seca sin lavar (grs)		Peso muestra seca lavada (grs)		Pérdida por lavado (grs)		Material más fino que Tamiz # 200 (%)		
4388.7		4365.2		23.5		0.54		
0								
0								
Tamiz	Peso Retenido		Material Retenido	% retenido acumulado	% Pase	Parámetro		
	Individual	(grs)	(%)					
2	0.0		0.00	0.00	100.00	100	A	100
$1 \frac{1}{2}$	0.0		0.00	0.00	100.00	90	A	100
1	1252.1		28.68	28.68	71.32	20	A	55
$\frac{3}{4}$	1000.4		22.92	51.60	48.40	0	A	15
$\frac{1}{2}$	1478.3		33.87	85.47	14.53			
$\frac{3}{8}$	413.1		9.46	94.93	5.07	0	A	5
# 4	130.0		2.98	97.91	2.09			
# 8	36.7		0.84	98.75	1.25			
# 16	13.9		0.32	99.07	0.93			
# 30	9.8		0.22	99.29	0.71			
# 50	10.2		0.23	99.53	0.47			
# 100	9.3		0.21	99.74	0.26			
Fondo	11.4		0.26	100.00	0.00			
Totales =		4365.2	MF =	6.89				
RESULTADOS DE COLORIMETRIA (ASTM C-40)								
Color 1		Color 2		Color 3		Color 4		Color 5

**Ilustración 42. Granulometría de la grava de  $1 \frac{1}{2}''$**

Fuente: Propia

GRAFICO DE AGREGADO GRUESO 1½" 03-06-2019



**Ilustración 43. Gráfico de granulometría grava 1 ½"**

Fuente: Propia

Como se puede observar en el gráfico de la grava 1 ½" los valores obtenidos para la granulometría están fuera del rango permitido por la norma ASTM y es por ello que como se mencionó anteriormente se tuvieron reuniones y se estarán haciendo cambios para poder lograr que los rangos entren a lo requerido por la norma.

Granulometrías:

Procedimiento para la realización de Granulometría para todos los tamaños

- Paso 1. Se mezcla el agregado que está en stock con una cargadora.
- Paso 2. Se toma la muestra de diferentes puntos de lo mezclado.
- Paso 3. Realización del cuarteo en los agregados.
- Paso 4. Se toma una muestra con el peso requerido por la norma ASTM C-136.
- Paso 5. Se toma peso de la muestra seca y de la muestra lavada.

-Paso 6. Tamizado del material ya pesado con el uso de los diferentes tamaños de tamices especificados por la norma.

-Paso 7. Cálculo de los resultados obtenidos.

-Paso 8. Graficado de los resultados en la curva granulométrica. Utilizando Excel para graficar.



**Ilustración 44. Muestra obtenida para realizar ensayos de laboratorio**

Fuente: Propia

Como revisión en los procesos asignados para esta semana se pudo observar que el proceso de revisión de la granulometría toma todo 1 día ya que se debe lavar el material y colocarlo en el horno para su peso seco y granulometría.

El material o materia prima que se lleva a la etapa inicial de la trituradora proviene de ríos aledaños a la empresa en Chamelecón. A este agregado que se extrae diariamente de la trituradora es al que se le deben realizar los ensayos de laboratorio los cuales deben cumplir dentro de las normas como se menciona anteriormente ya que es la base y lo más importante al momento de realizar bloques, mezclas de concreto, o para prefabricados.



**Ilustración 45. Extracción de agregados en la trituradora**

Fuente: Propia

El concreto se realiza dentro de la empresa. Sin embargo, este se realiza en el plantel del olímpico en el cual está la dosificadora de la empresa.

### **SEMANA 8: DEL 3 DE JUNIO AL 8 DE JUNIO DEL 2019**

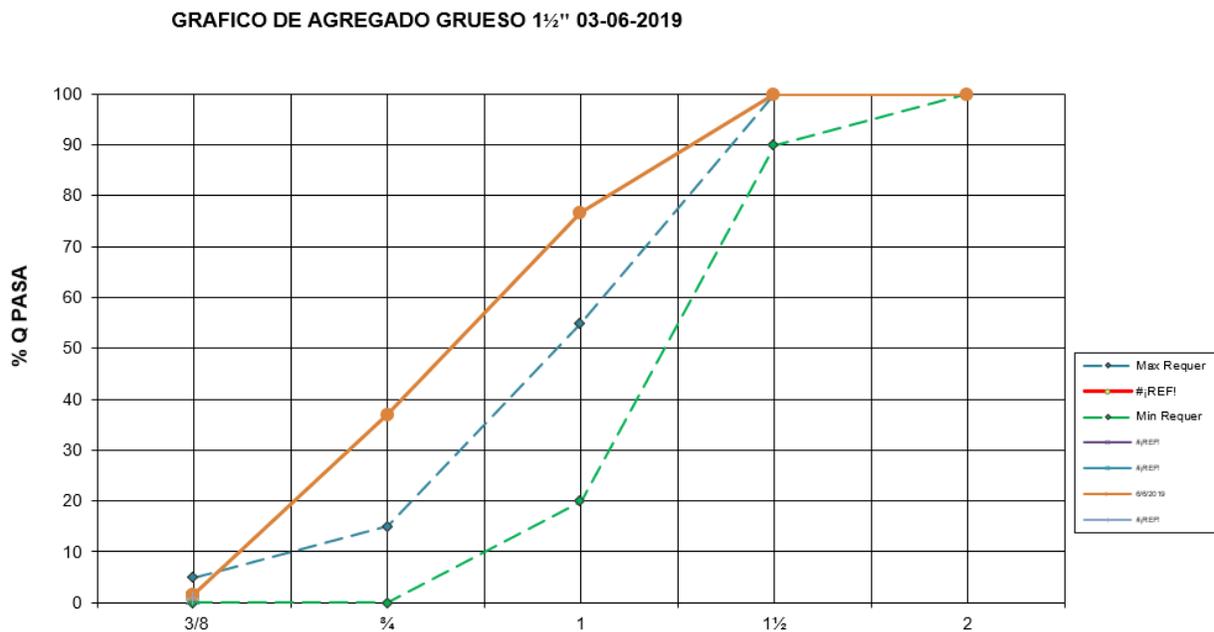
Durante la semana se realiza la granulometría de los diferentes materiales que se están extrayendo de la trituradora ubicada en el plantel Chamelecón, el objetivo de realizar la granulometría es mantenerlo dentro de lo que especifica la norma ya que los cálculos para el concreto que se vende y el de los prefabricados se realiza en base a las granulometrías obtenidas y que están dentro de norma ASTM C-136.

El material que más se produce en la trituradora es la arena, para el cual se debe realizar una granulometría diaria y así poder revisar su módulo de finura que según lo que especifica la norma y la empresa debe ser de  $3.00 \pm 0.20$ .

La producción que se tenía esta semana de agregados es e Grava 1 ½", ½" y arena simultáneamente. La grava 1 ½" que se produce se utiliza en la elaboración de concreto mientras que la grava de ½" es utilizada para la elaboración de bloques de concreto huecos. La arena que se produce es utilizada en la elaboración de concreto, bloques y prefabricados.

Es muy importante revisar que la granulometría de la grava este dentro de lo que se especifica ya que como se mencionó anteriormente la empresa se basa en lo que especifica la norma para realizar los diseños de concreto que se estarán utilizando.

Esta semana se tuvo el reto de lograr que la granulometría de la grava 1 ½" entrara dentro de la curva granulométrica ya que esta se encontraba completamente fuera de los parámetros requeridos. Para terminar con la semana el día Viernes se logró acercar bastante la curva granulométrica a sus parámetros y se concluyó que proceso se debe llevar a cabo para que en futuras producciones de grava 1 ½" se pueda estar dentro de los parámetros. En base a lo anterior en las siguientes ilustraciones se puede observar los cambios que se estuvieron realizando a la grava de 1 ½" por día.



