

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN  
BLOQUES HUECOS DE CEMENTO, ARENA Y ASERRÍN DE  
PINO CARIBE.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR LOS  
BACHILLERES CLAUDIA  
ANDREINA MACUARISMA  
BAUTE Y ALBENIS RAMÓN  
MARTÍNEZ RODRÍGUEZ  
PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE INGENIERO CIVIL**

**CIUDAD BOLÍVAR, NOVIEMBRE DE 2010**

## HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, titulado “**ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN BLOQUES HUECOS DE CEMENTO, ARENA Y ASERRÍN DE PINO CARIBE**” presentado por los bachilleres **CLAUDIA ANDREINA MACUARISMA BAUTE** y **ALBENIS RAMÓN MARTÍNEZ RODRÍGUEZ**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Firmas:

Profesor Giovanni Grieco

(Asesor Académico)

Profesora Josefina Jiménez

Profesor Mario Castro

\_\_\_\_\_  
Profesor Jacques Edilibi

Jefe del Departamento de Ingeniería Civil

Ciudad Bolívar, Noviembre de 2010.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi guía cada día, la esencia de mi vida, mi sustento y mi fortaleza.

A mi madre, Belkys Baute, por su amor y dedicación, por su apoyo incondicional y enseñanzas que me han hecho crecer, porque con su ejemplo de mujer luchadora me ha enseñado a insistir con coraje hasta alcanzar la meta. A mis hermanos y hermanas: José Luis, Leo, María y Daniela; por brindarme su apoyo siempre, porque somos un equipo. Y a mis preciosos sobrinos: Victoria Saraí, Víctor y Anna Paula, porque son un motivo de gozo en mi vida.

A mi esposo, Alexander Aular, por ser mi compañero y amigo, por brindarme su amor cada día, por comprender mis ausencias, por haber hecho de mi meta su meta, y por ayudarme cuando lo he necesitado. A mi hija, Hannah Alexandra, por llenar mi vida de alegría y de ternura, y por ser la fuente de inspiración que me impulsa a superarme y ser mejor cada día.

A mis profesores y compañeros de estudio, a mis amigos y demás familiares, y a los que me han ayudado con sus oraciones.

Claudia Macuarisma

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso, mi guía espiritual.

A mi madre, Carmen Rodríguez, por guiarme, permitirme ser quien soy hoy en día y brindarme todo su amor y apoyo. A mi padre, Hermenegildo Martínez, por todo el apoyo y el amor brindado.

A mis hermanos y hermanas: Miriam, Ángel, Meudys, Alexander, Magalis, Alnordo y Mariangel, por su apoyo y ayuda, especialmente a mi hermana Mariannys, por su apoyo incondicional durante mi carrera universitaria y por alentarme en los momentos de flaqueo.

A mis sobrinos y sobrinas: Maricarlys, Manuela, Youssef, Ariannys, David, Carluis, Eulismar, Josue, Daniel, Luisangel, Eulio, Marcos, Dariannys, Juanys, Anderson, Angel, Jordys y Sebastián.

Albenis Martínez

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Todopoderoso, por dotarnos de sabiduría y fortaleza para alcanzar nuestra meta.

A nuestra casa de estudio, “La Casa más Alta”, por abrirnos las puertas al conocimiento y nuestros profesores que cada día dieron lo mejor de sí al compartirnos sus conocimientos, en especial al Profesor Giovanni Grieco, por ser nuestro asesor académico.

Al personal administrativo de la Universidad Nacional Experimental de Guayana (U.N.E.G.), Núcleo Upata, por prestarnos las instalaciones y los instrumentos necesarios para realizar nuestros ensayos preliminares, y al Ingeniero Eustaquio Montero, por su valiosa e incondicional ayuda y asesoramiento.

Al Ingeniero Manuel Sarmiento y a ServiTest aseguramiento y control de calidad, por permitirnos realizar los ensayos de laboratorio.

A Omar Hannah y Jacobo Hannah por prestarnos las instalaciones y equipos de su empresa Bloquera “La Armonía”.

A Induforca, por su colaboración; a Leoncio Baute, por su valiosa ayuda y a todos los que directa o indirectamente dieron su aporte a este proyecto.

## RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación es determinar la resistencia a la compresión de bloques huecos de cemento, arena y aserrín de la especie vegetal Pino Caribe y su comparación con la norma COVENIN 42:82 “Bloque huecos de concreto”, con miras al aprovechamiento de los desechos de la industria maderera, convirtiéndolos en un producto acabado de valor agregado que pueda ser utilizado en la industria de la construcción. En el desarrollo de este trabajo de investigación, se emplearon insumos tales como cemento, arena, aserrín de la especie vegetal pino Caribe, con tamaños de partículas entre 1-3 mm; y cal como mineralizante, que neutraliza la influencia negativa de los azúcares de la madera en el fraguado del cemento. Para la fabricación de los bloques se usó una máquina vibrobloquera automatizada, con los diseños de mezcla en peso 1:2,6:0,6; 1:3,9:0,7 y 1:3,9:0,6 cemento, arena, aserrín y la cal utilizada fue del 10% en peso del aserrín. Los bloques fueron evaluados según norma COVENIN 42-82, atendiendo al dimensionado, absorción de agua y resistencia a la compresión. Los resultados determinaron que los bloques realizados con la mezcla de dosificación 1:2,6:0,6 tienen resistencia a la compresión de 33 Kg/cm<sup>2</sup> y absorción de agua del 15% clasificando como bloques tipo B1 y B2 según la norma COVENIN 42:82, cuya utilidad es para paredes divisorias expuestas o no a la humedad.

## CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
RESUMEN.....	vi
CONTENIDO .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABLAS .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	4
SITUACIÓN A INVESTIGAR .....	4
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Objetivos de la investigación .....	7
1.3 Justificación.....	8
1.4 Alcance.....	9
CAPÍTULO II .....	11
GENERALIDADES .....	11
2.1 Ubicación geográfica .....	11
2.2 Identificación de la empresa.....	12
2.3 Materiales utilizados .....	12
2.4 Maquinaria .....	14
2.5 Ensayos de calidad .....	14
CAPÍTULO III.....	15
MARCO TEÓRICO.....	15
3.1 Antecedentes de la investigación .....	15
3.2 Bases Teóricas.....	17
3.3 Definición de términos básicos .....	72
CAPITULO IV.....	74

MARCO METODOLÓGICO.....	74
4.1 Tipo de investigación .....	74
4.2 Diseño de investigación .....	75
4.3 Población y muestra .....	76
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	76
4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	78
4.6 Flujograma de la metodología y su descripción.....	82
CAPÍTULO V .....	99
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	99
5.1 Descripción de los componentes del bloque .....	99
5.2 Determinación de las características de la calidad de los agregados a utilizar para las diferentes mezclas.....	102
5.3 Mezclas propuestas de concreto a base de cemento portland, arena y aserrín de Pino Caribe; con sus respectivos ajustes.....	120
5.4 Determinación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los bloques; establecidas en la Norma COVENIN 42:82.....	125
5.5 Análisis de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los bloques fabricados mediante comparación con las de los bloques de concreto convencional establecidas por la Norma COVENIN 42:82.....	131
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	146
Conclusiones .....	146
Recomendaciones.....	147
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	149
APÉNDICES.....	154
APÉNDICE A .....	154
APÉNDICE B .....	162
ANEXOS .....	167
NORMA COVENIN 263:78 “MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO” .....	167
NORMA COVENIN 42:82 “BLOQUES HUECOS DE CONCRETO” .....	168
NORMA COVENIN 28:93 “CEMENTO PORTLAND. ESPECIFICACIONES” .....	169
NORMA COVENIN 255:98 “AGREGADOS. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA” .....	170

NORMA COVENIN 270:98 “AGREGADOS.EXTRACI3N DE MUESTRAS PARA MORTEROS Y CONCRETOS” .....	171
NORMA COVENIN 268:98 “AGREGADO FINO. DETERMINACI3N DE LA DENSIDAD Y LA ABSORCI3N” .....	172
NORMA COVENIN 273:98 “CONCRETO, MORTERO Y COMPONENTES. TERMINOLOGÍA” .....	173
NORMA COVENIN 3549:99 “TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. MANUAL DE ELEMENTOS DE ESTADÍSTICA Y DISEÑO DE EXPERIMENTOS” .....	174
NORMA COVENIN 277:2000 “CONCRETOS. AGREGADOS. REQUISITOS”	175
NORMA COVENIN 2385:2000 “CONCRETO Y MORTERO. AGUA DE MEZCLADO. REQUISITOS” .....	176

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Croquis de ubicación de la bloquera “La Armonía”, (Google Maps, 2010)	11
Figura 2.2 Aserrín utilizado en la fabricación de los bloques.....	13
Figura 3.1 Bloque de pared (COVENIN 42:82) .....	18
Figura .3.1 Fabricación del cemento (Porrero, 2009) .....	36
Figura 3.2 Especificaciones granulométricas de la arena (Porrero, 2009).....	43
Figura 4.1 Flujograma de la investigación.....	83
Figura 4.2 Mezclado de aserrín y la cal como mineralizante.....	85
Figura 4.3 Mezclado del aserrín con cemento y agua.....	86
Figura 4.4 Proceso de moldeado de la mezcla en formaleta manual. ....	86
Figura 4.5 Bloque moldeado.....	87
Figura 4.6 Desmoldado de los bloques. ....	87
Figura 4.7 Pesaje y mezclado de la materia prima.....	90
Figura 4.8 Correa transportadora. ....	91
Figura 4.9 Embudo receptor de la mezcla.....	91
Figura 4.10 Moldeado de la mezcla. ....	92
Figura 4.11 Desmoldado de bloques.....	93
Figura 4.12 Colocación de bloques en la carreta. ....	93
Figura 4.13 Traslado de los bloques. ....	94
Figura 4.14 Fraguado de los bloques. ....	95
Figura 4.15 Bloques curados y secados .....	96
Figura 5.1 Curva granulométrica muestra arena de río.....	105
Figura 5.2 Dificultad de moldeado de bloques, con mezclas de aserrín con partículas mayores de 4mm. ....	108
Figura 5.3 Bloque de mezcla con aserrín de partículas menores de 4 mm, con poca posibilidad de moldeado .....	110
Figura 5.4 Bloque de mezclas con aserrín de partículas menores de 4mm con posibilidad de moldeado .....	110
Figura 5.5 Bloques con mezclas de aserrín de partículas menores de 2 mm dañados.	113
Figura 5.6 Bloque con mezcla de aserrín menor de 2mm en buen estado.....	113

Figura 5.7 Comparación de la absorción de agua de los bloques con lo establecido en norma COVENIN 42-82. ....	137
Figura 5.8 Gráfica comparativa de las resistencias a la compresión de bloques producidos con la mezcla BH-A y norma COVENIN 42-82.....	140
Figura 5.9 Gráfica comparativa de las resistencias a la compresión de bloques producidos con la mezcla BH-B y norma COVENIN 42-82.....	141
Figura 5.10 Gráfica comparativa de las resistencias a la compresión de bloques producidos con la mezcla BH-A y norma COVENIN 42-82.....	142
Figura 5.11 Resistencia Promedio de los Bloques Huecos .....	143

## LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Clasificación de los bloques según los agregados (COVENIN 42:82).....	20
Tabla 3.2 Dimensiones de los bloques de concreto (COVENIN 42:82).....	22
Tabla 3.3 Espesores mínimos para bloques Tipo A (COVENIN 42:82).....	23
Tabla 3.4 Espesores mínimos para bloques Tipo B (COVENIN 42:82).....	23
Tabla 3.5 Absorción Máxima (COVENIN 42:82).....	24
Tabla 3.6 Resistencia a la Compresión (COVENIN 42:82).....	25
Tabla 3.7 Especies aptas para la fabricación de tableros (Wicke, 1972).....	31
Tabla 3.8 Especies no aptas para la fabricación de tableros (Wicke, 1972).....	32
Tabla 3.9 Componentes mineralógicos del cemento Portland (Porrero, 2009).....	35
Tabla 3.10 Tipos de cemento portland (COVENIN 28).....	38
Tabla 3.11 Tamices utilizados y porcentajes pasantes recomendados para agregados finos (COVENIN 255:77).....	42
Tabla 3.12 Clasificación de la arena según el módulo de finura (MF) (Porrero, 2009).....	44
Tabla 3.13 Valores usuales de las relaciones Peso/Volumen de los agregados no livianos (Porrero, 2009).....	46
Tabla 3.14 Clasificación de los morteros según la consistencia o dosis de agua (Jiménez, 2004).....	57
Tabla 3.15 Clasificación de los morteros según la dosis de cemento (Jiménez, 2004).....	57
Tabla 3.16 Coeficiente de variación para diferentes grados de control (COVENIN 3549,1999).....	72
Tabla 4.1 Datos de ensayo de resistencia a la compresión.....	80
Tabla 4.2 Datos de ensayo de absorción.....	81
Tabla 5.1 Descripción de los componentes del bloque.....	100
Tabla 5.2 Normas consultadas relacionadas con los componentes de los bloques producidos.....	101
Tabla 5.3 Normas usadas para determinar las características de los agregados utilizados en la fabricación de los bloques.....	102
Tabla 5.4 Granulometrías de la muestras M1, M2 y M3 de arena de río.....	103
Tabla 5.5 Cuadro comparativo de granulometría promedio de las muestras de arena y límites granulométricos recomendado por norma COVENIN 277.....	104

Tabla 5.6 Control de proceso de producción de bloques de concreto a base de aserrín de partículas mayores a 4mm.....	107
Tabla 5.7 Control de proceso de producción de bloques de concreto a base de aserrín de partículas menores a 4mm.....	109
Tabla 5.8 Control de proceso de producción de bloques de concreto a base de aserrín de partículas menores a 2mm.....	111
Tabla 5.9 Peso unitario suelto de agregado fino, muestras de arena de río. ....	115
Tabla 5.10 Peso unitario compacto de agregado fino, muestras de arena de río. ....	116
Tabla 5.11 Peso unitario suelto de agregado fino, muestras de aserrín de .pino caribe.117	
Tabla 5.12 Peso unitario compacto de agregado fino, muestras de aserrín de .pino caribe.....	118
Tabla 5.13 Peso específico y absorción de agregado fino, muestra .arena de río.....	119
Tabla 5.14 Dosificaciones de mezclas planteadas inicialmente.....	120
Tabla 5.15 Ajuste en obra de dosificaciones iniciales de mezcla BH-A. ....	121
Tabla 5.16 Ajuste en obra de dosificaciones iniciales de mezcla BH-B.....	121
Tabla 5.17 Ajuste en obra de dosificaciones iniciales de mezcla BH-C.....	122
Tabla 5.18 Control de proceso de producción de bloques con mezcla BH-A. ....	123
Tabla 5.19 Control de proceso de producción de bloques con mezcla BH-B.....	123
Tabla 5.20 Control de proceso de producción de bloques con mezcla BH-C.....	124
Tabla 5.21 Dimensiones de bloques producidos con mezcla BH-A.....	125
Tabla 5.22 Dimensiones de bloques producidos con mezcla BH-B.....	126
Tabla 5.23 Dimensiones de bloques producidos con mezcla BH-C.....	127
Tabla 5.24 Absorción de agua de las muestras de mezcla BH-A. ....	128
Tabla 5.25 Absorción de agua de las muestras de mezcla BH-B.....	128
Tabla 5.26 Absorción de agua de las muestras de mezcla BH-C.....	128
Tabla 5.27 Resistencia a la compresión de las muestra con mezcla BH-A. ....	129
Tabla 5.28 Resistencia a la compresión de las muestra con mezcla BH-B.....	130
Tabla 5.29 Resistencia a la compresión de las muestra con mezcla BH-C.....	130
Tabla 5.30 Cuadro comparativo de las dimensiones de los bloques de mezcla BH-A con las dimensiones especificadas en la norma COVENIN 42-82. ....	132
Tabla 5.31 Cuadro comparativo de las dimensiones de los bloques de mezcla BH-B con las dimensiones especificadas en la norma COVENIN 42-82. ....	133

Tabla 5.32 Cuadro comparativo de las dimensiones de los bloques de mezcla BH-C con las dimensiones especificadas en la norma COVENIN 42-82. ....	134
Tabla 5.33 Cuadro comparativo de la absorción máxima de los bloques con mezcla BH-A y los parámetros establecidos en norma COVENIN 42-82.....	135
Tabla 5.34 Cuadro comparativo de la absorción máxima de los bloques con mezcla BH-B y los parámetros establecidos en norma COVENIN 42-82. ....	136
Tabla 5.35 Cuadro comparativo de la absorción máxima de los bloques con mezcla BH-C y los parámetros establecidos en norma COVENIN 42-82. ....	136
Tabla 5.36 Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de bloques con mezcla BH-A y lo establecido en norma COVENIN 42-82.....	138
Tabla 5.37 Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de bloques con mezcla BH-B y lo establecido en norma COVENIN 42-82.....	139
Tabla 5.38 Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de bloques con mezcla BH-C y lo establecido en norma COVENIN 42-82.....	139
Tabla 5.39 Parámetros estadísticos fundamentales.....	145

## INTRODUCCIÓN

Actualmente existen experiencias en la producción de concreto con materiales diferentes a los utilizados tradicionalmente, como son el caso de concretos realizados con escorias provenientes de la industria siderúrgica, silicatos expandidos extra livianos, arcillas y pizarras expandidas, escorias volcánicas, concretos celulares, así como concretos con aserrín, virutas y fibras de madera, entre otros materiales. Los concretos producidos con residuos de maderas son usados más que todo en la fabricación de tableros estructurales, obteniendo buenos resultados, tanto así que existen muchas empresas dedicadas a la producción y comercialización de los mismos.

Los concretos con residuos madereros presentan características muy variables, que dependen del tipo de especie vegetal utilizado en la producción de estos. Por esta razón se aconseja el uso de maderas blandas y descartar otro tipo de maderas, puesto que contienen una sustancia llamada tanino que reacciona sobre el concreto y por lo tanto afectan las propiedades del producto final.

Una parte importante a la hora de elaborar el concreto es su dosificación, que nos permite determinar una aproximación de las proporciones que se requieren para tener la mezcla deseada y las cual debe ser comprobada en el campo y por medio de ensayos de laboratorio, pero es la resistencia de este la que determina la calidad de los mismos. En experiencias obtenidas con concretos realizados con residuos de madera la resistencia de estos aumenta al aumentar la relación cemento-aserrín. Sin embargo la relación agua-cemento es una de las características que más afecta la mezcla y la resistencia de la misma. Por esto, en el diseño de la mezcla se debe tomar en cuenta la selección de las proporciones de cemento y agregados adecuados que nos permitan obtener un material que sea manejable y que cumpla con las características deseadas.

Con la presente investigación se pretende utilizar concretos a base de aserrín en la fabricación de bloques huecos de concreto, ya que en estudios ya realizados se han obtenido resistencias a la compresión comprendidas entre 18 Kg/cm<sup>2</sup> y 352 Kg/cm<sup>2</sup> (Hermosilla, 2006); resistencias que nos sirven en este caso, puesto que las requeridas por la norma COVENIN 42:82 “Bloques huecos de concreto” son 30 Kg/cm<sup>2</sup> y 70 Kg/cm<sup>2</sup>. Es por ello que se considera que la utilización de este concreto en bloques huecos nos pueda dar buenos resultados (p.3).

Los bloques huecos de concreto a base de aserrín constituirían una nueva alternativa como sistema constructivo para la fabricación de viviendas. Uno de los beneficios que aportaría la fabricación de este material sería la incorporación de los residuos provenientes de las empresas maderas a un producto de valor agregado. Otro beneficio sería el ecológico ya que con este se reduciría la cantidad de desperdicios y contaminación producida por la quema de los mismos.

El propósito general de esta investigación, es estudiar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de bloques huecos de concreto a base de aserrín de la especie pino caribe y su respectiva comparación con los parámetros establecidos en la norma COVENIN 42:82 “Bloques huecos de concreto”.

La presente investigación se divide en los siguientes capítulos:

Capítulo I. Situación a investigar: en él se presenta el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación, los alcances y las limitaciones de la investigación.

Capítulo II. Generalidades: explica la estructuración, historia, ubicación y distribución de la empresa.

Capítulo III. Marco teórico: en este capítulo se presentan los antecedentes de la investigación, así como los aspectos teóricos que permiten proporcionar una base conceptual del tema investigado.

Capítulo IV. Metodología de trabajo: corresponde a la descripción de la metodología empleada en el desarrollo de la investigación, se señala el tipo y diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Capítulo V. Análisis e interpretación de los resultados: en este capítulo se presenta el análisis de los objetivos planteados por medio de tablas y gráficos.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, producto de la investigación; así como los apéndices y anexos que amplían más la información de la presente investigación

# **CAPÍTULO I**

## **SITUACIÓN A INVESTIGAR**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Ante el creciente problema de escasez de vivienda en el mundo, se han buscado y se continúan buscando sustitutos de los sistemas tradicionales de construcción, y para ello se han ideado productos que van desde concreto celular hasta concreto con áridos orgánicos.

La demanda de mayor cantidad de viviendas a bajo costo ha llevado a probar novedosas técnicas para la construcción de las mismas. En consecuencia, los constructores buscan aumentar la cantidad de unidades construidas, reducir el tiempo de ejecución y el costo final de las viviendas, pero sin afectar su calidad. Por lo que se hace necesario el empleo de técnicas constructivas que brinden soluciones a todos estos requerimientos, como es el caso del concreto a partir de residuos de madera y cemento, y sus productos derivados tales como paneles y bloques huecos.

El concreto con residuos de madera es un material extremadamente versátil. Tanto las virutas astillas y aserrín son materiales biológicos derivados del desperdicio de la madera. Puede ser usado, tanto en climas fríos como cálidos, para la elaboración de elementos estructurales y no estructurales para edificios, para componentes verticales no estructurales y componentes horizontales secundarios estructurales en edificios de varios pisos. En casas de uno o dos pisos puede ser usado en miembros estructurales tanto horizontales como verticales. Los paneles de paredes pueden ser livianos y delgados, y usarse sin ningún aislamiento en climas cálidos, o pesados con aislamiento especial en climas fríos, y además, pueden fabricarse mediante procesos manuales como mecanizados, automáticamente controlados mediante computadoras.

La versatilidad de estos productos permite su producción y utilización en variados ambientes climáticos y sociales.

Las propiedades básicas del concreto, principalmente densidad, resistencia, trabajabilidad y conductividad térmica, pueden modificarse dependiendo del uso que ha de darse al concreto. El concreto se clasifica sobre la base de su densidad. Las densidades están usualmente comprendidas entre  $1200 \text{ kg/m}^3$  y  $2000 \text{ kg/m}^3$ , pero en casos especiales pueden usarse concretos con menores densidades. Los requerimientos relativos a su resistencia a las acciones del medio ambiente, termitas y fuego son satisfechos por las diferentes variedades del concreto con residuos de madera.

Este concreto especial fue desarrollado con la idea de utilizar los materiales naturales locales de cada país y área de construcción. Su tecnología ha sido aplicada fundamentalmente a las fibras de madera (árboles coníferos y gómeros), pero otras fibras naturales como papel de desecho, bambú, lino, cáscara y paja de arroz, pueden usarse si los ensayos acusan resultados aceptables.

Existen experiencias mundiales del empleo de concreto con fibras de madera para la fabricación de materiales de construcción. La Compañía Austri-Americana Heraklith, fue la primera en elaborar tableros con este tipo concreto, en el año 1928 Wicke (1972). Luego, entre los años 1984 y 1987, el centro de Investigaciones Técnicas de Finlandia desarrollo investigaciones sobre los tableros de pajilla de madera y cemento. Esta investigación fue aplicada por la Compañía Finlandesa ACOTEC (Advanced Construction Technology) que desarrolló una planta para la fabricación de paneles de hormigón con fibras de madera. Una empresa constructora comenzó en Singapur en 1987 la fabricación de los paneles empleando el equipo desarrollado por ACOTEC. Más recientemente una compañía constructora finlandesa (Finna Housing Ltd) ha estado usando el hormigón con fibras de madera para la

construcción de pequeñas casas en Indonesia. Los elementos prefabricados para este concreto con fibras son los paneles para paredes y losas. Para la producción de estos elementos se usan procesos altamente mecanizados y automatizados, pero procesos manuales de fabricación son posibles en países en desarrollo, en forma económica (p.1).

La producción de materiales de residuos de madera y cemento en escala industrial mediante un proceso de prensado, se inició en algunos Países Europeos hace algunas décadas. Desde entonces se han logrado notables progresos en lo referente a la maquinaria y procesos de fabricación, de modo que en la actualidad no existen mayores dificultades técnicas en este aspecto de la producción.

En Latinoamérica existen empresas que se encargan de la fabricación de tableros de madera y cemento para uso estructural como alternativa en la construcción de viviendas. Alternativa que ha llevado a estudios avanzados que pretenden ampliar el uso del concreto a base de cemento y madera.

El bloque hueco de cemento es uno de los materiales de construcción más utilizados en la producción de viviendas en Venezuela, tanto por el sector formal (representado por las empresas constructoras y los profesionales de la ingeniería, la arquitectura y el urbanismo) como por el sector informal de la construcción (individuos o comunidades); principalmente para la construcción de cerramientos (a menudo son estructurales). Debido a esto, resultaría interesante la implementación de los bloques de cemento y residuos maderables, como un producto ecológico alternativo para la construcción de viviendas que garanticen un hábitat sostenible.

En el año 2005, estudiantes de ingeniería en industrias forestales de la UNEG (Universidad Nacional Experimental de Guayana), en Uputa- Estado Bolívar, realizaron un “Estudio exploratorio de concretos CAVA para la fabricación de

bloques livianos”, el cual se basa en el empleo de virutas y aserrín de madera mineralizadas con hidróxido de calcio como agregado ligero para dichos elementos, además de los componentes usuales como el cemento, la arena y el agua; constituyéndose este estudio exploratorio en la primera etapa del Proyecto CAVA faltando múltiples y costosas investigaciones y análisis para determinar la factibilidad técnica de los bloques livianos de concreto CAVA (p. 2).

Con este trabajo de investigación se pretende abordar el tratamiento y reciclaje de los desechos maderables de la especie “Pino Caribe” mediante un modelo experimental de innovación tecnológica dirigido a la fabricación de bloques huecos de concreto con maquina de vibro-prensado. Se tomarán en consideración las características físico-mecánicas de los bloques: resistencia a la compresión, densidad, comportamiento ante la humedad, apariencia y acabado. Además, se analizarán diferentes variables que pueden afectar su calidad, tales como: cantidad y composición de los materiales: cemento, arena, agua, aserrín y mineralizante; calidad de los agregados; vibración durante el vaciado y proceso de secado de los bloques.