**Ilustración 46. Curva granulométrica de la grava 1 ½" del 3 de junio del 2019**

Fuente: Propia

GRAFICO DE AGREGADO GRUESO 1 1/2" 05-06-2019

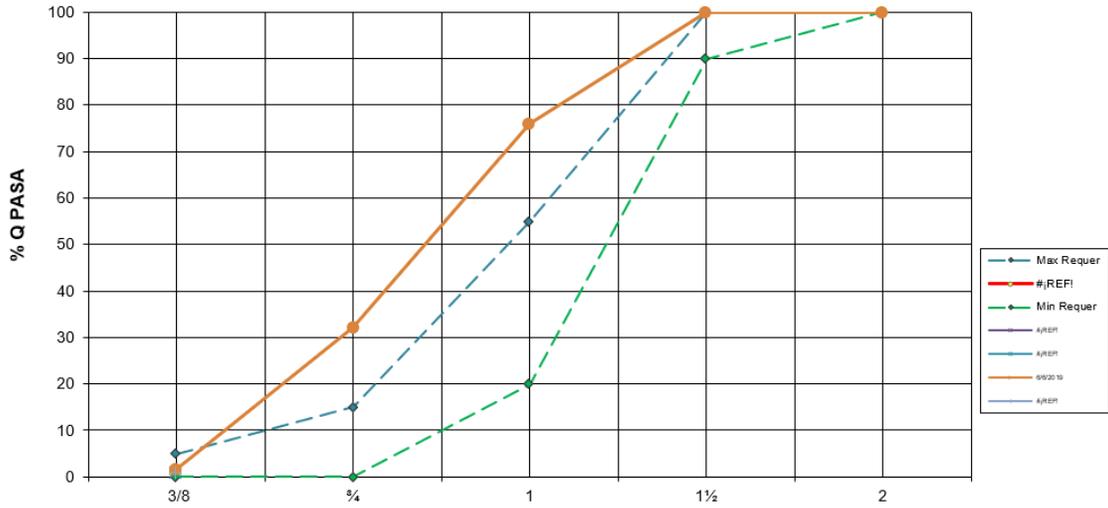


Ilustración 47. Curva granulométrica de la grava 1 1/2" del 5 de junio del 2019

Fuente: Propia

GRAFICO DE AGREGADO GRUESO 1 1/2" 06-06-2019

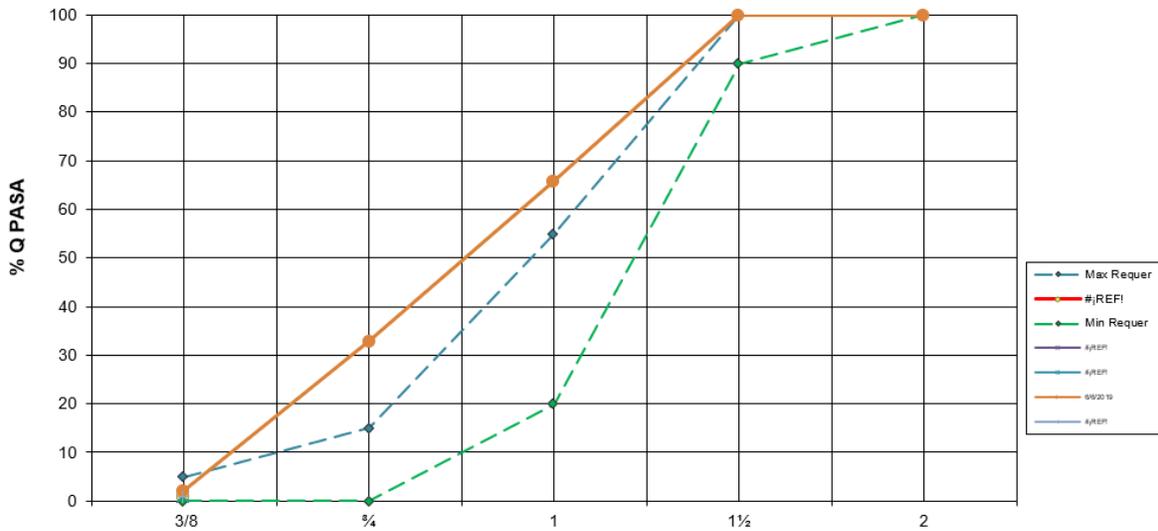
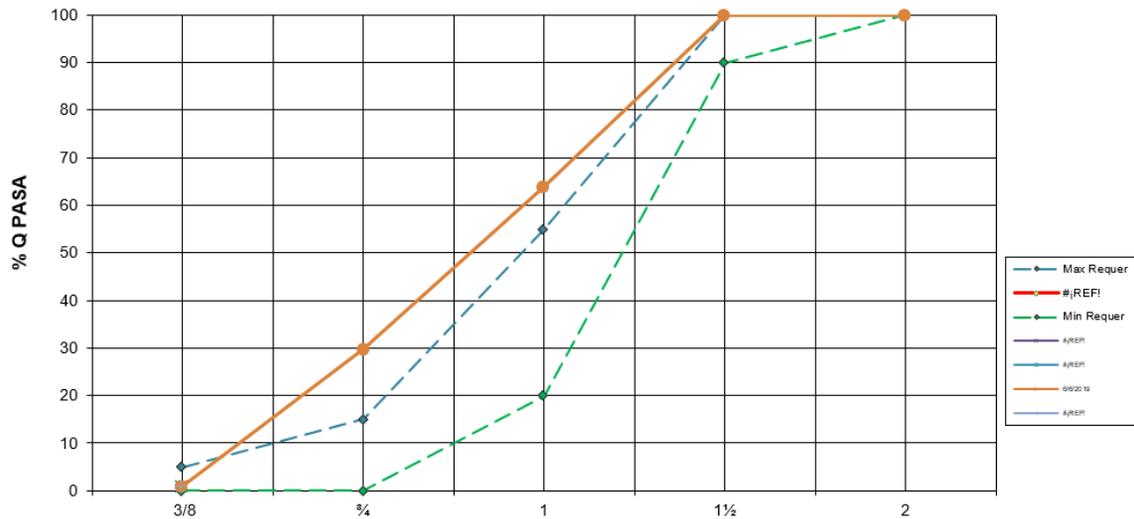


Ilustración 48. Curva granulométrica de la grava 1 1/2" del 6 de junio del 2019

Fuente: Propia

GRÁFICO DE AGREGADO GRUESO 1½" 07-06-2019



**Ilustración 49. Curva granulométrica de la grava 1 ½" del 7 de junio del 2019**

Fuente: Propia

Se estará utilizando 4 mallas corridas de ¾" en la trituradora y así lograr que la granulometría este dentro del gráfico.

El procedimiento utilizado para la realización de Granulometría de todos los tamaños y según la norma es el siguiente:

- Paso 1. Se mezcla con una cargadora el agregado que se está produciendo.
- Paso 2. Se toma la muestra de diferentes puntos de lo mezclado.
- Paso 3. Realización del cuarteo en los agregados.
- Paso 4. Se toma una muestra con el peso requerido por la norma ASTM C-136.
- Paso 5. Se toma peso de la muestra seca y de la muestra lavada.
- Paso 6. Tamizado del material ya pesado con el uso de los diferentes tamaños de tamices especificados por la norma.



**Ilustración 50. Tamices para la realización de granulometría**

Fuente: Propia

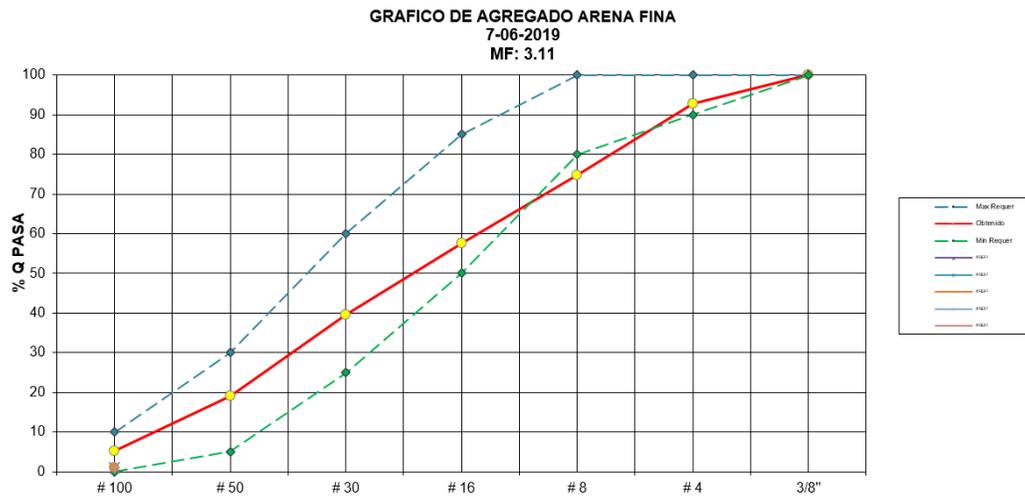
-Paso 7. Cálculo de los resultados obtenidos.

Agregado :	Ø 1 1/2	Ubicación :	Trituradora	LAB-FOR-006	
				Ver. 2	
Fecha :	6/7/2019	Hora :	8:00 AM		
<b>DETERMINACION DE MATERIAL MAS FINO QUE TAMIZ # 200 (POR LAVADO)</b>					
Peso muestra seca sin lavar (grs)	Peso muestra seca lavada (grs)	Pérdida por lavado (grs)	Material más fino que Tamiz # 200 (%)		
5719.4	5706.5	12.9	0.23		
<b>0</b>					
Tamiz	Peso Retenido Individual (grs)	Material Retenido (%)	% retenido acumulado	% Pase	Parámetro
2	0.0	0.00	0.00	100.00	100 A 100
1½	0.0	0.00	0.00	100.00	90 A 100
1	2064.8	36.18	36.18	63.82	20 A 55
¾	1941.4	34.02	70.20	29.80	0 A 15
½	1565.1	27.43	97.63	2.37	
3/8	81.4	1.43	99.06	0.94	0 A 5
# 4	21.2	0.37	99.43	0.57	
# 8	5.1	0.09	99.52	0.48	
# 16	5.4	0.09	99.61	0.39	
# 30	4.6	0.08	99.69	0.31	
# 50	4.9	0.09	99.78	0.22	
# 100	5.9	0.10	99.88	0.12	
Fondo	6.7	0.12	100.00	0.00	
Totales =	5706.5	MF =	6.97		

**Ilustración 51. Cálculo de los resultados que se obtienen en granulometría**

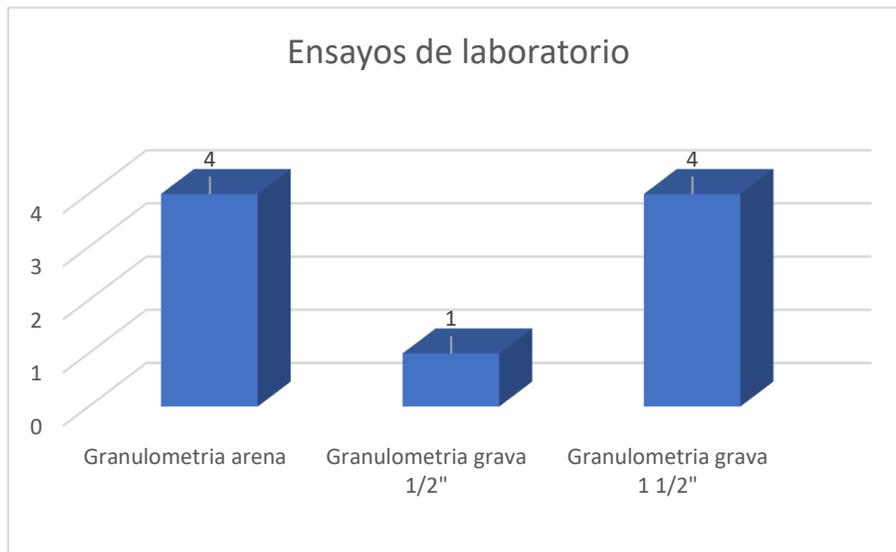
Fuente: Propia

-Paso 8. Graficado de los resultados en la curva granulométrica. Utilizando Excel para graficar.



**Ilustración 52. Graficado de los resultados obtenidos para la arena**

Fuente: Propia



**Ilustración 53. Resumen de ensayos realizados**

Fuente: Propia

## **SEMANA 9: DEL 10 DE JUNIO AL 15 DE JUNIO DEL 2019**

Durante esta semana se realizó la revisión de la granulometría de los diferentes agregados que se produjeron en la trituradora de los cuales se revisa normalmente que los resultados se encuentren dentro de los parámetros que permite la norma. Esta semana se llegó al correcto proceso para poder producir la grava de 1 ½" el cual se encontraba fuera de los parámetros. Para la producción de grava 1 ½" se le deben colocar mallas de ¾" corridas a la trituradora y así lograr que no pase nada de material de ½" lo que impedía que el grafico entrara a los parámetros necesarios.

En base a lo anteriormente mencionado se puede decir que el método nuevo para extracción de grava de 1 ½" es la mejor ya que así se pueden producir 3 agregados al mismo tiempo en la trituradora y así mejorando la producción de la misma. Agregados que se extraen al mismo tiempo: Grava 1 ½", grava ½" y arena fina.

El material que más se produce en la trituradora es la arena, para el cual se debe realizar una granulometría diaria y así poder revisar su módulo de finura que según lo que especifica la norma y la empresa debe ser de 3.00 +- 0.20.



#### **Ilustración 54. Arena Fina en condición seca lavada**

Fuente: Propia



#### **Ilustración 55. Grava ¾" en condición seca lavada**

Fuente: Propia

Es muy importante revisar que la granulometría de la grava este dentro de lo que se especifica ya que como se mencionó anteriormente la empresa se basa en lo que especifica la norma para realizar los diseños de concreto que se estarán utilizando. Los diseños de concreto se realizan teniendo en cuenta la combinación granulométrica de los agregados.

Se realizaron diseños de mezcla para concreto 3000 y 4000 psi que se estarán utilizando en el proyecto de San Lorenzo.

Se tomaron humedades de los agregados con resultado de 4.5% para la grava ¾" y 3.6% para la arena fina.

El día jueves y viernes se nos asignó al plantel Olímpico de Eterna/Conetsa para revisar humedades y pesos unitarios de los diferentes tipos de concretos que se producen y así poder realizar un análisis de la producción y observar si es posible realizar alguna optimización en el mismo.

Se revisaron revenimientos de concreto 3000 y de concreto MR-600.

Estos dos tipos de concretos fueron los que se estuvieron produciendo durante la semana para diferentes proyectos: concreto 3000 destinado al proyecto de piso de una bodega y el MR-600 al proyecto Procarne.



**Ilustración 56. Dosificadora de concreto**

Fuente: Propia

Procedimiento para la realización de Granulometría para todos los tamaños

- Paso 1. Se mezcla el agregado que está en stock con una cargadora.
- Paso 2. Se toma la muestra de diferentes puntos de lo mezclado.
- Paso 3. Realización del cuarteo en los agregados.
- Paso 4. Se toma una muestra con el peso requerido por la norma ASTM C-136.
- Paso 5. Se toma peso de la muestra seca y de la muestra lavada.



**Ilustración 57. Horno para el secado de la muestra**

Fuente: Propia

-Paso 6. Tamizado del material ya pesado con el uso de los diferentes tamaños de tamices especificados por la norma.



**Ilustración 58. Juegos de tamices normados para granulometrías**

Fuente: Propia

-Paso 7. Cálculo de los resultados obtenidos.

-Paso 8. Graficado de los resultados en la curva granulométrica. Utilizando Excel para graficar.

Procedimiento para revisión de peso unitario del concreto:

-Paso 1. Se toma una cantidad de concreto mayor a  $1 \text{ pie}^3$ .

-Paso 2. Se pesa el recipiente de peso unitario.

-Paso 3. Se llena el recipiente en 3 capas con el concreto y por cada capa se debe introducir la varilla 20 veces. En cada capa se deben dar también 12 golpes con un martillo de goma.

-Paso 4. Se pesa el recipiente con el concreto.

-Paso 5. Se resta el peso del recipiente al peso final con concreto.

-Paso 6. Se divide el peso del concreto entre el volumen del recipiente.

Procedimiento para toma de humedades de los agregados:

- Paso 1. Se toma una cantidad de 500 gramos de muestra.
- Paso 2. Se pesa el agregado húmedo.
- Paso 3. Se seca el agregado hasta que no tenga nada de humedad.
- Paso 4. Se pesa el agregado seco.
- Paso 5. Se resta el peso húmedo menos el peso seco y se divide entre el peso seco.

### **SEMANA 10: DEL 17 DE JUNIO AL 22 DE JUNIO DEL 2019**

Se realizaron diseños de mezcla en el plantel del Olímpico con el personal técnico de Argos, se busca averiguar si el uso de este cemento brinda algún beneficio a la empresa al momento de realizar el concreto ya sea en el ámbito económico o en el ámbito constructivo.

La primera actividad del día al momento de realizar diseños de mezcla es la toma de las humedades en los agregados que están en sitio, lo cual sirve para realizar la modificación de agua en la mezcla.

En continuación con lo anterior se coloca el diseño que se requiere mediante la normativa y se obtienen los pesos de cada uno de los agregados, una vez se pesan los agregados se procede a colocar los agregados en la mezcladora y se mezcla durante 3 minutos después se deja reposar 3 minutos más y por último se mezclan 2 minutos.

Una vez se hayan mezclado todos los agregados se procede a tomar el revenimiento de la mezcla el cual debería estar entre 4.5" a 7", en caso de que la mezcla cumpla con estos parámetros de revenimiento se procede a tomar el peso unitario del concreto y el porcentaje de aire en la mezcla.

El último paso a realizar es la elaboración de cilindros para una posterior prueba de ruptura y poder verificar su resistencia.

## DISEÑO DE MEZCLA 3,000 PSI CEMENTO ARGOS.

Se realizo el primer diseño de mezcla para un concreto 3,000 psi utilizando cemento Argos, sin embargo, no se realizaron cilindros ya que visualmente se pudo apreciar que el concreto tenía una mala dosificación.

Resistencia: Compresion, 3,000 psi  
Fecha: 8/Mayo/2019

	Cemento Argos Bolsa		Cemento Argos Bolsa		Cemento Argos Bolsa		Cemento Argos Granel	
	No se controló tiempo mezclado		No se controló tiempo mezclado		Si se controló tiempo mezclado		No se controló tiempo mezclado	
Cemento	10.92	Kg.	10.92	Kg.	10.92	Kg.	10.92	Kg.
Arena	32.22	Kg.	31.93	Kg.	31.93	Kg.	31.76	Kg.
Grava 3/4"	20.37	Kg.	14.27	Kg.	14.27	Kg.	14.21	Kg.
Grava 1 1/2"	24.37	Kg.	32.6	Kg.	32.6	Kg.	32.46	Kg.
Agua	4.62	Kg.	4.79	Kg.	4.79	Kg.	5.16	Kg.
RB-100	28.4	ml.	28.4	ml.	28.4	ml.	28.4	ml.
Mega Flow	85.3	ml.	85.3	ml.	114	ml.	114	ml.
Revenimiento	2.25"	Plg.	2.5"	Plg.	0.75"	Plg.	4.75"	Plg.
Peso Unitario	N/R	lbs/pie3	N/R	lbs/pie3	N/R	lbs/pie3	N/R	lbs/pie3
Cont. de Aire	N/R	pie3	N/R	pie3	N/R	pie3	N/R	pie3
Se realizaron cilindros	No		No		No		No	

### Ilustración 59. Diseño de mezcla 3,000 psi #1

Fuente: Propia

Resistencia: Compresion, 3,000 psi  
Fecha: 8/Mayo/2019

	Cemento Argos Granel		Cemento Argos Bolsa y		Cemento Argos Bolsa		Cemento Argos Bolsa	
	Si se controló tiempo		Si se controló tiempo		Si se controló tiempo		Si se controló tiempo	
Cemento	11.68	Kg.	11.04	Kg.	11.64	Kg.	11.64	Kg.
Arena	31.02	Kg.	31.01	Kg.	33.29	Kg.	33.29	Kg.
Grava 3/4"	13.84	Kg.	13.56	Kg.	19.35	Kg.	19.35	Kg.
Grava 1 1/2"	31.61	Kg.	30.97	Kg.	23.15	Kg.	23.15	Kg.
Agua	5.68	Kg.	6.06	Kg.	5.9	Kg.	5.9	Kg.
RB-100	38	ml.	38	ml.	53	ml.	53	ml.
Mega Flow	121	ml.	15	ml.	0	ml.	15	ml.
Revenimiento	5.25"	Plg.	3.75"	Plg.	5.75"	Plg.	5.5"	Plg.
Peso Unitario	149.6	lbs/pie3	N/R	lbs/pie3	N/R	lbs/pie3	137.16	lbs/pie3
Cont. de Aire	0.9	pie3	N/R	pie3	N/R	pie3	1.3	pie3
Se realizaron cilindros	Si		No		No		Si	

### Ilustración 60. Diseño de mezcla 3,000 psi #2

Fuente: propia

Se realizaron cilindros en 2 pruebas del concreto 3,000 psi #2 en los cuales se obtuvieron revenimientos de 5.25" para el primero y de 5.5" para el segundo.

DISEÑO DE MEZCLA 4,000 PSI, FECHA 9 DE MAYO DEL 2019

Se realiza el diseño de mezcla 4,000 psi comparando el cemento Argos y el cemento Bijao en base a los contenidos de humedad obtenidos en campo a los agregados.

Contenido de Humedad	
En la mañana	
Arena	6.49%
Grava 3/4"	4%
Grava 1 1/2"	3.08%

**Ilustración 61. Contenido de humedad pruebas de concreto 4,000 psi por la mañana**

Fuente: Propia

Resistencia: Compresion, 4,000 psi

Fecha: 9/Mayo/2019

	Cemento Argos Bolsa		Cemento Bijao Bolsa	
	Si se controlo tiempo		Si se controlo tiempo	
Cemento	13.68	Kg.	13.68	Kg.
Arena	31.58	Kg.	31.58	Kg.
Grava 3/4"	19.3	Kg.	19.3	Kg.
Grava 1 1/2"	23.38	Kg.	23.38	Kg.
Agua	5.64	Kg.	5.64	Kg.
RB-100	62.3	ml.	62.3	ml.
Mega Flow	0	ml.	0	ml.
Revenimiento	4"	Plg.	7"	Plg.
Peso Unitario	146.4	lbs/pie3	149.6	lbs/pie3
Cont. de Aire	1.3	pie3	0.8	pie3
Se realizaron cilindros	Si		Si	

**Ilustración 62. Diseños de mezcla para concreto 4000 psi**

Fuente: Propia

Se realizaron cilindros en ambas pruebas del diseño para la mezcla de concreto 4,000 psi con cemento Bijao y Argos. Se pudo apreciar que el cemento Argos requiere de una mayor cantidad de agua por lo que también se requiere una mayor cantidad de cemento, apreciable esto en el revenimiento que se obtuvo en cada una de las pruebas.

DISEÑO DE MEZCLA 5,000 PSI, FECHA 9 DE MAYO DEL 2019

Se realizaron 3 pruebas para el diseño 5,000 psi sin embargo se realizaron cilindros solamente a una de las 3 pruebas a que en dos de ellas se apreció que no se tenía una correcta dosificación de los agregados.

Contenido de Humedad	
En la mañana	
Arena	6.49%
Grava 3/4"	4%
Grava 1 1/2"	3.08%

**Ilustración 63. Contenido de humedad para las pruebas de diseño de concreto 5000 psi**

Fuente: Propia

Se utilizaron estas humedades para las dos primeras pruebas del diseño 5000 psi con cemento Argos.

Contenido de Humedad	
En la tarde	
Arena	5.65%
Grava 3/4"	3.07%
Grava 1 1/2"	1.64%

**Ilustración 64. Contenidos de humedad para diseño de mezcla 5000 psi Diseño #3**

Fuente: Propia

Se utilizaron estas humedades con la tercera prueba ya que la humedad en los agregados habia bajado en comparacion a la primera que se habia obtenido.

Resistencia: Compresion, 5,000 psi

Fecha: 9/Mayo/2019

Diseño #3 Nueva  
humedad

	Cemento Argos Bolsa		Cemento Argos Bolsa		Cemento Argos Bolsa	
	Si se controlo tiempo		Si se controlo tiempo		Si se controlo tiempo	
Cemento	17.33	Kg.	16.6	Kg.	16.6	Kg.
Arena	28.24	Kg.	28.24	Kg.	28.69	Kg.
Grava 3/4"	19.3	Kg.	19.3	Kg.	19.13	Kg.
Grava 1 1/2"	23.38	Kg.	23.38	Kg.	23.05	Kg.
Agua	5.78	Kg.	5.75	Kg.	6.48	Kg.
RB-100	79	ml.	76	ml.	76	ml.
Mega Flow	0	ml.	0	ml.	0	ml.
Revenimiento	N/D	Plg.	N/D	Plg.	5.75"	Plg.
Peso Unitario	N/R	lbs/pie3	N/R	lbs/pie3	146.8	lbs/pie3
Cont. de Aire	N/R	pie3	N/R	pie3	1.3	pie3
Se realizaron cilindros	No		No		Si	

### Ilustración 65. Diseño de mezcla 5000 psi

Fuente: Propia

Se realizaron cilindros al diseño #3 con la nueva humedad como se menciono anteriormente y con un revenimiento de 5.75".