Otra parte de esta investigación, trata de analizar las características físico-mecánicas de bloques huecos de cemento y aserrín de Pino Caribe a la luz de la norma COVENIN 42:82, con el objetivo de determinar si cumplen o no con los requerimientos en ella establecidos.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Estudiar la resistencia a la compresión en bloques huecos de cemento, arena y aserrín de Pino Caribe.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Describir los componentes del bloque.
2. Determinar las características de la calidad de los agregados a utilizar para las diferentes mezclas.
3. Proponer las mezclas de concreto a base de cemento portland, arena y aserrín de Pino Caribe; con sus respectivos ajustes.
4. Determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los bloques; establecidas en la Norma COVENIN 42:82.
5. Analizar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los bloques fabricados mediante comparación con las de los bloques de concreto convencional establecidas por la Norma COVENIN 42:82.

### **1.3 Justificación**

Los productos de concreto a base de cemento y residuos de madera pueden emplearse satisfactoriamente para la construcción de paredes y tabiques, en los forjados de techos y pisos, y en las placas de revestimiento de paredes mediante el prensado de productos compactos; se emplean también para productos de pavimentos.

La presente investigación, constituye una oportunidad de conocer las potencialidades del uso productivo de los residuos maderables de la especie Pino Caribe. Además, la propuesta representa una medida de acción para el desarrollo sostenible del sector industrial forestal, ya que asimilaría los desechos de las operaciones de transformación mecánica de la madera, y estimularía la conservación

y utilización de la biomasa leñosa residual mediante una tecnología limpia, que es la clave para lograr un desarrollo industrial ecológicamente sostenible.

El proyecto de fabricación de bloques de concreto de cemento y aserrín de Pino Caribe está orientado a proponer unidades constructivas de conveniente comportamiento, a través de ajustes de mezclas de concreto y la utilización de una máquina de vibro-prensado. Alternativa que, de ser factible en términos de calidad (COVENIN 42:82) y economía; constituiría una solución constructiva al alcance de un numeroso grupo de familias de escasos recursos, cuya demanda de viviendas, cada vez mayor y en crecimiento continuo; no puede ser abastecida por los sistemas constructivos tradicionalmente utilizados hasta ahora.

#### **1.4 Alcance**

El presente proyecto se realiza en función de estudiar la factibilidad de los bloques huecos de cemento con aserrín de Pino Caribe como nuevo sistema constructivo, contemplando los aspectos técnicos especificados en la norma COVENIN 42:82.

Comprende la aplicación de los requisitos de control de calidad de los materiales de construcción utilizados en la elaboración de bloques huecos de concreto, que se especifican en la Norma COVENIN 42:82: “Bloques Huecos de Concreto”, mediante la realización de ensayos a muestras representativas para comprobar si sus indicadores están o no dentro de los niveles normalizados.

Los ensayos que se realizarán a los agregados, serán aquellos de mayor importancia dentro de la Norma COVENIN 277 “Concreto. Agregados. Requisitos”. En cuanto al cemento y al agua de mezclado se tomará como referencia la Norma

COVENIN 28 “Cemento Portland. Especificaciones” y la Norma COVENIN 2385 “Concreto Mortero. Agua de Mezclado. Requisitos”, respectivamente.

## CAPÍTULO II GENERALIDADES

### 2.1 Ubicación geográfica

La empresa Bloquera La Armonía C.A. se encuentra localizada en la carretera vieja Upata-San Felix, aproximadamente a 3 km de la salida de la población de Upata, Municipio Piar, del Estado Bolívar, como se muestra en la figura 2.1.

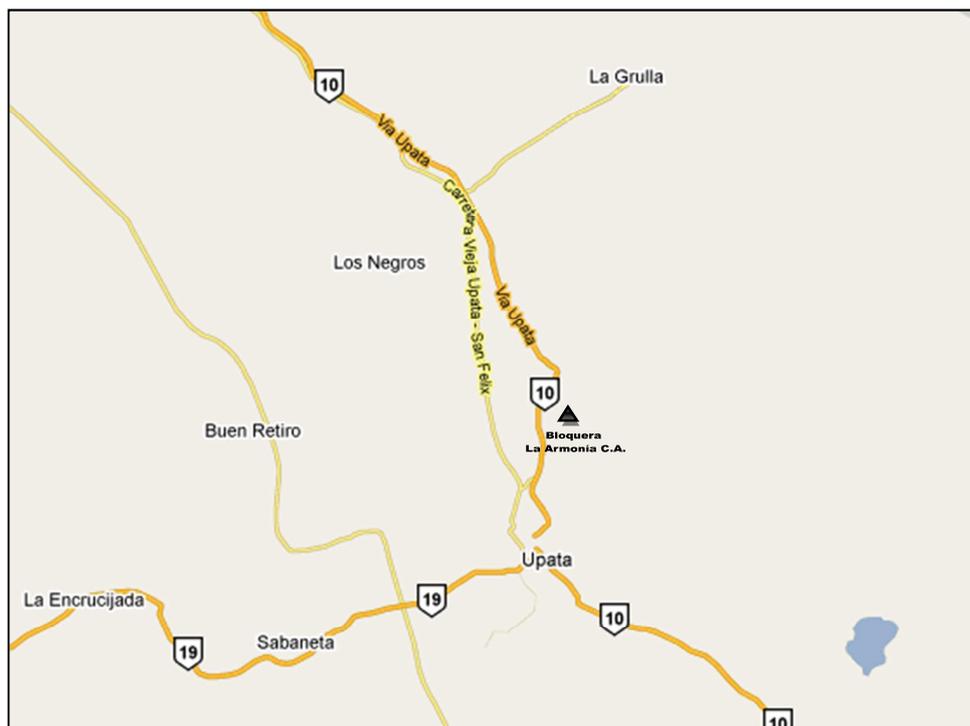


Figura 2.1 Croquis de ubicación de la bloquera “La Armonía”, (Google Maps, 2010)

## **2.2 Identificación de la empresa**

Bloquera “La Armonía” C.A., es una empresa dedicada a la fabricación de bloques huecos de concreto para paredes, destinados a satisfacer la demanda local, participando así de manera significativa en el desarrollo habitacional de la zona.

La empresa produce aproximadamente la cantidad de 1.500 diarios bloques para paredes, de los cuales corresponde 500 unidades para los de 10cm de ancho y 1000 para los de 15cm, lo que se traduce en 7.500 bloques semanales y 30.000 unidades mensuales; los tipos de bloques producidos son los de dimensiones 14cm de ancho, 19cm de alto y 39cm de largo cuya denominación comercial es bloque de 10 cm, y los de 9cm de ancho, 19cm de alto y 39cm de largo, cuya denominación comercial es bloque de 15 cm.

Para su proceso operativo, la empresa cuenta con una fábrica automatizada, que permite la producción de los bloques de manera eficiente, así como de galpones que permiten el almacenaje adecuado de los materiales utilizados y de un patio de gran área que permite alojar la cantidad de bloques producidos durante su secado.

## **2.3 Materiales utilizados**

Para la fabricación de bloques huecos de concreto a base de aserrín de la especie pino caribe se utilizaron los materiales que se especifican a continuación.

### **2.3.1 Cemento**

La empresa proveedora es, cementos mexicanos (CEMEX DE VENEZUELA S.A.C.A.), empresa en transición por parte del Estado. Se usó cemento Portland tipo III.

### 2.3.2 Agregados

La arena empleada es la suministrada a la empresa, la cual es proveniente del río Morichal, ubicado en la carretera Upata-El Manteco.

El aserrín usado fue de la especie vegetal pino caribe: proveniente de los desechos producidos por la empresa soluciones móviles INDUFORCA cuya madera es suministrada por C.V.G-PROFORCA. (Figura 2.2).



Figura 2.2 Aserrín utilizado en la fabricación de los bloques

### **2.3.3 Mineralizante**

El aditivo mineralizante utilizado fue cal de la marca comercial Supracal, la cual se obtuvo en ferreterías que comercializan dicho material.

### **2.3.4 Agua**

El agua empleada proviene del acueducto de la población de Upata, esta se considera adecuada porque no afecta la calidad del concreto diseñado.

## **2.4 Maquinaria**

Se empleó una maquina vibrobloquera perteneciente a la bloquera “La Armonía” C.A, con capacidad de moldeado de 5 bloques de pared por ciclo.

## **2.5 Ensayos de calidad**

Los ensayos de calidad de los agregados y de los bloques huecos de concreto a base de aserrín se realizaron en el laboratorio de la empresa ServiTest Aseguramiento y Control de Calidad, ubicado en Puerto Ordaz, Estado Bolívar. Esta empresa se encarga de realizar ensayos de calidad en el área de suelos, concreto y asfalto.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Antecedentes de la investigación**

El trabajo de grado titulado “Estudio de la producción de bloques huecos Tipo A en la bloquera municipal de la fundación de la vivienda del municipio Heres (FUNVIHERES), Ciudad Bolívar-Estado Bolívar”, realizado por Andreina Escobar y Desiree Loroño en el año 2009, nos aporta valores de las propiedades físicas, químicas y dimensionales de bloques de concreto convencional de diversas dosificaciones; los cuales nos sirven de referencia para contrastar los valores obtenidos en la presente investigación. (pp.135-158).

En el año 2007, Gonzalo Valdés y Jorge Rampimán realizaron un estudio titulado “Propiedades físicas y mecánicas de bloques de hormigón compuestos con áridos reciclados”, en el cual concluyen lo siguiente: “las pruebas de laboratorio realizadas, tanto a los áridos reciclados como a los bloques de hormigón compuestos por éstos, demuestran la factibilidad técnica de que bloques de hormigón confeccionados con áridos reciclados puedan ser utilizados como elementos constructivos estructurales al cumplir los estándares exigidos por la normativa, colaborando con esta solución, a los problemas medioambientales provocados por la extracción de áridos y la generación de residuos producto de la actividad construcción. Los ensayos a la compresión efectuados a los bloques de hormigón confeccionados con material reciclado muestran resistencias inferiores en un 15% a los confeccionados con áridos naturales. Sin embargo, ambos elementos cumplieron con los parámetros establecidos en la normativa” (p.87).

Esta investigación se considera relevante para la presente, ya que deja en manifiesto la posibilidad del reciclaje de residuos y su incorporación como agregados en la elaboración de concretos y productos derivados, tales como los bloques huecos, además de los efectos positivos desde el punto de vista medioambiental y tecnológico de esta práctica.

En el estudio titulado “Ensayos en albañilería de bloques y tableros prefabricados de hormigón de aserrín” realizado por Germán Hermsilla en el año 2006, se concluye que: “el hormigón de aserrín, forma una estructura estable, compacta, ligera, resistente y duradera, a la vez que su estructura permite un buen comportamiento térmico (por su capacidad de acumular calor) , es resistente al agua y tiene la propiedad de regular la humedad al ser es transpirable, todo esto garantiza unas condiciones de habitabilidad óptimas” (p.64).

Su importancia para el presente estudio radica en que se evidencian aspectos técnicos del concreto de aserrín que deben ser tomadas en cuenta de la de fabricación de bloques huecos de concreto de aserrín.

José González, Javier Castillo y Oscar Burmenitica, en el año 2005, en su trabajo de grado titulado “Estudio exploratorio de concretos CAVA para la fabricación de bloques livianos”, Definen al concreto CAVA como una “mezcla a partir de cemento- arena- viruta- agua y mineralizante”, y afirman que “al incluir la viruta en la fabricación de bloques, se tiende a disminuir el peso de los mismos, pero a medida que aumenta la proporción de viruta disminuye la propiedad de compactación y la resistencia mecánica. Los valores de la relación agua-cemento en el concreto CAVA tienden a ser mayores a los del concreto convencional para mezclas secas, este fenómeno es causado por las propiedades higroscópicas de la madera” (p.46).

El estudio se considera importante para el presente, ya que nos da una noción del comportamiento de las mezclas de concreto en función de las virutas de madera incorporadas a la misma.

## **3.2 Bases Teóricas**

### **3.2.1 Bloque hueco de concreto**

Según norma COVENIN 42:82 el bloque hueco de concreto: “Es un elemento simple de forma paralelepípedo octogonal con perforaciones paralelas a una de las aristas”.

Los bloques huecos de concreto se producen prácticamente en todo el mundo debido a su alta calidad y a la demanda de materiales económicos de construcción. Una variedad de materias primas pueden utilizarse para producir unidades de concreto por miles, en diferentes tamaños y formas. Las formas y tamaños de los bloques huecos de concreto han sido estandarizados para asegurar una uniformidad en las construcciones.

Las partes del bloque hueco de pared son las paredes y los nervios. En la figura 3.1 se ilustran las dimensiones del bloque de pared y el eje de carga, así como los espesores de paredes y nervios.