DISEÑO DE MEZCLA FLEXIÓN MR-600 Y MR-650, FECHA 10 DE MAYO DEL 2019

Contenido de Humedad	
En la mañana	
Arena	6.01%
Grava 3/4"	3%
Grava 1 1/2"	1.85%

**Ilustración 66. Contenidos de humedad para diseños de mezcla a flexión MR-600 y MR-650**

Fuente: Propia

Se utilizaron estas humedades para los diseños de mezcla a flexión MR-600 y MR-650

Resistencia: Flexion  
Fecha: 10/Mayo/2019

	MR-600		MR-650	
	Cemento Argos Bolsa		Cemento Argos Bolsa	
	Si se controla tiempo		Si se controla tiempo	
Cemento	35.27	Kg.	44.8	Kg.
Arena	61.18	Kg.	52.5	Kg.
Grava 3/4"	40.71	Kg.	40.71	Kg.
Grava 1 1/2"	49.09	Kg.	49.09	Kg.
Agua	13.39	Kg.	14.7	Kg.
RB-100	161	ml.	204	ml.
Mega Flow	0	ml.	0	ml.
Revenimiento	5.25"	Plg.	4.5"	Plg.
Peso Unitario	146.8	lbs/pie <sup>3</sup>	146.4	lbs/pie <sup>3</sup>
Cont. de Aire	1.4	pie <sup>3</sup>	1.3	pie <sup>3</sup>
Se realizaron cilindros	Si		Si	

**Ilustración 67. Diseño de concreto a flexión MR-600 y MR-650**

Fuente: Propia

Se realizaron vigas a cada una de las dos pruebas que se hicieron este día, tanto para el diseño MR-600 como para el MR-650.

DISEÑO DE MEZCLA 3000, 4000 Y 5000 PSI, 21 DE MAYO DEL 2019 CEMENTO ARGOS

Se realizaron pruebas con el cemento estructural Argos, se obtuvieron los contenidos de humedad de los agregados que están en el plantel.

Contenido de Humedad	
En la mañana	
Arena	5.40%
Grava 3/4"	4.42%
Grava 1 1/2"	2.41%

**Ilustración 68. Contenidos de humedad para diseño de mezcla con cemento Argos**

Fuente: Propia

	3,000 psi		4,000 psi		5,000 psi	
	Cemento Argos Bolsa	Si se controla tiempo	Cemento Argos Bolsa	Si se controla tiempo	Cemento Argos Bolsa	Si se controla tiempo
Cemento	25.65 Kg.		30.69 Kg.		36.21 Kg.	
Arena	69.29 Kg.		64.77 Kg.		59.76 Kg.	
Grava 3/4"	41.28 Kg.		41.28 Kg.		41.28 Kg.	
Grava 1 1/2"	49.49 Kg.		49.49 Kg.		49.49 Kg.	
Agua	12.75 Kg.		12.88 Kg.		13.05 Kg.	
RB-100	117 ml.		140 ml.		165 ml.	
Mega Flow	0 ml.		0 ml.		0 ml.	
Revenimiento	5 1/4 Plg.		6 Plg.		4 1/2 Plg.	
Peso Unitario	145.88 lbs/pie3		146 lbs/pie3		146.8 lbs/pie3	
Cont. de Aire	1.2 pie3		1.2 pie3		1.3 pie3	
Se realizaron cilindros	Si		Si		Si	

**Ilustración 69. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Argos**

Fuente: Propia

Se realizaron 4 cilindros y 2 vigas para cada una de las pruebas realizadas este día, tanto del diseño 3000, 4000 y 5000 psi con el cemento Argos.

RUPTURAS DE LOS CILINDROS Y VIGAS ELABORADAS EL 21 DE MAYO, CEMENTO ARGOS

A continuación, se adjuntan los resultados de las pruebas de ruptura para el cemento Argos a 4, 7 y 28 días con fecha de elaboración 21 de mayo del 2019.

Se realizaron rupturas de vigas únicamente a los 28 días.

Fecha de produccion	Edad del concreto	Tipo de Concreto	Cliente/ Proyecto	Carga Ultima (Lbs.)	Seccion Transversal	Resistencia Obtenida	Resistencia promedio
21/05/2019	4	3000 con 1 1/2"	Diseños Argos	81983	28.27	2900	2900
21/05/2019	4	4000 con 1 1/2"	Diseños Argos	106182	28.27	3756	3756
21/05/2019	4	5000 con 1 1/2"	Diseños Argos	131427	28.27	4649	4649

**Ilustración 70. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Argos a 4 Días**

Fuente: Propia

Fecha de produccion	Edad del concreto	Tipo de Concreto	Cliente/ Proyecto	Carga Ultima (Lbs.)	Seccion Transversal	Resistencia Obtenida	Resistencia promedio
21/05/2019	7	3000 con 1 1/2"	Diseños Argos	94620	28.27	3347	3347
21/05/2019	7	4000 con 1 1/2"	Diseños Argos	122013	28.27	4316	4316
21/05/2019	7	5000 con 1 1/2"	Diseños Argos	163090	28.27	5769	5769

**Ilustración 71. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Argos a 7 Días**

Fuente: Propia

Fecha de produccion	Edad del concreto	Tipo de Concreto	Cliente/ Proyecto	Carga Ultima (Lbs.)	Seccion Transversal	Resistencia Obtenida	Resistencia promedio
21/05/2019	28	3000 con 1 1/2"	Diseños Argos	118190	28.27	4181	4022
				109190	28.27	3862	
21/05/2019	28	4000 con 1 1/2"	Diseños Argos	148820	28.27	5264	5413
				157240	28.27	5562	
21/05/2019	28	5000 con 1 1/2"	Diseños Argos	141890	28.27	5019	5019
21/05/2019	28	3000 con 1 1/2"	Diseños Argos	7690	12	641	641
21/05/2019	28	4000 con 1 1/2"	Diseños Argos	7590	12	633	633
21/05/2019	28	5000 con 1 1/2"	Diseños Argos	9395	12	783	783

### Ilustración 72. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Argos a 28 Días

Fuente: Propia

DISEÑO DE MEZCLA 3000, 4000 Y 5000 PSI, FECHA 22 DE MAYO, CEMENTO TIPO I DE BIJAO

Se realizaron pruebas con el cemento tipo I de Bijao, se obtuvieron los contenidos de humedad de los agregados que están en el plantel.

Contenido de Humedad	
En la mañana	
Arena	6.51%
Grava 3/4"	3.42%
Grava 1 1/2"	2.09%

### Ilustración 73. Contenidos de humedad para diseño de mezcla con cemento Bijao

Fuente: Propia

	3,000 psi		4,000 psi		5,000 psi	
	Cemento Bijao Granel		Cemento Bijao Granel		Cemento Bijao Granel	
	Si se controla tiempo		Si se controla tiempo		Si se controla tiempo	
Cemento	24.31	Kg.	28.99	Kg.	34	Kg.
Arena	67.45	Kg.	63.19	Kg.	58.67	Kg.
Grava 3/4"	29.98	Kg.	29.98	Kg.	29.98	Kg.
Grava 1 1/2"	68.81	Kg.	68.81	Kg.	68.81	Kg.
Agua	12.68	Kg.	12.85	Kg.	13.03	Kg.
RB-100	95	ml.	113	ml.	133	ml.
Mega Flow	0	ml.	0	ml.	0	ml.
Revenimiento	6 1/4	Plg.	5 1/2	Plg.	5 1/2	Plg.
Peso Unitario	150.32	lbs/pie3	150.76	lbs/pie3	150.8	lbs/pie3
Cont. de Aire	0.4	pie3	0.6	pie3	0.9	pie3
Se realizaron cilindros	Si		Si		Si	

#### Ilustración 74. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Bijao

Fuente: Propia

Se realizaron 4 cilindros y 2 vigas para cada una de las pruebas realizadas este día, tanto del diseño 3000, 4000 y 5000 psi con el cemento Bijao.

RUPTURAS DE LOS CILINDROS Y VIGAS ELABORADAS EL 21 DE MAYO DEL 2019, CEMENTO BIJAO

A continuación, se adjuntan los resultados de las pruebas de ruptura para el cemento Bijao a 3, 7 y 28 días con fecha de elaboración 22 de mayo del 2019.

Se realizaron rupturas de vigas únicamente a los 28 días.

Fecha de producción	Edad del concreto	Tipo de Concreto	Cliente/ Proyecto	Carga Ultima (Lbs.)	Seccion Transversal	Resistencia Obtenida	Resistencia promedio
22/05/2019	3	3000 con 1 1/2"	Diseños Argos con cemento Bijao	78364	28.27	2772	2772
22/05/2019	3	4000 con 1 1/2"	Diseños Argos con cemento Bijao	104967	28.27	3713	3713
22/05/2019	3	5000 con 1 1/2"	Diseños Argos con cemento Bijao	122607	28.27	4337	4337

### Ilustración 75. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Bijao a 3 Días

Fuente: Propia

Fecha de producción	Edad del concreto	Tipo de Concreto	Cliente/ Proyecto	Carga Ultima (Lbs.)	Seccion Transversal	Resistencia Obtenida	Resistencia promedio
22/05/2019	7	3000 con 1 1/2"	Diseños Argos con cemento Bijao	90888	28.27	3215	3215
22/05/2019	7	4000 con 1 1/2"	Diseños Argos con cemento Bijao	113391	28.27	4011	4011
22/05/2019	7	5000 con 1 1/2"	Diseños Argos con cemento Bijao	143018	28.27	5059	5059

### Ilustración 76. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Bijao a 7 Días

Fuente: Propia

Fecha de producción	Edad del concreto	Tipo de Concreto	Cliente/ Proyecto	Carga Ultima (Lbs.)	Seccion Transversal	Resistencia Obtenida	Resistencia promedio
22/05/2019	28	3000 con 1 1/2"	Diseños Argos con cemento Bijao	96925	28.27	3429	3621
				107805	28.27	3813	
22/05/2019	28	4000 con 1 1/2"	Diseños Argos con cemento Bijao	124030	28.27	4387	4744
				144220	28.27	5102	
22/05/2019	28	5000 con 1 1/2"	Diseños Argos con cemento Bijao	166975	28.27	5906	5918
				167650	28.27	5930	
22/05/2019	28	3000 con 1 1/2"	Diseños Argos con cemento Bijao	7435	12	620	620
22/05/2019	28	4000 con 1 1/2"	Diseños Argos con cemento Bijao	8495	12	708	708
22/05/2019	28	5000 con 1 1/2"	Diseños Argos con cemento Bijao	9595	12	800	800

### Ilustración 77. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Bijao a 28 Días

Fuente: Propia

DISEÑO DE MEZCLA 3000 PSI, FECHA 18 DE MAYO DEL 2019 CEMENTO ARGOS

Se realizo el diseño de mezcla 3000 psi con cemento Argos el día 18 de mayo del 2019, como se muestra en la ilustración para el diseño 1 no se realizaron cilindros ya que su revenimiento fue demasiado bajo mientras que para el diseño 2 si se realizaron cilindros.

Contenido de Humedad	
En la mañana	
Arena	7.20%
Grava 3/4"	3.83%
Grava 1 1/2"	N/A

### Ilustración 78. Contenidos de humedad para diseño de mezcla 3000 psi Argos

Fuente: Propia

Resistencia: Compresion, 3,000 psi

Fecha: 18/Junio/2019

#### Diseño 1      Diseño 2

	Cemento Argos Bolsa		Cemento Argos Bolsa	
Cemento	12.38	Kg.	12.69	Kg.
Arena	44.19	Kg.	43.73	Kg.
Grava 3/4"	31.49	Kg.	31.13	Kg.
Grava 1 1/2"	0	Kg.	0	Kg.
Agua	5.68	Kg.	5.9	Kg.
RB-100	57	ml.	66	ml.
Mega Flow	0	ml.	0	ml.
Revenimiento	3.75"	P lg.	5.25"	P lg.
Peso Unitario	N/R	lbs/pie3	143.6	lbs/pie3
Cont. de Aire	N/R	%	1.6	%
Se realizaron cilindros	N/R		Si	

#### Diseño 1

Diseño 3000 psi Original por m3.		
Materiales	Cantidad	Densidad
Cemento	310	2.97
Ceniza	0	2.2
Grava Triturada 3/4"	758	2.6
Arena	1031	2.55
Grava Triturada 1 1/2"	0	2.57
Agua	200	1
RB-100	0.55%	1.2
Megaflow	0.00%	1.2

#### Diseño 2

Diseño 3000 psi Original por m3.		
Materiales	Cantidad	Densidad
Cemento	317	2.97
Ceniza	0	2.2
Grava Triturada 3/4"	750	2.6
Arena	1020	2.55
Grava Triturada 1 1/2"	0	2.57
Agua	205	1
RB-100	0.62%	1.2
Megaflow	0.00%	1.2

### Ilustración 79. Resultados de las pruebas de diseño y diseño original con cemento Argos

Fuente: Propia

DISEÑO DE MEZCLA 4000 PSI, FECHA 18 DE MAYO DEL 2019 CEMENTO ARGOS

Se realizo el diseño de mezcla 4000 psi con cemento Argos el día 18 de mayo del 2019, para el primer diseño se tomaron humedades iniciales mientras que para el segundo diseño se realizaron nuevas humedades. Asimismo, también se muestra el diseño original por metro cubico de la mezcla 4000 psi.

Contenido de Humedad		Contenido de Humedad	
Humedades 1		Humedades 2	
Arena	7.20%	Arena	7.20%
Grava 3/4"	3.83%	Grava 3/4"	3.11%
Grava 1 1/2"	N/A	Grava 1 1/2"	N/A

**Ilustración 80. Contenidos de humedad para diseño de mezcla 4000 psi Argos**

Fuente: Propia

Resistencia: Compresion, 4,000 psi  
Fecha: 18/Junio/2019

	Humedades 1		Humedades 2	
	Cemento Argos Bolsa		Cemento Argos Bolsa	
Cemento	15.94 Kg.		15.94 Kg.	
Arena	43.51 Kg.		40.03 Kg.	
Grava 3/4"	32.68 Kg.		35.51 Kg.	
Grava 1 1/2"	0 Kg.		0 Kg.	
Agua	6.29 Kg.		6.58 Kg.	
RB-100	83 mL.		73 mL.	
Mega Flow	0 mL.		0 mL.	
Revenimiento	3.75" P.g.		4.5 P.g.	
Peso Unitario	N/R lbs/pie3		N/R lbs/pie3	
Cont. de Aire	N/R %		N/R %	
Se realizaron cilindros	N/R		N/R	

Diseño 4000 psi Original por m3.		
Materiales	Cantidad	Densidad
Cemento	370	2.97
Ceniza	0	2.2
Grava Triturada 3/4"	758	2.6
Arena	979	2.55
Grava Triturada 1 1/2"	0	2.57
Agua	200	1
RB-100	0.55%	1.2
Megaflow	0.00%	1.2

**Ilustración 81. Pruebas de diseño 4000 psi y diseño original con cemento Argos**

Fuente: Propia

DISEÑO DE MEZCLA 3000, 4000 Y 5000 PSI, FECHA 19 DE MAYO DEL 2019 CEMENTO ARGOS

A continuación, se muestra los diseños de mezcla 3000, 4000 y 5000 psi con cemento Argos elaborados el 19 de mayo del 2019. Se tomaron humedades por la mañana y se trabajó con ellas durante todos los diseños. En cada uno de los diseños se muestran al lado izquierdo los diseños elaborados para la mezcla y al lado derecho se muestran los diseños originales por metro cubico.

Contenido de Humedad	
Humedades 1	
Arena	6.28%
Grava 3/4"	3.58%
Grava 1 1/2"	N/A

**Ilustración 82. Contenidos de humedad para diseños 3000, 4000 y 5000 psi Argos**

Fuente: Propia

Resistencia: Compresion, 3,000 psi  
Fecha: 19/Junio/2019

	Cemento Argos Bolsa	
Cemento	12.69	Kg.
Arena	40.04	Kg.
Grava 3/4"	33.97	Kg.
Grava 1 1/2"	0	Kg.
Agua	6.38	Kg.
RB-100	58	ml.
Mega Flow	20	ml.
Revenimiento	5.5	Plg.
Peso Unitario	144.4	lbs/pie3
Cont. de Aire	1.4	%
Se realizaron cilindros	Si	

Diseño 3000 psi Original por m3.		
Materiales	Cantidad	Densidad
Cemento	317	2.97
Ceniza	0	2.2
Grava Triturada 3/4"	820	2.6
Arena	951	2.55
Grava Triturada 1 1/2"	0	2.57
Agua	205	1
RB-100	0.55%	1.2
Megaflow	0.16%	1.2

**Ilustración 83. Pruebas de diseño 3000 psi y diseño original con cemento Argos**

Fuente: Propia

Resistencia: Compresion, 4,000 psi  
 Fecha: 19/Junio/2019

	Cemento Argos Bolsa	
Cemento	15.94	Kg.
Arena	39.68	Kg.
Grava 3/4"	35.67	Kg.
Grava 1 1/2"	0	Kg.
Agua	6.77	Kg.
RB-100	73	ml.
Mega Flow	25	ml.
Revenimiento	4.5	Plg.
Peso Unitario	144.8	lbs/pie3
Cont. de Aire	1.5	%
Se realizaron cilindros	Si	

Diseño 4000 psi Original por m3.		
Materiales	Cantidad	Densidad
Cemento	379	2.97
Ceniza	0	2.2
Grava Triturada 3/4"	820	2.6
Arena	897	2.55
Grava Triturada 1 1/2"	0	2.57
Agua	205	1
RB-100	0.55%	1.2
Megaflow	0.31%	1.2

**Ilustración 84. Pruebas de diseño 4000 psi y diseño original, cemento Argos**

Fuente: Propia

Resistencia: Compresion, 5,000 psi  
 Fecha: 19/Junio/2019

	Cemento Argos Bolsa	
Cemento	18.79	Kg.
Arena	37.1	Kg.
Grava 3/4"	35.67	Kg.
Grava 1 1/2"	0	Kg.
Agua	6.84	Kg.
RB-100	86	ml.
Mega Flow	59	ml.
Revenimiento	5	Plg.
Peso Unitario	145.2	lbs/pie3
Cont. de Aire	1.6	%
Se realizaron cilindros	Si	

Diseño 5000 psi Original por m3.		
Materiales	Cantidad	Densidad
Cemento	447	2.97
Ceniza	0	2.2
Grava Triturada 3/4"	820	2.6
Arena	839	2.55
Grava Triturada 1 1/2"	0	2.57
Agua	205	1
RB-100	0.55%	1.2
Megaflow	0.31%	1.2

**Ilustración 85. Pruebas de diseño 5000 psi y diseño original con cemento Argos**

Fuente: Propia

Se realizo un diseño de mezcla nuevo para la resistencia 4000 psi ya que con este se busca tener una mejor manejabilidad reduciendo la proporción grava y arena.

Resistencia: Compresion, 4,000 psi 54% Grava  
 Fecha: 19/Junio/2019

	Cemento Argos Bolsa	
Cemento	15.84	Kg.
Arena	34.33	Kg.
Grava 3/4"	41.03	Kg.
Grava 1 1/2"	0	Kg.
Agua	6.82	Kg.
RB-100	73	ml.
Mega Flow	25	ml.
Revenimiento	5.5	Plg.
Peso Unitario	146.8	lbs/pie <sup>3</sup>
Cont. de Aire	1.2	%
Se realizaron cilindros	Si	

Diseño 4000 psi Original por m3.		
Materiales	Cantidad	Densidad
Cemento	379	2.97
Ceniza	0	2.2
Grava Triturada 3/4"	943	2.6
Arena	776	2.55
Grava Triturada 1 1/2"	0	2.57
Agua	205	1
RB-100	0.55%	1.2
Megaflow	0.16%	1.2

### Ilustración 86. Pruebas de diseño 4000 psi 54% Grava y diseño, cemento Argos

Fuente: Propia

Se realizo la ruptura de los cilindros a 1 día, elaborados el 19 de mayo del 2019.

Fecha de produccion	Edad del concreto	Tipo de Concreto	Cliente/ Proyecto	Carga Ultima (Lbs.)	Seccion Transversal	Resistencia Obtenida	Resistencia promedio
19/06/2019	1	3000	Diseños Argos	37675	28.27	1333	1333
19/06/2019	1	4000	Diseños Argos	59235	28.27	2095	2095
19/06/2019	1	5000	Diseños Argos	86950	28.27	3076	3076
19/06/2019	1	4000 54% Grava	Diseños Argos	58420	28.27	2067	2067

### Ilustración 87. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Argos a 1 Día

Fuente: Propia

DISEÑO DE MEZCLA 3000, 4000 Y 5000 PSI, FECHA 19 DE MAYO DEL 2019 CEMENTO BIJAO

Se realizaron diseños con cemento Bijao tanto de concreto 3000, 4000 y 5000 psi. Se presenta el diseño para laboratorio y el diseño original por metro cubico.

Contenido de Humedad	
Humedades 1	
Arena	5.12%
Grava 3/4"	3.56%
Grava 1 1/2"	N/A

**Ilustración 88. Contenidos de humedad diseños 3000, 4000 y 5000 psi Bijao**

Fuente: Propia

	Cemento Bijao 3000 psi		Cemento Bijao 4000 psi		Cemento Bijao 5000 psi	
Cemento	12.31	Kg.	14.62	Kg.	17.18	Kg.
Arena	41.34	Kg.	39.24	Kg.	34.05	Kg.
Grava 3/4"	40.37	Kg.	40.37	Kg.	40.37	Kg.
Grava 1 1/2"	0	Kg.	0	Kg.	0	Kg.
Agua	5.79	Kg.	5.87	Kg.	6.08	Kg.
RB-100	40	ml.	47	ml.	56	ml.
Mega Flow	20	ml.	23	ml.	27	ml.
Revenimiento	5	Plg.	3.5	Plg.	5	Plg.
Peso Unitario	146	lbs/pie3	147.6	lbs/pie3	148	lbs/pie3
Cont. de Aire	1.2	pie3	1.5	pie3	1.3	pie3
Se realizaron cilindros	Si		Si		Si	

**Ilustración 89. Resultados de las pruebas de diseño con cementos Bijao**

Fuente: Propia

Diseño 3000 psi Original por m3.		
Materiales	Cantidad	Densidad
Cemento	293	2.97
Ceniza	0	2.2
Grava Triturada 3/4"	925	2.6
Arena	925	2.55
Grava Triturada 1 1/2"	0	2.57
Agua	198	1
RB-100	0.39%	1.2
Megaflow	0.16%	1.2

Diseño 4000 psi Original por m3.		
Materiales	Cantidad	Densidad
Cemento	348	2.97
Ceniza	0	2.2
Grava Triturada 3/4"	925	2.6
Arena	878	2.55
Grava Triturada 1 1/2"	0	2.57
Agua	198	1
RB-100	0.39%	1.2
Megaflow	0.16%	1.2

Diseño 5000 psi Original por m3.		
Materiales	Cantidad	Densidad
Cemento	409	2.97
Ceniza	0	2.2
Grava Triturada 3/4"	925	2.6
Arena	762	2.55
Grava Triturada 1 1/2"	0	2.57
Agua	198	1
RB-100	0.39%	1.2
Megaflow	0.16%	1.2

### Ilustración 90. Resultados de las pruebas de diseño original, cemento Bijao

Fuente: Propia

El proceso que se requiere para el diseño de concreto es el siguiente:

- Obtención de las humedades de los agregados.
- Se define el peso de cada uno de los agregados en base a las granulometrías.
- Se pesan los agregados y se colocan en diferentes cubetas.
- Se define la cantidad en ml de cada uno de los aditivos tanto de Mega Flow como de RB-100
- Se enciende la mezcladora
- Se colocan los agregados en la mezcladora siendo el primero el agua después las gravas y arena mientras que por último se coloca el aditivo.
- El proceso de mezclado es de 3 minutos de mezclado, pausa de 3 minutos y por último mezclado de 3 minutos.
- Se realiza la prueba de revenimiento el cual debe estar entre 4 y 7 pulgadas.
- Se realiza la prueba de peso unitario y el contenido de aire de cada uno de los diseños.
- Se realizan los cilindros para una posterior prueba de ruptura.