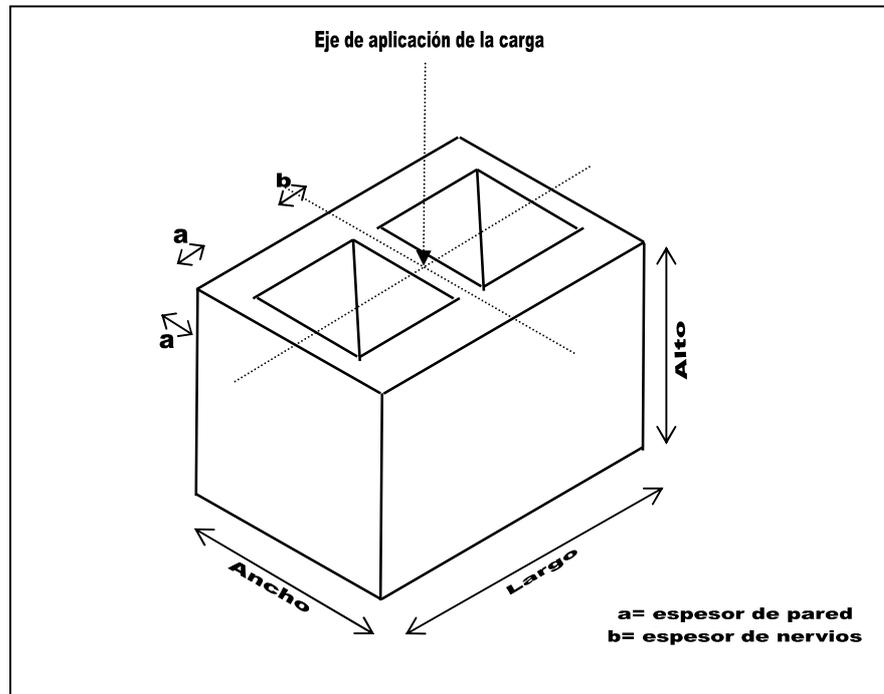


Figura 3.1 Bloque de pared (COVENIN 42:82)

La fabricación de los bloques huecos de concreto responde a la necesidad de abaratar costos en la construcción de muros de albañilería, creándose así un material de dimensiones mayores que los ladrillos cerámicos, los cuales, eran un material muy utilizado.

El sistema constructivo con bloques huecos de concreto sólo es capaz de trabajar a la compresión, para solucionar este defecto se utilizan refuerzos que consisten en barras de acero ubicadas en sentido longitudinal y/o transversal debido a que este material es capaz de resistir los esfuerzos de tracción y flexión, obteniéndose un sistema flexible que resiste esfuerzos de cualquier naturaleza. Estos refuerzos pueden ir incorporados en los huecos de los bloques, en el mortero de pega entre

hiladas, o enmarcar la albañilería con elementos de hormigón armado, como pilares y vigas.

Los bloques de concreto, que son elementos modulares y premoldeados, están dentro de la categoría de mampuestos que en obra se manipulan a mano, y son especialmente diseñados para la albañilería confinada y armada. Los bloques de concreto se emplean en la construcción de muros para viviendas (exteriores e interiores), muros de contención, entre otros.

Según Arrieta (2001), la albañilería confinada con bloques de concreto, de manera similar que cuando se utiliza ladrillo cerámico, requiere de vigas y columnas de confinamiento. En el caso de la albañilería armada con bloques de concreto, se requiere de acero de refuerzo vertical regularmente distribuido, a lo largo del muro, en los alvéolos de las unidades; por su parte, el acero de refuerzo horizontal, cuando es necesario, se aloja en las juntas pudiendo, los bloques, presentar o no detalles para su colocación.

La ventaja con este tipo de unidad de albañilería es que por su tamaño proporciona una economía en el tiempo de ejecución, en la utilización de mano de obra y en la cantidad de mortero necesaria, lo que conduce a un abaratamiento del costo de producción, además reduce el número de juntas.

La transmisión de calor a través de los muros es un problema que se presenta en las zonas cálidas y en las frías, siendo así más conveniente el empleo de cavidades con aire en el interior de los muros permitiendo que se formen ambientes más agradables (p.5).

### 3.2.2 Clasificación de los bloques huecos de concreto

De acuerdo a la norma COVENIN 42:82 se presentan las siguientes clasificaciones.

3.2.2.1 Según los agregados: en la fabricación de bloques huecos de concreto los agregados empleados pueden ser normales o livianos, o una mezcla combinada de ambos. (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Clasificación de los bloques según los agregados (COVENIN 42:82)

BLOQUE	AGREGADOS	PESO
Pesado	Normales	$>2000 \text{ kg/m}^3$
Semipesados	Normales y livianos	$1400 \text{ kg/m}^3$ y $2000 \text{ kg/m}^3$
Livianos	Livianos	$<1400 \text{ kg/m}^3$

❖ Pesados: bloques fabricados con agregados normales. El peso unitario del concreto seco es mayor de  $2000 \text{ kg/m}^3$ .

❖ Semipesados: bloques fabricados con una mezcla de agregados normales y livianos. El peso unitario del concreto seco está entre  $1400 \text{ kg/m}^3$  y  $2000 \text{ kg/m}^3$ .

❖ Livianos: bloques fabricados con agregados livianos. El peso del concreto seco es menor de  $1400 \text{ kg/m}^3$ .

3.2.2.2 Según su uso: el bloque de concreto es utilizado ampliamente en la construcción, pero sus principales aplicaciones están dadas por la posibilidad de ser

empleados en muros simples o divisorios, muros estructurales, paredes exteriores o interiores. De acuerdo su uso, los bloques se clasifican de la siguiente manera:

❖ Tipo A (COVENIN 42:82): para paredes de carga expuestas o no a la humedad.

*Clase A1:* para paredes exteriores, bajo o sobre el nivel del suelo y expuestas a la humedad.

*Clase A2:* para paredes exteriores, bajo o sobre el nivel del suelo y no expuestas a la humedad.

❖ Tipo B (COVENIN 42:82): para paredes que no soportan carga o para paredes divisorias.

*Clase B1:* para paredes expuestas a la humedad.

*Clase B2:* para paredes no expuestas a la humedad.

### **3.2.3 Requisitos de la norma COVENIN 42:82 para bloque huecos de concreto**

3.2.3.1 Apariencia y acabado: los bloques deben ser sólidos y libres de grietas que no sean las especificadas a continuación.

❖ Para bloques Tipo A: no deben presentar grietas paralelas a la carga. Si aparecen imperfecciones estas no deben ser más del 5% del pedido, siempre y cuando las grietas perpendiculares a la carga no tengan una longitud mayor de 2,5 cm.

❖ Para bloques Tipo B: pueden presentar grietas menores en la fabricación o fragmentos producidos en el manejo.

3.2.3.2 Dimensionales: las dimensiones de largo, alto y ancho, usuales de los bloques huecos de concreto, se indican en tabla 3.2. Pueden fabricarse bloques con otras dimensiones siempre y cuando cumplan con lo especificado en la norma COVENIN 42:82. Los espesores mínimos para paredes nervios de bloques se especifican en las tablas 3.3 y 3.4. La máxima tolerancia en cualquier dimensión es de 0,3 cm.

Tabla 3.2 Dimensiones de los bloques de concreto (COVENIN 42:82)

Denominación ordinaria (cm)	Dimensiones normales (cm)	Dimensiones modulares (cm)
10	39x19x9	40x20x10
15	39x19x14	40x20x15
20	39x19x19	40x20x20
25	39x19x24	40x20x25
30	39x19x29	40x20x30

Tabla 3.3 Espesores mínimos para bloques Tipo A (COVENIN 42:82)

Tipo de bloque	Espesor de pared (cm)	Espesor de nervios (cm)
10	1,9	1,9
15	2,2	2,2
20	2,5	2,5
25	2,8	2,8
30	3,2	2,8

Tabla 3.4 Espesores mínimos para bloques Tipo B (COVENIN 42:82)

Tipo de bloque	Espesor de pared (cm)	Espesor de nervios (cm)
10	1,3	1,3
15	1,5	1,5
20	1,7	1,7
25	1,9	1,9
30	2,2	1,9

### 3.2.3.3 Químicos

❖ Absorción máxima: la máxima absorción determinada de acuerdo al ensayo especificado en la Norma COVENIN 42:82 para cada tipo de bloque, se indica en la tabla 3.5.

Tabla 3.5 Absorción Máxima (COVENIN 42:82)

Tipo de Bloque	Pesado %	Semipesado %	Liviano %
A1-A2 y B1	14	16	12
B2	No tiene ensayo de absorción		20

### 3.2.3.4 Físicos

❖ Resistencia a la compresión: la resistencia mínima a la compresión, determinada de acuerdo a lo especificado en la norma COVENIN 42:82, a los 28 días de fabricados, es la indicada en la tabla 3.6.

Tabla 3.6 Resistencia a la Compresión (COVENIN 42:82)

Tipo de Bloque	Promedio 3 Bloques (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mínimo 1 Bloques (Kg/cm <sup>2</sup> )
A1	70	55
A2	50	40
B1-B2	30	25

Los bloques después de ser convenientemente curados por medio de métodos aprobados, deben tener una resistencia a la compresión igual o mayor al 80% de los valores especificados en la tabla 3.6.

### 3.2.4 Particularidades del concreto de aserrín

El concreto de aserrín es un concreto modificado con base en cemento gris, agregados ligeros y aserrín. Tiene la particularidad de ofrecer características muy variables para las diversas especies vegetales. Muchas de ellas contienen tanino en cantidades apreciables, substancia que tiene la propiedad de reaccionar sobre el hormigón. Es, por lo tanto, preferible con miras a evitar todo inconveniente posterior descartar todos los materiales ricos en tanino, como son: roble, sauce, alerce, olmo, castaño y otros, aconsejándose la utilización de maderas blandas, como: pino, abeto, alerce, álamo, entre otros.

Este tipo de concreto se emplea para fabricar cuerpos compuestos a base de madera, en particular bloques y tableros para edificios que contienen principalmente

un componente de madera tal como astillas de madera, fibras de madera, aserrín y/o lana de madera (fieltro aislante), y un agente aglutinante.

De acuerdo a Forss (1982), los agentes aglutinantes actualmente utilizados para compuestos basados en fibra de madera, aserrín y lana de madera con resistencia mejorada al fuego, a los hongos y a las termitas, son principalmente cemento Portland y magnesia cemento de sorel y yeso, los cuerpos compuestos a base de madera aglutinada con cemento, tales como, por ejemplo, tableros de partículas, contienen 30-70% en peso de fibras de madera y partículas, y aproximadamente 70-30% en peso de un agente aglutinante inorgánico. El agente aglutinante afecta en un alto grado a las características tanto del procedimiento como del producto (p.1).

Las retardadoras más comunes para cemento Portland son hidratos de carbono, y particularmente los azúcares, que, incluso en concentraciones tan pequeñas como unas pocas centésimas por ciento del peso del cemento, puede provocar un considerable retraso de la hidratación del cemento. Diversas clases de madera contienen muchos componentes extraíbles que tienen un efecto fuertemente retardador sobre el fraguado del cemento Portland. Los componentes más perjudiciales son diversos azúcares y almidones, taninos, ciertos compuestos fenólicos y productos de descomposición de hemicelulosa. Como consecuencia, en la fabricación de cuerpos compuestos basados en madera, aglutinados con cemento, sólo es posible emplear clases de madera que tienen un bajo contenido de estos componentes, o en que dichos componentes pueden ser reducidos a un nivel aceptable sin incurrir en excesivos gastos. Las maderas duras, en particular, tienen un alto contenido de azúcar extraíble en forma de pentosas y, como consecuencia de ello, no ha sido posible normalmente emplear maderas duras en cuerpos compuestos de madera que contienen cemento Portland como agente aglutinante.

Tipos apropiados de maderas son, por ejemplo, abeto, pino y madera contraenchapada, mientras que, por ejemplo, el abedul y el haya son completamente inútiles y, por ejemplo, el roble se puede utilizar solamente de manera sujeta a ciertas condiciones. Incluso las maderas blandas provocan un cierto retraso del fraguado. Correspondientemente, se estipula que la madera deberá ser descortezada a fondo y almacenada bajo agua durante varios meses, antes de utilizarse. De esta manera puede extraer una cierta proporción de los componentes perjudiciales a partir de la madera y se puede reducir el retraso del tiempo de fraguado (pp.3-5).

La utilización de diversos agentes llamados mineralizadores, con los cuales son impregnadas las astillas de madera antes de ser mezcladas con cemento, con el fin de prevenir o reducir la extracción de las sustancias que retrasan el fraguado, se ha practicado con éxito. Entre mineralizadores pueden mencionarse  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSiF}_2$ , formiato cálcico y acetato cálcico, polietilenglicol,  $\text{MgSiF}_6$ , entre otros. El efecto de estos mineralizadores, sin embargo, es limitado y además su uso implica medidas adicionales y costos de producción incrementados. Con el fin de conseguir mayores resistencias mecánicas a corto plazo, se ha utilizado también una adición de  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  y  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Estos dos componentes dan lugar a la etringita mineral ( $\text{C}_3\text{A} \cdot 3 \text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 32-36 \text{H}_2\text{O}$ ) que es precipitada en forma de cristales conformados como largas agujas y contribuye con ello a una mayor resistencia mecánica a corto plazo (p. 6).

La fabricación de productos a base de partículas de madera aglutinadas con cemento, se lleva a cabo desde algunos años atrás. Sin embargo en la últimas décadas se ha acentuado el interés en investigar los mecanismos de unión y los factores que influyen en un sistema cemento - madera.

Los productos obtenidos de partículas de madera unidos con cemento, pueden ser tableros, bloques u otros tipos de productos moldeados, que posean la virtud de formar un sistema sólido, durable y resistente a la intemperie.

A estas estructuras, se les pueden dar un gran número de aplicaciones, generalmente reservadas para la madera, tableros de partículas y para el hormigón. Además estos productos adquieren en forma simultánea a su fabricación, características que los asemejan en algunos aspectos, tanto a la madera como al hormigón.