Procedimiento para revisión de peso unitario del concreto:

- Paso 1. Se toma una cantidad de concreto mayor a 1 pie<sup>3</sup>.
- Paso 2. Se pesa el recipiente de peso unitario.
- Paso 3. Se llena el recipiente en 3 capas con el concreto y por cada capa se debe introducir la varilla 20 veces. En cada capa se deben dar también 12 golpes con un martillo de goma.
- Paso 4. Se pesa el recipiente con el concreto.
- Paso 5. Se resta el peso del recipiente al peso final con concreto.
- Paso 6. Se divide el peso del concreto entre el volumen del recipiente.

Procedimiento para toma de humedades de los agregados:

- Paso 1. Se toma una cantidad de 500 gramos de muestra.
- Paso 2. Se pesa el agregado húmedo.
- Paso 3. Se seca el agregado hasta que no tenga nada de humedad.
- Paso 4. Se pesa el agregado seco.
- Paso 5. Se resta el peso húmedo menos el peso seco y se divide entre el peso seco.

### **SEMANA 11: DEL 24 DE JUNIO AL 29 DE JUNIO DEL 2019**

Como actividad para el día Lunes se calcularon cantidades de acero para vigas WS-100 y WS-80. Seguidamente se calcularon esfuerzos de tensado y elongaciones de pilotes que se tiene previstas realizar en los próximos días ya que se realizó un pedido de los mismos, pilotes de 10 metros cada uno.



**Ilustración 91. Tensado y armado de las viguetas**

Fuente: Propia

Se nos asignó como encargados de la fabricación de viguetas de 5.65 metros pretensadas, se calcularon cantidades de acero y cemento, se solicitó cambio de cuñas de los cables del pretensado ya que las que se tenían no sostenían bien los cables haciendo peligroso el trabajar armando el acero, se supervisó el proceso de fundición en mezcladora de las viguetas y asimismo se supervisó el proceso de curado con antisol, se revisaron y calcularon los esfuerzos de tensado en todos los cables así como también la elongación de los cables.



**Ilustración 92. Tensado de los cables para las viguetas**

Fuente: Propia



**Ilustración 93. Armado de acero de las viguetas prefabricadas**

Fuente: Propia



**Ilustración 94. Viguetas recién curadas con antisol**

Fuente: Propia

El proceso que se debía cumplir para la elaboración de la mezcla de concreto fue el siguiente:

- Obtención de las humedades de los agregados.
- Se define el peso de cada uno de los agregados en base a las granulometrías.
- Se pesan los agregados y se colocan en diferentes cubetas.
- Se define la cantidad en ml de cada uno de los aditivos tanto de Mega Flow
- Se enciende la mezcladora
- Se colocan los agregados en la mezcladora siendo el primero el agua después las gravas y arena mientras que por último se coloca el aditivo.
- El proceso de mezclado es de 3 minutos de mezclado, pausa de 3 minutos y por último mezclado de 3 minutos.
- Se realiza la prueba de revenimiento el cual debe estar entre 4 y 7 pulgadas.
- Se realiza la prueba de peso unitario y el contenido de aire de cada uno de los diseños.
- Se realizan los cilindros para una posterior prueba de ruptura.

Elaboración de viguetas prefabricadas

- Cálculo de cantidades de material
- Cálculo de esfuerzo de tensado en los cables
- Cálculo de la elongación de los cables
- Se tensan los cables en la bancada refiriéndose al esfuerzo calculado y la elongación
- Encofrado alrededor de los cables
- Armado del acero requerido para las viguetas según se especifica en plano

- Se coloca desmoldante en el encofrado
- Se prepara el concreto 6000 psi y se coloca dentro del encofrado
- se da el acabado de superficial con el uso de cucharas de albañil
- Se utiliza antisol sobre todas las viguetas (antisol es el nombre del curador que utiliza la empresa Conetsa en sus elementos prefabricados).



**Ilustración 95. Viguetas prefabricadas finalizadas**

Fuente: propia

Se tomaron los rendimientos durante los diferentes procesos que se realizaban

Tiempo requerido por cada mezcla de concreto de 1 bolsa tomaba alrededor de 10 minutos

El tiempo que se tomó para todo el armado fue de 1 día completo

La fundición de todas las viguetas tomo 5 horas

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES**

- 1) Al momento de realizar granulometrías se deben tener en cuenta diferentes precauciones a lo largo de todo el proceso. Durante la toma de la muestra se debe tener el cuidado de mezclar bien el agregado con la cargadora al tomarlo del banco y seguidamente se debe tomar la muestra de diferentes puntos, teniendo en cuenta que esta debe ser representativa y de 1000-3000 gr. para el agregado grueso mientras que para el agregado fino se debe tomar una muestra de 100-500 gr. Se debe lavar bien el material para que seguidamente se le realice la correcta granulometría. Durante el secado del material se debe cuidar que no quede nada de humedad en el agregado y secarlo en el horno a una temperatura constante de  $100 \pm 5$  grados.

En base a lo anteriormente mencionado y al momento de hacer el análisis de los datos, se requiere que los resultados obtenidos se encuentren dentro de los parámetros que especifica la norma ASTM C-136 la cual menciona valores máximos y mínimos para cada uno de los tamices, referirse a estos valores en la norma ASTM ejemplificada en los anexos página 105 del presente documento.

- 2) Durante el proceso de tensado se debe tener primeramente precaución de que nadie este tocando el cable ni el acero del elemento y se debe tensar de afuera hacia adentro alternando entre arriba y abajo tensando primero un lado después el otro. Se debe limpiar la zona antes de colocar el concreto y se debe curar muy bien con agua todo el encofrado y la parte inferior. Al momento de fundir se debe vibrar muy bien todas las zonas del elemento para que el concreto pueda esparcirse homogéneamente.

Estas precauciones mencionadas anteriormente son importantes en todos los procesos de prefabricados. Los elementos prefabricados realizados por la empresa son las vigas de puentes (longitudes de 20 y 25 metros), losas y viguetas (longitudes entre 1.50 y 2.50 metros).

- 3) En cuanto a la revisión de los datos obtenidos por granulometrías se debe revisar que los datos se encuentren dentro de los parámetros que requiere la norma ASTM refiriéndose a la norma ASTM C-156 para granulometría, ASTM C-128 para gravedad específica y ASTM C-29 para el peso unitario. A la arena fina se le debe revisar que su módulo de finura se encuentre dentro de los parámetros de diseño que utiliza la empresa de  $3 \pm 0.2$ . Se debe revisar que

los resultados obtenidos para todas las pruebas de laboratorio tengan una correcta concordancia ya que estos datos son utilizados para realizar los diseños con el concreto. Se puede referir a la ilustración 51 para un ejemplo de uno de los reportes y análisis de los datos que se realizan. Se puede mencionar que la gran mayoría de los ensayos realizados se encontraban dentro de lo que nos dicen las normas ASTM.

- 4) Se dio solución al encargado de la trituradora para poder obtener una granulometría correcta con la grava de 1 1/2", se colocaron mallas de 3/4" corridas en la trituradora y así poder tener más porcentaje de gruesos en la gráfica de granulometría. Se pudo optimizar el proceso de obtención de diseños de mezcla con el uso de una hoja de Excel en el que simplemente se ingresen los datos requeridos para el diseño.
- 5) Se pudieron supervisar los proyectos de fundición en Valle Escondido y Residencial Jaragua ubicados ambos en San Pedro Sula. Durante los proyectos anteriormente mencionados se pudieron tomar rendimientos de colocado de concreto por cada mixer dando un resultado de 3 minutos. Se supervisó que el proceso de corte de las juntas se realizara exactamente en 1 hora y media después de haber colocado el concreto. Cabe destacar que en este proceso de fundición se deben tener bastantes precauciones ya que de esto depende que en el concreto no se presenten fisuras. Como primer aspecto a tener en cuenta es que se debe curar bien la zona en la que se colocara el concreto humedeciéndola con agua, se debe tener el cuidado de que la zona este bien compactada y que no haya lodo o agua empozada en la zona.

Seguidamente se debe cuidar que el concreto se coloque a un ritmo constante ya que en caso de que no se cumpla esto el concreto se podría endurecer demasiado rápido provocando junta fría o haciendo que el concreto se fisure. Se debe observar las condiciones climáticas ya que si está haciendo demasiado viento se deben colocar barreras para que el aire no afecte al concreto y también se debe tener el cuidado que no llueva durante la fundición ni horas después del proceso. Se debe dar el correcto curado al concreto colocado y se debe tener mucho cuidado en realizar los cortes de las juntas al correcto tiempo ya que en caso de que esto no se cumpla podría generar fisuras en el concreto o evaporación del agua de la mezcla.

## **CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES**

- 1) Poder seguir el proceso adecuado y especificado por la norma ASTM para cada una de las pruebas de laboratorio. Se sugiere a la empresa comprar un tamizador mecánico ya que el proceso de tamizado de los materiales es demasiado lento y es a mano generando un cierto porcentaje mayor de error.
- 2) Se debe limpiar muy bien la zona antes de realizar la fundición de un elemento prefabricado, se debe revisar que el encofrado este bien colocado y que no haya ningún hueco por el que se pueda salir el concreto. Se debe realizar un correcto proceso de vibrado y poder abarcar todas las partes durante la fundición del elemento.
- 3) Se sugiere tener una mayor disponibilidad de tecnología para agilizar el proceso de cálculos de las pruebas de laboratorio, se recomienda colocar internet en la zona de laboratorio para poder subir a la red los resultados obtenidos de pruebas y que estos estén disponibles para cualquier ingeniero en cualquier momento.
- 4) Se recomienda dar más capacitaciones a los empleados de la empresa enfocándolos en cada uno de sus campos. Se sugiere facilitar manuales de maquinaria a los operadores de las mismas.
- 5) Se sugiere tener una mejor comunicación entre los empleados que se deban movilizar a los diferentes proyectos y el personal encargado de los camiones ya que en algunos momentos es bastante complicado poder comunicarse con alguien para el transporte hacia los proyectos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anonimo. (2015). *Ecured*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Granulometr%C3%ADa>
- Construpedia. (Abril de 2018). *Construmatica*. Obtenido de [https://www.construmatica.com/construpedia/Bloque\\_de\\_Hormig%C3%B3n](https://www.construmatica.com/construpedia/Bloque_de_Hormig%C3%B3n)
- Consultores geotécnicos*. (Abril de 2015). Obtenido de <http://www.cercalcr.com/laboratorio-de-concreto-y-agregados.html>
- Coronado, J. (2002). *Manual centroamericano para Diseño de Pavimentos*. Guatemala: Secretaría de Integración Económica Centroamericana.
- Das, B. M. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. México D.F.: Cengage Learning.
- LSB. (Noviembre de 2011). *LASEDA*. Obtenido de [http://laseda.es/index2.php?lang=es&ID\\_cat=&PID\\_cat=&SID\\_cat=338&SSID\\_cat=343](http://laseda.es/index2.php?lang=es&ID_cat=&PID_cat=&SID_cat=338&SSID_cat=343)
- McCormac, J. (s.f.). *Topografía*. Limusa Wiley.
- Mendez, O. A. (Enero de 2016). *Ecoinventos*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/casas-de-ladrillos-de-plastico/>
- Zarepta, O. (2013). *Civil Geeks*. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2015/06/26/las-impurezas-organicas-las-arenas-concreto/>