Es así, como trascurrido el tiempo de fraguado necesario, el material fabricado presenta un aspecto homogéneo y poroso, que lo hace muy adecuado para recibir las condensaciones de la humedad ambiente, estos se pueden considerar como un hormigón liviano, excelente aislante térmico, acústico, fácil de cortar con serrucho y de un comportamiento similar a la madera para ser clavados o perforados.

De acuerdo a Hermosilla (2006) El hormigón de aserrín, tiene una característica que no suele ser corriente en el campo de los hormigones. La elevada retracción de las masas aglomeradas con cemento, no la hace recomendable en construcciones monolíticas in situ. Pueden emplearse satisfactoriamente para la construcción de paredes, tabiques y en las placas de revestimiento de paredes. Mediante el prensado de productos compactos, se emplean también para productos de pavimentos. No obstante, el aserrín contiene en su estructura gran parte de celulosa, además de azúcares solubles, ácidos, aceites, resinas, ceras y otras sustancias orgánicas en distintos grados, de acuerdo con la naturaleza de la madera de la cual se obtuvo. Algunos de estos aserrines, tienen un efecto determinado sobre el fraguado y el endurecimiento del cemento. En el mejor de los casos esto conduce a una incertidumbre sobre las propiedades del producto, pero en el peor de ellos se puede obtener propiedades tan pobres como para ser virtualmente inservibles. Por esta razón, se han registrado muchas patentes a través de los años sobre los métodos de pretratamiento del aserrín (p.2).

La descomposición de la madera por efecto de la humedad produce el ácido húmico, cuya acción sobre los hormigones es particularmente nociva. En virtud de que la madera es susceptible de absorber importantes cantidades de agua, dando lugar a los efectos físicos consecuentes, es indispensable someterla previamente a uno de los tratamientos ya mencionados.

La mayoría de los aserrines de maderas suaves, se vuelven compatibles con el cemento si se usa como aglutinante una mezcla de cemento y cal.

Hermosilla (2006), expresa que: el hormigón de aserrín, se ha utilizado para acabados de pisos sin juntas y para ladrillos precolados para pisos; su uso en unidades de muros y techos ha tenido gran éxito en los diseños donde es posible tener una libertad de movimiento, tal como las estructuras prefabricadas a base de tableros colados entre postes. De acuerdo a las proporciones de la mezcla en volumen se han encontrado densidades del hormigón de aserrín entre 640 y 1600 Kg. /m<sup>3</sup>, con resistencias a la compresión a los 28 días entre 18 y 352 Kg/cm<sup>2</sup> (p.3).

3.2.4.1 Influencia de azúcares en el fraguado del cemento: Según Wicke (1972) los compuestos de azúcares en proporciones menores al 3% bastan para impedir completamente el fraguado. El mismo afirma que después de un estudio del fenómeno de inhibición concluye que los azúcares forman alrededor de los cristales del cemento una especie de membrana que impide la unión de estos y por lo tanto el fraguado en el mismo (p.4).

3.2.4.2 Adaptabilidad de algunas maderas venezolanas para la elaboración de elementos de madera-cemento: según Wicke (1972), en el Laboratorio Nacional de Productos Forestales se han realizado estudios para determinar la aptitud de algunas maderas venezolanas para la elaboración de tableros madera-cemento. Estos trabajos se basaron principalmente en la determinación de la compatibilidad de la madera con

el cemento. El estudio de adaptabilidad de algunas maderas venezolanas para la fabricación de elementos prefabricados madera-cemento, se ha realizado principalmente con especies de los llanos occidentales.

En la tabla 3.7 se muestran algunas especies de maderas venezolanas aptas para la fabricación de tableros y otros elementos prefabricados de madera-cemento.

Tabla 3.7 Especies aptas para la fabricación de tableros (Wicke, 1972).

<b>Especies aptas para la fabricación de tableros</b>	
<b>Nombre botánico</b>	<b>Nombre común</b>
Aspidosperma sp.	Canalete amarillo
Bombacopsis quinata	Saquisaqui
Cedrela odorata	Cedro
Copaifera officinalis	Cabimo, palo de aceite
Couepia sp.	Lengua de picón
Didymopanax morotoni	Cafetero
Fagara sp.	Mapurite amarillo
Guarea tricalioides	Trompillo
Guateria sp.	Ramo de plaza
Gustavia sp.	Oreja de burro
Hieronyma laxiflora	Carne asada
Jacaranda sp.	Flor azul
Licania parviflora	Merecure de Montaña
Nectandra rigida	Laurel amarillo
Pouteria sp.	Chupón
Protium crenatum	Anime blanco
Protium tenuifabium	Anime rosado
Sapium sp.	Caucho
Terminalia sp.	Amarillo de peña
Talisia sp.	Carne asada

En la tabla 3.8 se muestran algunas especies de maderas venezolanas no aptas para la fabricación de tableros y otros elementos prefabricados de madera-cemento

Tabla 3.8 Especies no aptas para la fabricación de tableros (Wicke, 1972)

<b>Especies no aptas para la fabricación de tableros</b>	
<b>Nombre botánico</b>	<b>Nombre común</b>
Anacardium excelsum	Mijao
Brosimum sp.	Charo
Chrysophyllum sp.	Caimito Morado
Couropita guinanensis	Coco de mono, taparo de chuco
Inga sp.	Guamo
Swartzia loptopotala	Orura barrialera
Swiotonia macrophylla	Caoba
Tabebuia rosea	Apamate
Tapirira guianonsia	Fruta de paloma
Trema intorgerrima	Mochocho blanco
Virola sp.	Táriago
Vitex orinocensis	Guarataro
Vitex orinocensis	Guarataro negro
Vitex sp.	Guarataro blanco

3.2.4.3 Influencia del mineralizante en la estabilidad de la madera y el fraguado de la mezcla: de acuerdo a lo expresado por Wicke (1972), el mineralizante es absorbido por los poros de la madera y luego durante el proceso de fraguado y secado, este se cristaliza dentro de la madera, formando una especie de tapón en los poros de la misma, impidiendo los cambios de su humedad, garantizando su estabilidad.

La mineralización acelera el proceso de fraguado, es muy importante que la mineralización no acelere en forma excesiva el fraguado del concreto ya que puede

alterar la estructura de este y tener efectos nocivos sobre la pajilla o viruta, reduciendo la resistencia (p. 13).

Uno de los métodos de mineralización de partículas de madera descrito por Wicke (1972), consiste en pasar las partículas por un baño mineralizante, o se rocía con éste, antes de mezclar el aserrín con el cemento. Como mineralizante se pueden usar varias sustancias: hidróxido de calcio, cloruro de calcio, silicato de sodio, cloruro de magnesio y silicato de potasio. La cantidad de mineralizante usada varía según el tipo (p. 12).

3.2.4.4 Resistencia al ataque de organismos: Wicke (1972), afirma que, cuando las partículas de madera son cubiertas por una capa de aglutinante hidráulico y también impregnado de él. El carácter alcalino del material evita el ataque de hongos e insectos.

Estudios realizados por Kolman y Gistl, citado por Wicke (1972), demostraron que al depositar muestras de tableros de pajilla de madera-cemento en cultivos del hongo *Merulis lacrimus*, durante tres meses, no presentaron deterioro alguno, en cambio el hongo, al cabo de corto tiempo, cambio de color y murió.

Con relación al ataque de insectos, se colocaron muestras de tableros, junto con otros materiales de construcción dentro de un nido de termitas. Después de 10 días, todos los materiales, inclusive bloques de ladrillo estaban completamente destruidos. Las muestras de tableros estaban intactas, solamente la porosidad de los tableros había sido rellenada con barro. Estos y otros estudios han demostrado que el carácter alcalino de los tableros impide el ataque de hongos e insectos.

Tres compuestos de madera-cemento fueron estudiados para verificar la resistencia contra el hongo de pudrición marrón (*Gloeophyllum trabeum*) y el hongo de

podrición blanca (*Trametes versicolor*). Las muestras de tableros se expusieron a la prueba Soil-block. Los tres tipos de compuestos madera-cemento ganaron peso, indicando un incremento en la carbonación, una reacción típica en el cemento. Los resultados indican que los hongos de pudrición blanca promueven el aumento de la tasa de carbonación que los hongos de pudrición marrón, (p.23).

### **3.2.5 Componentes de los bloques de concreto de aserrín**

Los bloques huecos de hormigón de aserrín están compuestos por cemento, arena, agua, aserrín, y un mineralizante.

3.2.5.1 Cemento: Porrero (2009) expresa que, el cemento es el componente activo del concreto e influye en todas las características de este material. Sin embargo, el cemento constituye aproximadamente sólo un 10 a un 20% del peso del concreto, siendo el 80 a 90% de materiales restantes el que condiciona la posibilidad de que se desarrollen las propiedades del concreto. En la práctica, también son decisivas la calidad de los agregados y las proporciones entre los componentes.

El cemento se obtiene a partir de materias primas abundantes en la naturaleza. Su elaboración se realiza en plantas industriales de gran capacidad, en donde debe ser controlado estrictamente, lo que redundará en su calidad y en la confiabilidad que sobre él pueda tener el usuario (p.91).

❖ Constitución: según Porrero (2009), el cemento Portland o cemento simplemente, es una especie de cal hidráulica perfeccionada. Se produce haciendo que se combinen químicamente unas materias de carácter ácido (sílice y alúmina principalmente) provenientes de arcillas, con otras de carácter básico (primordialmente cal) aportadas por calizas. Esta reacción tiene lugar entre las materias primas, finamente molidas, calentadas en hornos a temperaturas de

semifusión (p.91). El producto resultante no es una especie química o mineralógica única, sino una mezcla compleja de minerales artificiales cuyas denominaciones y fórmulas se dan en la tabla 3.9.

Tabla 3.9 Componentes mineralógicos del cemento Portland (Porrero, 2009)

COMPONENTE	FÓRMULA	FÓRMULA
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} - \text{SiO}_2$	$\text{C}_3\text{S}$
Silicato dicálcico	$2\text{CaO} - \text{SiO}_2$	$\text{C}_2\text{S}$
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{A}$
Ferroaluminato	$4\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{C}_4\text{FA}$
Yeso	$\text{CaSO}_4 - 2\text{H}_2\text{O}$	Y
Álcalis	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	N + K
Magnesia	MgO	M
Cal libre	$\text{CaO} + \text{Ca}(\text{OH})_2$	C.L.
Residuo insoluble	$\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$	R.I.

❖ Proceso de fabricación: según Porrero(2009), el material que sale del horno de la fábrica de cemento en su primera molienda que se llama “klinker” o “clinker”; éstos son trozos redondos, de mayor o menor tamaño, formados por conglomerados, debido a la semifusión a que estuvo sometido el polvo de las materias primas iniciales. Este clinker debe ser molido de nuevo a tamaños todavía menores para potenciar la futura capacidad de reacción de los granos de cemento. Esta última molienda se lleva a cabo conjuntamente con una pequeña proporción de yeso. La incorporación de yeso impide el fraguado instantáneo, regula el fraguado y el inicio del proceso de endurecimiento al controlar las reacciones de hidratación temprana del aluminato tricálcico. Finalmente el material resultante es el cemento tal como se conoce, capaz de combinarse con agua y dar origen a productos hidratados

que se entaban íntimamente entre sí, adquiriendo las propiedades de resistencia y durabilidad que le son características. En la figura 3.2, se presenta en forma esquemática las diferentes etapas en la fabricación del cemento.

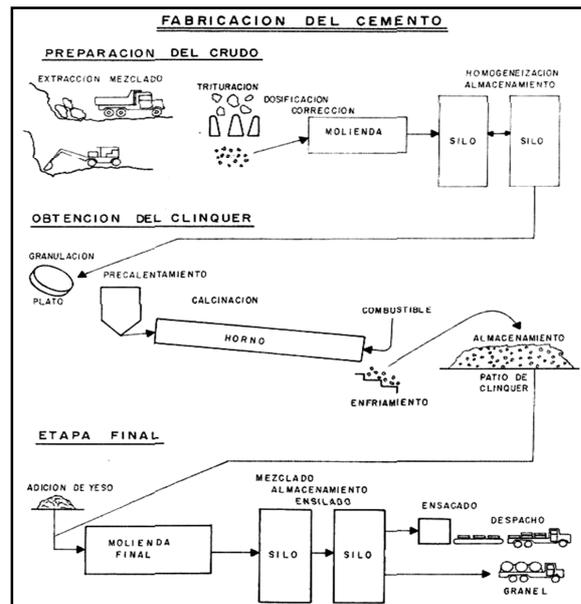


Figura .3.1 Fabricación del cemento (Porrero, 2009)

❖ Efectos de los componentes del cemento: de acuerdo a Merritt (2005), el conocimiento del comportamiento de los compuestos principales durante la hidratación permite ajustar las cantidades de cada uno durante la fabricación, para obtener las propiedades requeridas en el cemento.

*El silicato tricálcico ( $C_3S$ ):* es el que produce altas resistencias en el cemento Portland hidratado. Pasa del fraguado inicial al final en una pocas horas. La reacción del  $C_3S$  con agua desprende una gran cantidad de calor (calor de hidratación), la rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento está en la relación directa con el calor de hidratación; cuanto más rápido sea el fraguado, tanto mayor será la exotermia. El  $C_3S$  hidratado alcanza gran parte de su resistencia en siete días.

*El silicato dicálcico ( $C_2S$ ):* se encuentra en tres formas diferentes designadas alfa, beta y gama. Dado que la fase alfa es inestable a la temperatura ambiente y la fase gama no muestra endurecimiento al hidratarla, solo la fase beta es importante en el cemento portland.

El  $C_2S$  beta requiere algunos días para fraguar. Es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento portland. Debido a que la reacción de hidratación avanza con lentitud, hay un bajo calor de hidratación. El compuesto  $C_2S$  beta en el cemento portland desarrolla menores resistencias que el  $C_3S$  en las primeras edades; sin embargo, aumenta gradualmente, alcanzando en unos tres meses una resistencia similar a la del  $C_3S$ .

*El aluminato tricálcico ( $C_3A$ ):* presenta fraguado instantáneo al hidratado. Es el causante primario del fraguado inicial del cemento portland y desprende grandes cantidades de calor durante la hidratación. El yeso agregado al cemento portland durante la trituración o molienda en el proceso de fabricación, se combina con el  $C_3A$  para controlar el tiempo de fraguado. Aunque hidratado, por sí solo, produce una resistencia muy baja, su presencia en el cemento portland hidratado origina otros efectos importantes. Un aumento en la cantidad de  $C_3A$  en el cemento portland ocasiona un fraguado más rápido, y también disminuye la resistencia del producto final a los sulfatos.

*El ferroaluminato tetracálcico:* es semejante al  $C_3A$ , porque se hidrata con rapidez y solo desarrolla baja resistencia. No obstante, al contrario de  $C_3A$ , no muestra fraguado instantáneo.

La rapidez de hidratación es afectada, además de la composición, por la finura del molido, la cantidad de agua agregada y la temperatura de los componentes al momento de mezclarlos. Para lograr una hidratación más rápida, los cementos se

trituran hasta dejarlos muy finos. El aumento inicial de la temperatura y la presencia de una cantidad suficiente de agua también aceleran la velocidad de reacción (p. 5.3).

Tipos de cemento portland: dentro de los límites generales de composición con los cuales se obtiene el clinker, se pueden establecer algunas variantes, las cuales dan lugar a productos de características algo diferentes entre sí, que constituyen los distintos tipos de cementos.

La Norma Venezolana COVENIN 28 "Cemento Portland. Especificaciones", considera cinco tipos de cemento Portland, cuyas características se presentan en la tabla 3.10. Los cementos que desarrollan rápidamente sus resistencias se basan en una alta proporción de silicato tricálcico y aluminato tricálcico; en definitiva, en composiciones altas en cal.

Tabla 3.10 Tipos de cemento portland (COVENIN 28)

TIPO	CARACTERÍSTICAS
I	Uso general
II	Resistencia a los sulfatos y bajo calor de hidratación
III	Altas resistencias iniciales
IV	Muy bajo calor de hidratación
V	Altas resistencia a los sulfatos

De acuerdo a lo establecido por Merritt (2005), se muestran las especificaciones de cada tipo de cemento Portland.

*Cemento tipo I:* para usos generales, es el que más se emplea para usos estructurales cuando no se requieren las propiedades especiales especificadas para los otros cuatro tipos de cemento.

*Cemento tipo II:* modificado para usos generales, se emplea cuando se prevé una exposición moderada al ataque de sulfatos o cuando se requiere un moderado calor de hidratación.

*Cemento tipo III:* de alta resistencia inicial, es recomendable cuando se necesita una resistencia temprana en una situación particular de construcción.

*Cemento tipo IV:* de bajo calor de hidratación, se ha desarrollado para usarse en concreto masivo.

*Cemento tipo V:* resistente a los sulfatos, se especifica cuando hay una exposición intensa a los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y en estructuras expuestas al agua de mar (p. 5.4).

3.2.5.2 Agregados: según Porrero (2009), los agregados son las partes del concreto que constituyen lo grueso del producto terminado. Abarcan del 70 al 85% del volumen del concreto, y tienen que estar gradados de tal forma que la masa total de concreto actúe como una combinación relativamente sólida, homogénea y densa, con los tamaños más pequeños actuando como un relleno inerte de los vacíos que existen entre las partículas más grandes, (p.61).

Las características de los agregados empleados deberán ser aquellas que benefician el desarrollo de las principales propiedades en el concreto, entre las cuales

se pueden nombrar: la trabajabilidad, las exigencias del contenido de cemento, la adherencia con la pasta y el desarrollo de resistencias mecánicas.

Éstos áridos pueden ser cualquier tipo de material pétreo que reúna las condiciones según las Normas COVENIN 277; deben consistir en partículas durables, limpias, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia a la pasta del cemento.

Los agregados aportan cualidades al concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido; en estado fresco el mortero actúa como lubricante de las partículas más gruesas para darle una mejor trabajabilidad y forman una trabazón que genera una superficie de adherencia reduciendo los cambios de volumen y disminuyendo la cantidad de mezcla propensa a sufrir contracción durante el proceso de fraguado. Y en estado endurecido los beneficios son en cuanto a resistencia a la compresión y de la durabilidad.

Los agregados pueden ser gruesos o finos. El agregado fino, es aquella porción de agregado que pasa el cedazo de 3/8" (9,51 mm) y es retenido en el cedazo #200 (74 $\mu$ ). El agregado grueso, es aquella porción de agregado retenida en el cedazo #4 (4,76 mm). En este caso particular, se emplea solo agregado fino (arena).

❖ Arena: está formada por granos naturales depositados por las aguas, en la mayoría de los casos, las arenas se extraen de lugares próximos a los cursos actuales de agua: meandros y lechos de ríos, lagunas, entre otros. El progresivo agotamiento de las fuentes de obtención de las arenas, o las restricciones ambientalistas para su explotación, tienden a generar escasez del material, por lo cual se ha empezado a obtener arena a partir de la trituración de rocas, usualmente las mismas de las que se obtiene el agregado grueso, aunque sus características no sean

idénticas a las de la arena natural. Si la roca de origen es sana y el material obtenido recibe un tratamiento apropiado, la arena de trituración dará origen a concretos de buena calidad. Pero si se explotan yacimientos de poca consistencia, el material fino resultante es un producto pulverulento que, para poder servir como arena, y nunca de gran calidad, va a requerir enérgicos y costosos tratamientos con bajo rendimiento.

Las propiedades y características principales de los agregados finos se describen a continuación.

*Absorción:* es la capacidad que tienen los agregados de captar agua desde seco al horno hasta el límite de saturado con superficie seca, es decir hasta el límite en que el agregado ni absorbe ni cede agua. Se expresa en porcentaje con relación al peso seco del agregado. Este valor se obtiene empleando los métodos según la Normas COVENIN 268:78 para agregado respectivamente.

*Granulometría:* se define como la distribución del tamaño de las partículas de los granos que integran una masa de agregados. Esta característica decide, de manera muy importante, la calidad del material para uso del concreto. Se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados por abertura de mayor a menor.

La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto.

En la tabla 3.11 se muestran los tamices utilizados para realizar el ensayo granulométrico y los porcentajes pasantes recomendados según la norma COVENIN 255:77, para agregados finos.

Tabla 3.11 Tamices utilizados y porcentajes pasantes recomendados para agregados finos (COVENIN 255:77).

Tamiz	% Pasante
3/8''	100
4	95 – 100
8	80 – 100
16	50 – 85
30	25 – 60
50	10 – 30
100	2 – 10
200	0 – 3

En la figura 3.3 se muestran las especificaciones granulométricas de la arena según Normas COVENIN 277.

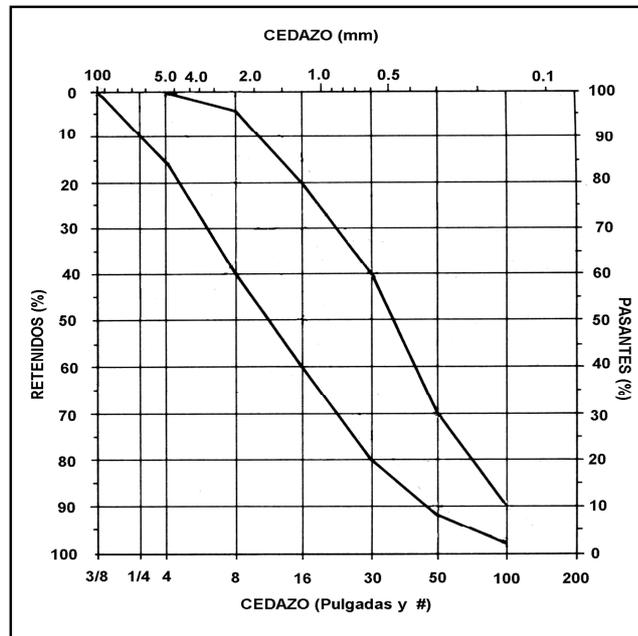


Figura 3.2 Especificaciones granulométricas de la arena (Porrero, 2009)

*Módulo de finura:* según Porrero (2009), es la suma de los porcentajes retenidos acumulados (porcentaje más grueso) de una muestra de agregado dividida entre 100. Los cedazos que se utilizan para determinar el módulo de finura de los agregados son: #100 (149 micras), #50 (297 micras), #30 (595 micras), #16 (1.49 mm), #8 (2.38 mm), #4 (4.76 mm), 3/8" (9.5 mm), 3/4" (19.0 mm), 1 1/2" (37.5 mm) y mayores, aumentando en la relación 2 a 1.

El módulo de finura es un número que indica el cedazo teórico a través del cual pasa el 50% del material. Materiales de granulometrías diferentes pueden tener el mismo módulo de finura. Sirve para detectar los cambios granulométricos dentro de un mismo material.

En cierto modo, este valor es representativo de la finura de la arena; se considera que el módulo de finura adecuado dentro de una granulometría aceptable, debe estar entre 2,3 y 3,1 donde un valor menor de 2,0 indica una arena fina, 2,5 una arena media y más de 3,0 una arena gruesa, (pp.71-72).

La tabla 3.12 muestra la clasificación de la arena según el módulo de finura para distintos tamaños de granos

Tabla 3.12 Clasificación de la arena según el módulo de finura (MF) (Porrero, 2009).

Fina	Media	Gruesa
$MF < 2,0$	$2,0 \leq MF \leq 3,0$	$MF > 3,0$

*Ultrafinos*: de acuerdo a Porrero (2009) se consideran como tales las partículas de agregado de menor tamaño, principalmente las menores de 74 micras (cedazo #200) pero a veces también las menores de 149micras (cedazo #100), o las de 297 micras (cedazo #50).

En los ultrafinos conviene distinguir entre: materiales silíceos, materiales calizos y arcillas. Los dos primeros son principalmente parte de los limos, mientras que las arcillas producen las partículas de menor tamaño, incluidos algunos coloides.

Cantidades importantes de ultrafinos en las mezclas pueden producir desde grandes trastornos hasta grandes beneficios. Son numerosas las variables involucradas en el problema de los ultrafinos, por lo que no resulta fácil dar reglas sencillas que permitan obtener beneficios de su presencia, pero algunas consideraciones de carácter general pueden ser de gran utilidad.

Los ultrafinos como polvos que son, colaboran en el mecanismo de lubricación de la mezcla conjuntamente con el cemento. Los calizos y en cierta proporción los arcillosos, mejoran la retención de agua, produciendo concretos con mejores características en estado fresco. Algunos concretos para albañilería llevan una cierta proporción de carbonato de calcio molido (caliza), especialmente añadido. En los concretos muy pobres, con muy bajas dosis de cemento, pueden ser muy útiles este tipo de ultrafinos, que ayudan a estabilizar la mezcla fresca y favorecen su trabajabilidad y su dosificación, aunque desmejoren las resistencias mecánicas, (pp.72-76).

*Humedad:* según Porrero (2009), la humedad no es más que el contenido de agua natural del agregado expresado en porcentaje, con relación a su peso seco. El contenido de agua por humedad en los agregados se deberá tomar en cuenta como parte del volumen de agua de diseño de la mezcla; por lo que la cantidad a añadir será el agua de diseño menos el agua cedida por los agregados.

Debido a que la humedad varía en función de la temperatura y las condiciones climáticas, deberá medirse al elaborar una nueva mezcla de concreto, para conocer la cantidad de agua aproximada que ceden los agregados, (p.88).

*Impurezas orgánicas en las arenas:* el contenido de material vegetal en el agregado fino pudiese resultar nocivo para el concreto por hacer disminuir su resistencia, producir retrasos en el fraguado, influir en el comportamiento de los aditivos y alterar la trabajabilidad de la mezcla. Para determinar la presencia de compuestos orgánicos se utiliza el Método de Ensayo Colorimétrico (Norma COVENIN 256:77).

*Peso específico:* es una propiedad física de los agregados y está definida como la relación entre el peso y el volumen de sólido de una masa de agregado, sin contar

con los espacios vacíos que quedan entre grano y grano. Para diseñar concretos se utiliza el Peso Específico Saturado con Superficie Seca (P.E.S.S.S).

*Peso unitario:* es una propiedad que indica el grado de acomodamiento de las partículas, así mientras mayor sea éste mayor será el volumen de vacíos entre ellas.

*Peso unitario suelto:* se usa para determinar el volumen donde se supone que el agregado se medirá sin compactación. El peso unitario suelto es la relación entre una masa de agregado y el volumen que ésta ocupa en un recipiente incluyendo la parte sólida y los espacios vacíos entre granos. El material se deja caer libremente dentro del recipiente, (p.80).

*Peso unitario compacto:* análogo al suelto pero el material se compacta en forma similar como se hace con el concreto, (p.81).