## ANEXOS



**Ilustración 96. Banco de agregados (Arena y Grava) y cargadora.**

Fuente: Propia



**Ilustración 97. Trituradora para agregados.**

Fuente: Propia



**Ilustración 98. Preparación del acero para las vigas pretensadas.**

Fuente: Propia



**Ilustración 99. Preparación de viga prefabricada**

Fuente: Propia



**Ilustración 100. Armado del acero para las vigas pretensadas**

Fuente: Propia



**Ilustración 101. Colocación de tableros laterales para el encofrado de plywood**

Fuente: Propia



**Ilustración 102. Tensado de cables**

Fuente: Propia



**Ilustración 103. Encofrado de las vigas con la utilización de plywood y madera como refuerzo**

Fuente: propia



**Ilustración 104. Corte de los cables con oxígeno y acetileno de las vigas**

Fuente: propia



**Ilustración 105. Elaboración de tubería de concreto 42" diámetro**

Fuente: Propia



**Ilustración 106. Preparación del tubo de concreto de diámetro 42"**

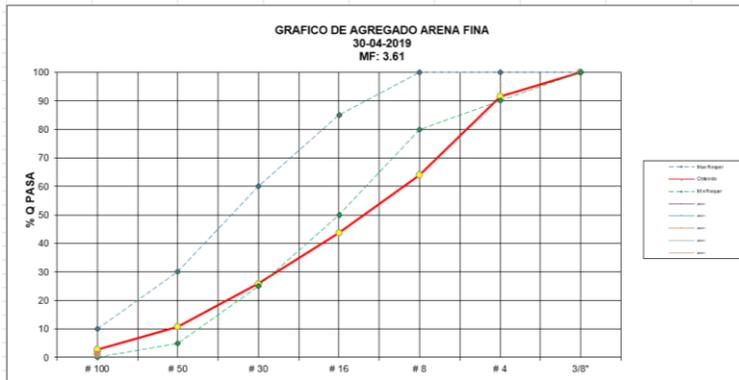
Fuente: Propia



**Ilustración 107. Elaboración de cilindros de los tubos de concreto**

Fuente: Propia

Gráfica Granulométrica de Agregado ASTM C33-07							
Tamiz	# 100	# 50	# 30	# 16	# 8	# 4	3/8"
Max Requer	10	30	60	85	100	100	100
Obtenido	2.84	10.83	25.86	43.63	64.09	91.56	100.00
Min Requer	0	5	25	50	80	90	100



EJERNA, S.A. de CV  
INGENIEROS CONTRATISTAS  
DIVISION CIVIL

CONTROL DE RESISTENCIA DE PRODUCCION DE CMU

Planta: *Novabloc*  
Fecha de Registro: *28/02/19*

Fecha	Proyecto	Ubicación	Forma	Longitud (cm)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Resistencia a Compresión (MPa)	Resistencia a Tracción (MPa)
26/4/19	2	CF	RECTANGULAR	47.10	2.8150	0.2500		
26/4/19	2	CF	RECTANGULAR	47.10	2.8150	0.2500		

EJERNA, S.A. de CV  
INGENIEROS CONTRATISTAS  
DIVISION CIVIL

CONTROL DE RESISTENCIA DE PRODUCCION DE CMU

Planta: *Novabloc*  
Fecha de Registro: *27/4/19*

Fecha	Proyecto	Ubicación	Forma	Longitud (cm)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Resistencia a Compresión (MPa)	Resistencia a Tracción (MPa)
27/4/19	2	CC	RECTANGULAR	48.10	3.8207	0.3500		
27/4/19	2	CC	RECTANGULAR	48.10	3.8207	0.3500		

EJERNA, S.A. de CV  
INGENIEROS CONTRATISTAS  
DIVISION CIVIL

CONTROL DE RESISTENCIA DE PRODUCCION DE CMU

Planta: *Novabloc*  
Fecha de Registro: *05/11/19*

Fecha	Proyecto	Ubicación	Forma	Longitud (cm)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Resistencia a Compresión (MPa)	Resistencia a Tracción (MPa)
23/4/19	2	ABE	RECTANGULAR	48.00	3.7000	0.3500		
23/4/19	2	ABE	RECTANGULAR	48.00	3.7000	0.3500		

OBSERVACIONES:

**Ilustración 108. Gráficos , tablas y pruebas de resistencia a bloques y cilindros.**

Fuente: Propia



**Ilustración 109. Vigas prefabricadas terminadas y listas para enviar**

Fuente: Propia



**Ilustración 110. Pruebas de resistencia en bloques**

Fuente: propia



**Ilustración 111. Extracción de agregados mediante el uso de la trituradora**

Fuente: Propia



**Ilustración 112. Preparado de cilindros con material de cabeceo para posterior ruptura**

Fuente: Propia



**Ilustración 113. Plantel olímpico, dosificadora de la empresa Conetsa**

Fuente: Propia



**Ilustración 114. Elaboración de vigas**

Fuente: Propia



**Ilustración 115. Diseños de mezcla**

Fuente: Propia



**Ilustración 116. Fundición de concreto Valle Escondido**

Fuente: Propia



**Ilustración 117. Curado de la zona previo a colocación de concreto**

Fuente: Propia



**Ilustración 118. Mala preparación de sitio para fundición**

Fuente: Propia



**Ilustración 119. Concreto colocado en residencial Jaragua**

Fuente: Propia



**Ilustración 120. Concreto recién colocado en residencial Valle Escondido**

Fuente: Propia



**Ilustración 121. Agregado de aditivo megaflo en diseño de mezclas**

Fuente: Propia

ETERNAL P.A.S.F.U.  
ETERNA S. A. de C.V. (DIVISION CONCRETA)  
REPORTE DE RESISTENCIA DE ESPECIMENES DE CONCRETO

Fecha de Registro: 19-06-2019

Fecha de Cobro	Edad de Concreto (días)	Tipo de Concreto	Clase	Proveña	Carga Última (kg)	Sección Transversal (cm <sup>2</sup> )	Resistencia Última (MPa)	Tipo de Fractura	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Observaciones
22-05-19	28	3000 3/4	Puerto Argos	Tipo I	96925	2827	3428	M		
					103805		3813	M		
					124030		4387	M		
	28	4000 3/4	Puerto Argos	Tipo I	144220		5121	M		
	28	5000 3/4	Puerto Argos	Tipo I	164918		5906	M		
22-05-19	28	3000 1/2	Puerto Argos	Tipo I	7435	12	619	M		
	28	4000 1/2	Puerto Argos	Tipo I	8495		707	M		
	28	5000 1/2	Puerto Argos	Tipo I	9595		799	M		

**Ilustración 122. Toma de datos obtenidos para pruebas de rupturas**

Fuente: Propia



**Ilustración 123. Vigas y cilindros posterior a pruebas de rupturas**

Fuente: Propia



**Ilustración 124. Elaboración de cilindros en diseños de mezcla**

Fuente: Propia



Designation: C33/C33M – 16<sup>ε1</sup>

## Standard Specification for Concrete Aggregates<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C33/C33M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

<sup>ε1</sup> NOTE—Editorially corrected 3.2.1 and Footnote B of Table 1 in November 2016.

### 1. Scope\*

1.1 This specification defines the requirements for grading and quality of fine and coarse aggregate (other than lightweight or heavyweight aggregate) for use in concrete.<sup>2</sup>

1.2 This specification is for use by a contractor, concrete supplier, or other purchaser as part of the purchase document describing the material to be furnished.

NOTE 1—This specification is regarded as adequate to ensure satisfactory materials for most concrete. It is recognized that, for certain work or in certain regions, it may be either more or less restrictive than needed. For example, where aesthetics are important, more restrictive limits may be considered regarding impurities that would stain the concrete surface. The specifier should ascertain that aggregates specified are or can be made available in the area of the work, with regard to grading, physical, or chemical properties, or combination thereof.

1.3 This specification is also for use in project specifications to define the quality of aggregate, the nominal maximum size of the aggregate, and other specific grading requirements. Those responsible for selecting the proportions for the concrete mixture shall have the responsibility of determining the proportions of fine and coarse aggregate and the addition of blending aggregate sizes if required or approved.

1.4 The values stated in either SI units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with the standard.

1.5 The text of this standard references notes and footnotes which provide explanatory material. These notes and footnotes (excluding those in tables and figures) shall not be considered as requirements of this standard.

### 2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards*:<sup>3</sup>

- C29/C29M Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate
- C40 Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete
- C87 Test Method for Effect of Organic Impurities in Fine Aggregate on Strength of Mortar
- C88 Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate
- C117 Test Method for Materials Finer than 75- $\mu$ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing
- C123 Test Method for Lightweight Particles in Aggregate
- C125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates
- C131 Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
- C136 Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
- C142 Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates
- C150 Specification for Portland Cement
- C227 Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement-Aggregate Combinations (Mortar-Bar Method)
- C289 Test Method for Potential Alkali-Silica Reactivity of Aggregates (Chemical Method) (Withdrawn 2016)<sup>4</sup>
- C294 Descriptive Nomenclature for Constituents of Concrete Aggregates
- C295 Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete
- C311 Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete
- C330 Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.20 on Normal Weight Aggregates.

Current edition approved Feb. 1, 2016. Published March 2016. Originally approved in 1921. Last previous edition approved in 2013 as C33/C33M – 13. DOI: 10.1520/C0033\_C0033M-16E01.

<sup>2</sup> For lightweight aggregates, see Specifications C330, C331, and C332; for heavyweight aggregates see Specification C637 and Descriptive Nomenclature C638.

<sup>3</sup> For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, [www.astm.org](http://www.astm.org), or contact ASTM Customer Service at [service@astm.org](mailto:service@astm.org). For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

<sup>4</sup> The last approved version of this historical standard is referenced on [www.astm.org](http://www.astm.org).

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard

**TABLE 1 Grading Requirements for Fine Aggregate**

Sieve (Specification E11)	Percent Passing
9.5-mm (¾-in.)	100
4.75-mm (No. 4)	95 to 100
2.36-mm (No. 8)	80 to 100
1.18-mm (No. 16)	50 to 85
600-µm (No. 30)	25 to 60
300-µm (No. 50)	5 to 30
150-µm (No. 100)	0 to 10
75-µm (No. 200)	0 to 3.0 <sup>A,B</sup>

<sup>A</sup> For concrete not subject to abrasion, the limit for material finer than the 75-µm (No. 200) sieve shall be 5.0 % maximum.

<sup>B</sup> For manufactured fine or other recycled aggregate, if the material finer than the 75-µm (No. 200) sieve consists of the dust of fracture, essentially free of clay or shale, this limit shall be 5.0% for concrete subject to abrasion, and 7% maximum for concrete not subject to abrasion.