Tabla 3.13 Valores usuales de las relaciones Peso/Volumen de los agregados no livianos (Porrero, 2009).

PROPIEDAD	GRUESOS	ARENA
Peso unitario suelto (kgf/litro)	1,4 a 1,5	1,5 a 1,6
Peso unitario compacto (kgf/litro)	1,5 a 1,7	1,6 a 1,9
Densidad (peso específico)	2,5 a 2,7	2,5 a 2,7

*Tamaño máximo:* es la abertura del tamiz de malla mayor a través del cual puede pasar como mínimo el 95% de la masa del agregado. Cabe destacar que los tamaños máximos muy grandes, además de producir segregación en el concreto, son desfavorables ante la fractura,

(pp.67-68)

❖ **Aserrín:** son pequeñas piezas de madera producidas al aserrar la madera. Consiste en gran parte de celulosa, también contiene azúcares solubles, ácidos, aceites, resinas, ceras y otras sustancias orgánicas en distintos grados, de acuerdo con la naturaleza del tronco del cual se obtuvo.

Las maderas se clasifican en duras y blandas según el árbol del que se obtienen. La madera de los árboles de hoja caduca se llama madera dura, y la madera de las coníferas se llama blanda, con independencia de su dureza.

*Composición química del aserrín:* la composición química del aserrín es la misma que la de la madera de la cual se deriva. Jiménez afirma que: toda madera está constituida por los siguientes cuatro componentes:

Celulosa, que constituye un 70% de la madera; se subdivide en dos tipos, alfacelulosa y hemicelulosa. La celulosa alfa es la base del papel, productos de pulpa, textiles sintéticos y plásticos. En la actualidad, la hemicelulosa se usa poco y quizá se puede lograr su uso completo mediante una investigación continua.

1) **Lignina**, que constituye cerca del 18 a 28% de la madera; es el adhesivo que da resistencia y rigidez a la madera.

2) **Extractivos**, que no son parte de la estructura de la madera pero aportan propiedades tales como el color, olor, sabor y resistencia al deterioro. Consiste en tanino, almidón, materia colorante, aceites, resinas, grasas y ceras. Se pueden eliminar de la madera mediante disolventes neutros, agua, alcohol, acetona, benceno y éter.

3) Minerales formadores de ceniza, que constituyen desde el 0,2 al 1,0% de la madera y forman parte de la estructura de la madera. Son los elementos nutrientes del árbol y se convierten en cenizas cuando la lignina y la celulosa se queman.

La estructura de la madera, sus especies, la manera de cortarla (sus patrones de anillos de crecimiento), y su contenido de humedad, son factores que determinan las propiedades mecánicas de una pieza de madera (p.VIII.1).

*Propiedades físicas:* las propiedades principales de la madera son resistencia, dureza, rigidez y densidad. Ésta última suele indicar propiedades mecánicas puesto que cuanto más densa es la madera, más fuerte y dura es. La resistencia engloba varias propiedades diferentes; una madera muy resistente en un aspecto no tiene por qué serlo en otros. La madera tiene una alta resistencia a la compresión, en algunos casos superior, con relación a su peso a la del acero. Tiene baja resistencia a la tracción y moderada resistencia a la cizalladura. Otra propiedad es la resistencia a impactos y a tensiones repetidas (Acevedo, 2009).

*Contenido de humedad:* según Jiménez, la madera se contrae cuando pierde humedad y se hincha cuando la absorbe. El agua en la madera se puede dividir en dos categorías:

- 1) Agua libre en las cavidades celulares y espacios intercelulares de la madera.
- 2) Agua absorbida y retenida en los capilares de muros de elementos de madera, como los de fibras y celdas radiales.

El agua absorbida es importante en relación con la contracción. Cuando se elimina toda el agua libre, pero permanece la absorbida, se llega al llamado punto de saturación de la fibra (aproximadamente 30% de contenido de humedad para todas las especies). La contracción se presenta con porcentajes de contenidos de humedad inferior al punto de saturación de fibra. La madera que se saca al 15% de humedad, ha alcanzado cerca de la mitad de la contracción total posible. Por cada 1% de pérdida de humedad por debajo del punto de saturación de la fibra, la madera se contrae casi 1/30 del hinchamiento posible total (p.VIII.2).

*Especie:* la madera comúnmente empleada para la fabricación de compuestos de madera aglutinados con cemento es el pino caribe, la cual es clasificada por su densidad y propiedad estructural, se encuentra dentro del grupo Estructural "C", según clasificación Junta del Acuerdo de Cartagena.

El *Pinus caribaea* Morelet, conocido comúnmente como pino caribeño, es el único pino tropical que crece de manera natural a bajas elevaciones. Es un árbol majestuoso y alto que crece rápidamente y produce una madera resinosa útil para la producción de maderaje y productos de papel. El pino caribeño se cultiva extensamente en plantaciones a través de los Trópicos húmedos.

Según Vargas (2008), el pino caribe es una especie que crece en el trópico, en las costas y regiones interiores de baja elevación en México, Belice, Guatemala, Honduras y Nicaragua. Es una conífera de crecimiento rápido que se ha introducido en Venezuela a partir de 1961; estableciéndose plantaciones a gran escala en el sur de los estados Monagas y Anzoátegui, y menor escala en los estados andinos, llanos occidentales, Carabobo y la Guayana venezolana. Las plantaciones de pino caribe de los llanos orientales de Venezuela son una de las plantaciones forestales monoespecífica más grande del mundo tropical con más de 500.000 hectáreas (pp.7-8).

La madera de pino caribe ha adquirido mucha importancia dentro del mercado de productos forestales venezolanos por ser obtenida de plantaciones, con seguridad de suministro de volúmenes importantes a futuro y por reunir las características físicas y mecánicas necesarias para ser usada como material de construcción.

Algunas características de importancia del pino caribe son: su densidad básica  $0,56 \text{ grs/cm}^3$  ( $560 \text{ kg/m}^3$ ), contenido de humedad de 18% aproximadamente, durabilidad mínima de 30 años. (Garantizada por la empresa CVG-PROFORCA), puede ser preservada contra el ataque de hongos e insectos fácilmente y posee gran belleza natural.

3.2.5.3 Mineralizante: uno de los tratamientos del aserrín para producir concreto, se basa principalmente en recubrir las partículas con cal, en un previo mezclado mecánico, con el fin de proporcionar una película protectora que impida la acción de azúcares del aserrín.

Según un estudio realizado por Hermosilla (2006) La cantidad de cal se estima en proporción al peso del aserrín, considerado para este caso en un 10%.

La cal, es un material sólido alcalino fuerte. Se hacen principalmente de óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), que se presenta en forma natural en piedra caliza, mármol, greda, coral y conchas. En construcción, se utilizan por lo general en morteros y se obtienen al extraer agua de materiales naturales. Sus propiedades aglutinantes se deben a la reabsorción del agua expulsada y a la formación de los mismos compuestos químicos de los que se componía la materia prima original.

La cal viva es el producto de calcinar (hacer pulverulenta por calentamiento) piedra caliza que contenga grandes proporciones de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_2$ ) y un poco de carbonato de magnesio ( $\text{MgCO}_3$ ). La calcinación evapora el agua de la

piedra, caliente esta a una temperatura suficientemente alta para que ocurra una disociación química y desprende bióxido de carbono como gas, dejando los óxidos de calcio y magnesio. El óxido de calcio resultante CaO, que recibe el nombre de cal viva tiene una gran afinidad para el agua (p.12).

La cal viva, destinada para usarse en construcción, debe combinarse primero con la cantidad correcta de agua para formar una pasta de cal, proceso que se denomina apagado. Cuando la cal viva se mezcla con una proporción de dos a tres veces su peso de agua, el óxido de cal se combina con el agua para formar hidróxido de calcio y se genera suficiente calor para que hierva toda la masa. El producto resultante es una suspensión finamente dividida de hidróxido de calcio (y óxido de magnesio) que, al enfriarse, se endurece para formar una masilla. Esta última, tras un periodo de curado, se utiliza básicamente en morteros para albañilería a los que imparte una gran facilidad para moldearse. También se puede utilizar como agregado en concreto para mejorar su moldeo.

Si bien, la cal posee por si sola propiedades mecánicas inferiores a otros conglomerantes, el agregar una cierta proporción confiere a las mezclas, una mayor retención de agua y plasticidad.

3.2.5.4 Agua: Porrero (2009) expresa que, el agua es imprescindible en varias etapas de la elaboración del concreto: moldeado, fraguado y curado. El agua de mezclado ocupa normalmente entre 15% y 20% del volumen de concreto fresco y, conjuntamente con el cemento, forman un producto coherente, pastoso y manejable, que lubrica y soporta los agregados, acomodable en los moldes, Simultáneamente esta agua reacciona químicamente con el cemento, hidratándolo y produciendo el fraguado en su acepción más amplia, desde el estado plástico inicial, pasando por lo que llamamos endurecimiento, hasta el desarrollo de resistencias a largo plazo.

Por otra parte, el agua de curado es necesaria para reponer la humedad que se pierde por evaporación luego que el concreto ha sido colocado, compactado y alisado en su superficie; de esta manera se garantiza el normal desarrollo de las reacciones de hidratación del cemento.

Tanto el agua de mezclado como el agua de curado deben estar libres de contaminantes que puedan perjudicar el fraguado del concreto o que reaccionen negativamente, en estado fresco o endurecido, con alguno de sus componentes o con los elementos embutidos en el concreto, como tuberías metálicas o el acero de refuerzo.

En zonas urbanas, se suelen elaborar concretos utilizando agua potable, la cual se considera exenta de materia orgánica y sólidos en suspensión, y cuyo contenido de sales minerales totales es inferior a 0,25% (2.500 ppm) en peso. En general, el agua potable es adecuada para elaborar y curar concreto aún cuando la cloración (cuya intensidad varía en cada localidad) puede alterar el comportamiento de los aditivos y la evolución de las resistencias (p.113).

❖ Agua de mezclado: cumple dos funciones: hidratar el cemento y proporcionar fluidez y lubricación al concreto. Se estima que, en condición de ambiente saturado, el agua requerida para hidratación equivale al 25% en peso del cemento; el resto se evapora. La porción evaporada después que el concreto ha sido compactado y alisado, es la causante de la retracción de secado y de la formación de conductos capilares que interconectan poros; estos se llenan parcialmente de aire y producen concretos menos resistentes y menos durables, por lo que debe usarse el menor volumen de agua que sea posible para obtener la fluidez requerida.

Ciertas impurezas en el agua pueden causar reacciones perjudiciales al concreto o alteraciones en sus propiedades de trabajabilidad, tiempos de fraguado, resistencias

mecánicas, adherencia, permeabilidad, durabilidad (disgregación, corrosión de elementos metálicos) y de aspecto (eflorescencia, decoloración).

Esas impurezas pueden estar en forma de solución (azúcares, sales como carbonates, cloruros y sulfatos, ácidos) o de suspensión (aceites, materia vegetal, limos, arcillas), (p.114).

❖ Agua de curado: la hidratación del cemento comienza al contacto con el agua de mezclado, y desde la superficie de cada grano de cemento hacia el interior; es un proceso muy rápido en los primeros minutos y horas, que se prolonga por varios meses y años siempre que haya humedad suficiente. Durante las primeras horas hay reserva suficiente de agua en el concreto y, luego, se pierde progresivamente por evaporación; primero desaparece el agua de exudación, que es la capa superficial, brillante, que se observa al realizar la compactación del concreto y ya semi-endurecido el concreto, hay una migración y evaporación del agua interna necesaria para la reacción del cemento. La tasa de evaporación depende de tres factores:

- 1) Capacidad desecante del medio ambiente (temperatura, humedad relativa y velocidad de viento).
- 2) Cantidad de calor generado al hidratarse el cemento, por ser ésta una reacción exotérmica.
- 3) Dimensiones de la pieza o elemento del concreto, especialmente de las superficies expuestas a desecación.

La falta de un ambiente saturado impedirá que el cemento se hidrate totalmente y que el concreto alcance la resistencia esperada, además de favorecer e incrementar la retracción plástica. Este último efecto producirá aumentos en el ancho de las

grietas de secado, que (anillan la entrada de los agentes agresivos eventual mente presentes en el medio ambiente.

Usualmente, los requerimientos para el agua de curado son menos exigentes que para el agua de mezclado, porque la primera está en contacto por un período relativamente corto, solamente en la superficie y después que el concreto ha alcanzado un cierto grado de endurecimiento, lo que impide que los contaminantes potencialmente presentes en el agua de curado, afecten las reacciones iniciales del cemento. Por lo general, el agua que es adecuada para el mezclado también lo es para el curado. Sin embargo debe considerarse que, al producirse la evaporación del agua sucesivamente rociada sobre el concreto, las posibles impurezas van a depositarse sobre su superficie en concentraciones cada vez mayores. Por tanto, si el agua contiene, por ejemplo, materia orgánica o ferrosa, puede causar manchas superficiales; la presencia de cloruros, cuyas sales hayan sido sucesivamente depositadas por el curado con agua de mar o salobre, puede inducir o acelerar el proceso de corrosión de los elementos metálicos, (p. 115).