- C331 Specification for Lightweight Aggregates for Concrete Masonry Units
- C332 Specification for Lightweight Aggregates for Insulating Concrete
- C342 Test Method for Potential Volume Change of Cement-Aggregate Combinations (Withdrawn 2001)<sup>4</sup>
- C441 Test Method for Effectiveness of Pozzolans or Ground Blast-Furnace Slag in Preventing Excessive Expansion of Concrete Due to the Alkali-Silica Reaction
- C535 Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
- C586 Test Method for Potential Alkali Reactivity of Carbonate Rocks as Concrete Aggregates (Rock-Cylinder Method)
- C595 Specification for Blended Hydraulic Cements
- C618 Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete
- C637 Specification for Aggregates for Radiation-Shielding Concrete
- C638 Descriptive Nomenclature of Constituents of Aggregates for Radiation-Shielding Concrete
- C666/C666M Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing
- C989 Specification for Slag Cement for Use in Concrete and Mortars
- C1105 Test Method for Length Change of Concrete Due to Alkali-Carbonate Rock Reaction
- C1157 Performance Specification for Hydraulic Cement
- C1240 Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixtures
- C1260 Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)
- C1293 Test Method for Determination of Length Change of Concrete Due to Alkali-Silica Reaction
- C1567 Test Method for Determining the Potential Alkali-Silica Reactivity of Combinations of Cementitious Materials and Aggregate (Accelerated Mortar-Bar Method)
- D75 Practice for Sampling Aggregates
- D422 Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (Withdrawn 2016)<sup>4</sup>
- D2419 Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate

D3665 Practice for Random Sampling of Construction Materials

E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves

2.2 Other Standards:

AASHTO T 330 Method of Test for the Qualitative Detection of Harmful Clays of the Smectite Group in Aggregates Using Methylene Blue<sup>5</sup>

### 3. Terminology

3.1 For definitions of terms used in this standard, refer to Terminology C125.

3.2 Definitions of Terms Specific to This Standard:

3.2.1 aggregate, recycled, *n*—granular material that has been diverted, separated, or removed from the solid waste stream, and processed for use in the form of raw materials or products.

### 4. Ordering and Specifying Information

4.1 The direct purchaser of aggregates shall include the information in 4.2 in the purchase order as applicable. A project specifier shall include in the project documents information to describe the aggregate to be used in the project from the applicable items in 4.3.

4.2 Include in the purchase order for aggregates the following information, as applicable:

4.2.1 Reference to this specification, as C33 \_\_\_\_.

4.2.2 Whether the order is for fine aggregate or for coarse aggregate,

4.2.3 Quantity, in metric tons or tons,

4.2.4 When the order is for fine aggregate:

4.2.4.1 Whether the restriction on reactive materials in 7.3 applies,

4.2.4.2 In the case of the sulfate soundness test (see 8.1) which salt is to be used. If none is stated, either sodium sulfate or magnesium sulfate shall be used,

4.2.4.3 The appropriate limit for material finer than 75-µm (No. 200) sieve (see Table 1). If not stated, the 3.0 % limit shall apply,

4.2.4.4 The appropriate limit for coal and lignite (see Table 2). If not stated, the 1.0 % limit shall apply,

4.2.5 When the order is for coarse aggregate:

<sup>5</sup> AASHTO Standard Specifications, Part 2B: Tests. Available from American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 444 N. Capitol St., NW, Suite 249, Washington, DC 20001, <http://www.transportation.org>.

**TABLE 2 Limits for Deleterious Substances in Fine Aggregate for Concrete**

Item	Mass Percent of Total Sample, max
Clay lumps and friable particles	3.0
Coal and lignite:	
Where surface appearance of concrete	0.5
Is of importance	
All other concrete	1.0

4.2.5.1 The grading (size number) (see 10.1 and Table 3), or alternate grading as agreed between the purchaser and aggregate supplier.

4.2.5.2 The class designation (see 11.1 and Table 4),

4.2.5.3 Whether the restriction on reactive materials in 11.2 applies,

4.2.5.4 In the case of the sulfate soundness test (see Table 4), which salt is to be used. If none is stated, either sodium sulfate or magnesium sulfate shall be used, and

4.2.6 Any exceptions or additions to this specification (see Note 1).

4.3 Include in project specifications for aggregates the following information, as applicable:

4.3.1 Reference to this specification, as C33 \_\_\_\_.

4.3.2 When the aggregate being described is fine aggregate:

4.3.2.1 Whether the restriction on reactive materials in 7.3 applies,

4.3.2.2 In the case of the sulfate soundness test (see 8.1) which salt is to be used. If none is stated, either sodium sulfate or magnesium sulfate shall be used.

4.3.2.3 The appropriate limit for material finer than the 75- $\mu\text{m}$  (No. 200) sieve (see Table 1). If not stated, the 3.0 % limit shall apply, and

4.3.2.4 The limit that applies with regard to coal and lignite (Table 2). If not stated, the 1.0 % limit shall apply.

4.3.3 When the aggregate being described is coarse aggregate, include:

4.3.3.1 The nominal maximum size or sizes permitted, based on thickness of section or spacing of reinforcing bars or other criteria. In lieu of stating the nominal maximum size, the specifier shall designate an appropriate size number or numbers (see 10.1 and Table 3). Designation of a size number to indicate a nominal size shall not restrict the person responsible for selecting proportions from combining two or more gradings of aggregate to obtain a desired grading, provided that the gradings are not otherwise restricted by the project specifier and the nominal maximum size indicated by the size number is not exceeded,

4.3.3.2 The class designation (see 11.1 and Table 4),

4.3.3.3 Whether the restriction on reactive materials in 11.2 applies,

4.3.3.4 In the case of the sulfate soundness test (see Table 4), which salt is to be used. If none is stated, either sodium sulfate or magnesium sulfate shall be used, and

4.3.4 The person responsible for selecting the concrete proportions if other than the concrete producer.

4.3.5 Any exceptions or additions to this specification (see Note 1).

## FINE AGGREGATE

### 5. General Characteristics

5.1 Fine aggregate shall consist of natural sand, manufactured sand, or other recycled aggregate, or a combination thereof.

**NOTE 2**—This standard only addresses properties of aggregates considered necessary for use in concrete and the associated test methods contained within this standard. Certain recycled aggregate sources may contain materials and properties not addressed as part of the document

specifications, limits, or test methods. Recycled aggregates may require evaluation for environmental considerations (air quality, water quality, storage) using the appropriate local, state, and federal test methods in effect at the time of use.

### 6. Grading

6.1 *Sieve Analysis*—Fine aggregate, except as provided in 6.2 and 6.3 shall be graded within the limits in Table 1.

**NOTE 3**—Concrete with fine aggregate gradings near the minimums for percent passing the 300  $\mu\text{m}$  (No.50) and 150  $\mu\text{m}$  (No.100) sometimes have difficulties with workability, pumping or excessive bleeding. The addition of entrained air, additional cement, or the addition of an approved mineral admixture to supply the deficient fines, are methods used to alleviate such difficulties.

6.2 The fine aggregate shall have not more than 45 % passing any sieve and retained on the next consecutive sieve of those shown in 6.1, and its fineness modulus shall be not less than 2.3 nor more than 3.1.

6.3 Fine aggregate failing to meet these grading requirements shall meet the requirements of this section provided that the supplier can demonstrate to the purchaser or specifier that concrete of the class specified, made with fine aggregate under consideration, will have relevant properties (see Note 6) at least equal to those of concrete made with the same ingredients, with the exception that the reference fine aggregate shall be selected from a source having an acceptable performance record in similar concrete construction.

**NOTE 4**—Manufactured fine aggregate having elevated proportions of material passing the 75- $\mu\text{m}$  (No. 200) sieve may need further evaluation to ensure that material passing the 75- $\mu\text{m}$  (No. 200) sieve is essentially composed of dust of fracture derived from the parent rock in the crushing operation, and does not contain an appreciable level of clay minerals or other deleterious constituents as described in Descriptive Nomenclature C294. Because some of the dust of fracture may occur in the clay size range, defined here as material finer than 2  $\mu\text{m}$ , care must be taken to properly differentiate these clay-sized materials from clay minerals. Natural fine aggregate with elevated proportions of material passing the 75- $\mu\text{m}$  (No. 200) sieve may have higher potential for clay mineral content.

Various means are available for characterizing these fines, such as petrographic analysis (Guide C295), sand equivalent determination (Test Method D2419), hydrometer analysis (Test Method D422), methylene blue adsorption determination (AASHTO T 330) and X-ray diffraction analysis. While these techniques are useful for investigative purposes, no specific limits have been established for prediction of performance of these materials in concrete under various intended service conditions. Methylene blue adsorption and hydrometer analyses are believed to be two relatively quick and reliable tests for characterization of material passing the 75- $\mu\text{m}$  (No. 200) sieve to determine suitability for use in concrete. Research (1,2) has indicated that manufactured fine aggregate with less than 4 % by mass finer than 2  $\mu\text{m}$ , and with methylene blue adsorption values less than 5 mg/g generally is suitable for use in concrete. Fine aggregate that exceeds these values also may be suitable for use provided that fresh and hardened concrete properties are shown to be acceptable.

**NOTE 5**—Fine aggregate that conforms to the grading requirements of a specification, prepared by another organization such as a state transportation agency, which is in general use in the area, should be considered as having a satisfactory service record with regard to those concrete properties affected by grading.

**NOTE 6**—Relevant properties are those properties of the concrete that are important to the particular application being considered. STP 169D<sup>6</sup> provides a discussion of important concrete properties.

<sup>6</sup> *Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete Making Materials*, STP 169D, ASTM, 2006.

**TABLE 3 Grading Requirements for Coarse Aggregates**

Aggregate Size Number	Nominal Size (Sieves with Square Openings)	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square-Openings), Mass Percent													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2½ in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1½ in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (¾ in.)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)	300 µm (No.50)
1	90 to 37.5 mm (3½ to 1½ in.)	100	90 to 100	...	25 to 60	...	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...	...
2	63 to 37.5 mm (2½ to 1½ in.)	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...	...
3	50 to 25.0 mm (2 to 1 in.)	...	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
357	50 to 4.75 mm (2 in. to No. 4)	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	0 to 5	...	...	...	...
4	37.5 to 19.0 mm (1½ to ¾ in.)	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...
467	37.5 to 4.75 mm (1½ in. to No. 4)	...	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	0 to 5	...	...	...
5	25.0 to 12.5 mm (1 to ½ in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...	...	...
56	25.0 to 9.5 mm (1 to ¾ in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	...	...	...
57	25.0 to 4.75 mm (1 in. to No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 to 100	...	25 to 60	...	0 to 5	0 to 10	...	...
6	19.0 to 9.5 mm (¾ to ¾ in.)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	...	...	...
67	19.0 to 4.75 mm (¾ in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	90 to 100	...	20 to 55	0 to 5	0 to 10	0 to 5	...
7	12.5 to 4.75 mm (½ in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 70	0 to 5	0 to 10	0 to 5	...
8	9.5 to 2.36 mm (¾ in. to No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	0 to 10	0 to 10	0 to 5	...
89	9.5 to 1.18 mm (¾ in. to No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	5 to 30	0 to 10	0 to 5	...
9 <sup>A</sup>	4.75 to 1.18 mm (No. 4 to No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	10 to 40	0 to 10	0 to 5	...

Aggregate size number 9 aggregate is defined in Terminology C125 as a fine aggregate. It is included as a coarse aggregate when it is combined with a size number 8 material to create a size number 89, which is a coarse aggregate as defined by Terminology C125.