### **3.2.3 Morteros**

Según Jiménez, es una mezcla o argamasa utilizada en construcción para adherir y adosar elementos en una albañilería, recubrir o estucar paramentos o pisos y fabricar “autoconformados”. Los morteros son mezclas plásticas aglomerantes, que resultan de combinar arena y agua con un aglutinante tal como el cemento Portland y otros. El mortero de cemento Portland es un mortero en el que se utiliza cemento como conglomerante. Los morteros pobres o ásperos, son aquellos que tienen poca cantidad de cemento, siendo muy difíciles de trabajar. Por otro lado, los morteros que tienen gran cantidad de cemento se retraen y producen fisuras, además de ser de mayor costo. Estos factores hacen necesario buscar una dosificación adecuada. La falta de trabajabilidad de los morteros puede corregirse añadiendo aditivos que sean

plastificantes. También pueden mejorarse con la adición de otro tipo de materiales más corrientes, como es el caso de la cal, o modificando la dosificación del mortero.

Las mezclas de mortero deben ser homogéneas y sus componentes se deben utilizar en unas proporciones. Sea cualquiera la aplicación de los morteros, éstos no deben experimentar segregación alguna y su calidad debe tener las siguientes propiedades tanto en estado fresco como en estado endurecido: a) Una trabajabilidad determinada, es decir, una facilidad de puesta en obra para cada caso particular. Ya que los morteros deben ser suficientemente trabajables durante un cierto periodo de tiempo sin necesidad de tener que añadirle agua; b) Una capacidad de retención de agua dada; c) Una adherencia óptima al soporte y resistencia a la figuración; d) Una retracción mínima y a veces controlada, así como una absorción de agua especificada para cada caso; e) Unas resistencias mecánicas apropiadas; y f) Una estabilidad adecuada capaz de resistir las condiciones del medio en donde se vayan a encontrar, de tal modo que mantenga su integridad estructural, su apariencia externa y que su duración persista teniendo en cuenta las condiciones de mantenimiento.

Los componentes de los morteros son: aglomerantes, agregados finos, agua (amasado, endurecido y/o fraguado) y aditivos y/o elementos Fibrosos (opcional).

3.2.6.1 Clasificación de los morteros: los morteros pueden clasificarse según los agregados finos, modo de aplicación, tamaño del agregado fino, dosis de agua o consistencia, dosis de cemento, uso, modo de fabricación, concepto, entre otras.

❖ Según los agregados finos

*Ordinarios:* confeccionados con arena corriente.

*Ornamentales:* confeccionados con agregados finos especiales (espejuelos, escorias, mármol y/o tierras de colores).

*Clavar:* a base de aserrín, livianos, preparados con espuma de cemento y agregados finos limosos, de pómez, de escoria y otros.

❖ Según tamaño agregado fino:

*Finos:* usados para grautear en elementos livianos.

*Medianos:* usados para grautear y en estucos.

*Gruesos y muy gruesos:* usados para estucos gruesos y para pegar ladrillos o bloques en albañilería y para prefabricados.

❖ Según el modo de aplicación: se clasifican en prefabricados a presión, percusión o vibración, colocados a mano, colocados a pistola, colocados en obra a presión, morteros “pre pack” para rellenos de esqueletos pétreos pre moldeados.

❖ Según la consistencia o dosis de agua: esta clasificación se refiere al porcentaje de agua presente en la mezcla como se muestra en la tabla 3.14.

*Sólidos:* aglutinan bajo presión y se desintegran en la caída, usados en elementos de construcción como bloques, tubos, baldosas y otros elementos.

*Plásticos:* estos se dejan moldear y son los únicos que se deben usar en estucos y albañilería.

*Fluidos:* estos se adaptan fácilmente a los moldes bajo la acción de ligeros golpes y suelen aplicarse en inyecciones.

*Sopas de arena:* estas no deben usarse en obra.

Tabla 3.14 Clasificación de los morteros según la consistencia o dosis de agua  
(Jiménez, 2004)

Consistencia	% Agua
Polvo	0-1,5
Sólido Rígido	1,5-15
Sólido Plástico	15-30
Plástico	30-50
Fluido	50-70

❖ Según Dosis de Cemento: en la tabla 3.15 se muestra la clasificación de estos morteros.

Tabla 3.15 Clasificación de los morteros según la dosis de cemento (Jiménez, 2004)

Clasificación	Dosificación	Utilidad
Muy Pobres	1:10	Se usan en bloques para muros no resistentes.
Pobres	1:5,5	Se usan bloques y albañilería gruesa.
Medianos	1:4,5	Albañilerías ordinarias.
Regular	1:3,5	Albañilerías delgadas y estucos.
Normal	1:3	Estucos exteriores, albañilerías muy delgadas y tabiques.
Rico	1:2	Obras especiales.
Muy Rico	1:1	Casos especiales.

### 3.2.6.2 Propiedades de los morteros de cemento

❖ Estabilidad plástica: es la resistencia que el material ofrece contra la deformación plástica, la segregación y la desintegración de elementos prefabricados frescos e inmediatamente desmoldados. Tiene su origen en la cohesión hídrica, y ésta, en las fuerzas tensioactivas que se desarrolla en la interface de los materiales.

❖ Plasticidad (trabajabilidad): la trabajabilidad en las mezclas frescas de cementos es la propiedad que las hace moldeables, en contraposición de los estados sólidos y líquidos, que no permiten tal operación. Físicamente es la capacidad de un cuerpo para deformarse permanentemente sin ruptura bajo la acción de fuerzas superiores a las que mantiene la estabilidad plástica. Durante la operación de moldeado se presume esfuerzos no violentos, de tal forma que las partículas de diferentes tamaños dentro de una mezcla, ocuparán en la masa de mortero, posiciones geométricas similares antes de producirse la deformación. Se llama banda de plasticidad a la zona del espectro húmedo de los morteros en el cual el material admite modelo y está definido por las dosis de agua que la limitan. Un buen cemento desde el punto de vista de su plasticidad, es aquel cuya banda es ancha y durable.

❖ Retención de agua: el poder de retención de agua tiene importancia en la albañilería de bloques y ladrillos, ya que son elementos muy sorbedores de agua. El cemento debe dar al mortero la capacidad para retener el líquido que necesitará en su proceso de fraguado y endurecimiento. Si la mezcla fuese débil en este aspecto y se dejara arrebatar el agua, la consecuencia sería el fenómeno llamado arrebatación, que no es otra cosa que incapacidad para fraguar y endurecer, lo que se traduciría en elementos deleznable.

❖ Tiempo de fraguado, endurecimiento y adherencia: el papel del tiempo de fraguado es importante en la calidad de los morteros. En el problema de traslado a

la obra de piezas prefabricadas y fraguadas de muy corta edad es de primordial importancia el empleo de cemento de rápido endurecimiento y con altas resistencias iniciales (Tipo III), los cuales además de satisfacer con exceso estas exigencias, ofrecen la ventaja de dar altas resistencias a plazos largos. La adherencia también es fundamental en los morteros de albañilería (pp.V.8).

### **3.2.7 Procedimientos de fabricación de los bloques huecos de concreto de aserrín**

3.2.7.1 Recepción y acopio de los materiales: el adecuado manejo y acopio de los materiales constituyentes, especialmente los agregados y el cemento, es una función importante. El cemento y los agregados, el agua y los aditivos, deben ser almacenados en forma tal que se prevenga su deterioro o la intrusión de materias extrañas o perjudiciales. Cualquier material que se haya deteriorado o contaminado, no debe usarse para la preparación de los bloques.

Según Porrero, los cuidados de los agregados deben orientar a evitar la segregación y contaminación del material, respecto a la humedad, si se desea mantener un buen control se recomienda conservar los agregados drenados y bajo techo, y medir la humedad periódicamente para su posterior ajuste al momento de mezclado.

El almacenamiento del cemento en sacos o envases, debe cuidar que se vayan usando primero los más antiguos. Los sacos deben colocarse entre paletas que permitan la circulación de aire entre pilas. Si el lapso previsto de almacenamiento es inferior a 60 días, la altura de cada capa será inferior a 14 capas; para períodos superiores, esta altura no excederá las 7 capas. Esta precaución evitará la formación de grumos en los sacos inferiores, (pp. 188-189).

### 3.2.7.2 Control de calidad de los materiales:

❖ Agregados: los agregados utilizados para la producción de bloques huecos de concreto deben cumplir con los requisitos de calidad especificados en la Norma COVENIN 277, “Concretos. Agregados. Requisitos”.

El agregado fino puede estar constituido por arena de río, de mina ó proveniente de piedras trituradas; de otra fuente o de arena de mar siempre que cumplan con los requisitos que establece la Norma Venezolana en cuanto a: granulometría, sustancias nocivas, impurezas orgánicas y disgregabilidad.

Las características granulométricas y propiedades físicas de los agregados, se determinarán de acuerdo a lo establecido en las Normas COVENIN correspondiente a cada ensayo, los cuales se especifican a continuación:

- 1) “Agregados. Extracción de muestras para morteros y concretos.” – Norma COVENIN 270-1998.
- 2) “Agregados. Determinación de la composición granulométrica.”- Norma COVENIN 255-1998.
- 3) “Agregado fino. Determinación de la densidad y la absorción” - Norma COVENIN 268-1998.
- 4) “Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado” - Norma COVENIN 263-1978.

En aquellos casos en los que no se pueda obtener los agregados que se ajusten a las normas COVENIN u otras reconocidas. Se podrá hacer uso de materiales que no cumplen con las especificaciones, siempre y cuando éstos tengan una larga historia de comportamiento satisfactorio y se lleve a cabo un estudio exhaustivo y responsable del material, comprobando que tengan un comportamiento satisfactorio bajo las mismas condiciones y localidad donde se hará uso de ellos.

❖ Agua: el agua empleada tanto para el mezclado del mortero, como para el curado de los bloques será limpia y libre de contaminantes; no deberá contener cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas al mortero.

Se podrá usar agua potable, la cual se considera exenta de materia orgánica y sólidos en suspensión, y cuyo contenido de sales minerales totales es inferior a 0,25% (2.500 ppm) en peso. En general el agua potable es adecuada para elaborar y curar los bloques huecos de concreto.

En caso de que se requiera el uso de agua proveniente de pozos, ríos y lagos, antes de su utilización debe ser evaluada física y químicamente en un laboratorio competente, para comprobar que satisfaga con los parámetros físicos y químicos que establece la Norma COVENIN 2385 “Concreto y mortero. Agua de mezclado”. Posteriormente debe ser verificada al menos dos veces al año, durante la estación seca y la de lluvias o cuando varíe sensiblemente el caudal o el aforo de la fuente, porque las concentraciones de sales o azúcares y otros contaminantes pueden variar. Además debe investigarse el vertido de aguas servidas y desechos aguas arriba del sitio de toma y conocer si son estacionales para poder planificar el cronograma de ensayos.

❖ Aditivos: en el caso de utilizar aditivos para mejorar alguna característica de la mezcla (Plasticidad, tiempo de fraguado) debe comprobarse que no afecten de forma desfavorable la calidad de los bloques huecos de concreto.

3.2.7.3 Dosificación: es el término que se utiliza para definir las proporciones de agregados, agua cemento que conforman la mezcla para la elaboración de la unidad. Se puede dosificar una mezcla en peso o volumen, la primera forma es más precisa.

La dosificación por peso recurre a las pesadas de los materiales granulares (cemento y agregados). El agua y los aditivos se incorporan en volumen, aceptando la aproximación de que un litro de agua equivale a un kilogramo de agua.

La carretilla y la pala son medidas muy imprecisas pues varían de acuerdo con la robustez del operario o a su estado de fatiga o de ánimo, por lo que la dosificación en volumen tiene una alta variabilidad. Las unidades de medida deben llenarse a capacidad constante, enrasadas, sin barrigas o camellones. Pueden usarse cuñetes, gaveras de madera con fondo o sin fondo o latas. En el caso del cemento se recomienda el empleo de sacos enteros y, como excepción temporal, el uso de mitades. Es recomendable además incorporar el agua mediante el uso de cuñetes o de latas indeformables marcadas internamente con una señal que fije su capacidad que es de unos 18 o 19 litros.

3.2.7.4 Mezclado: para que el mortero tenga una calidad satisfactoria se requiere que los materiales se mezclen cuidadosamente hasta tener apariencia uniforme y todos sus ingredientes estén distribuidos. Las muestras tomadas de diferentes porciones de la mezcla deberán tener esencialmente el mismo peso unitario, contenido de aire, cantidad de cemento, entre otros., y la descarga será completa antes de que vuelva a cargarse el equipo mezclador.

❖ Preparación del equipo y del lugar de vaciado: antes de mezclar y vaciar el mortero se tomarán las siguientes precauciones: a) Todo el equipo de mezclado y transporte del mortero deberá estar limpio, b) Se retirarán todo tipo de residuos de los espacios a ser ocupados por el mortero, c) La superficie de los moldes estará adecuadamente protegida y tratada.

❖ Preparación de la mezcla: la operación del mezclado deberá ejecutarse de acuerdo con lo siguiente: a) El equipo mezclador deberá hacerse girar a la velocidad recomendada por el fabricante, b) El mezclado se continuará por lo menos durante un minuto y medio después que todos los materiales estén dentro de la mezcladora, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio.

*Mezclado manual:* definido el proporcionamiento de la mezcla, se acarrea los materiales al área de mezclado. En primer lugar se dispondrá de arena, luego, encima el agregado grueso; seguidamente se agregará el cemento, realizando el mezclado en seco empleando palas. Será preciso realizar por lo menos dos vueltas de los materiales. Después del mezclado se incorpora el agua en el centro del hoyo de la mezcla, luego se cubre el agua con el material seco de los costados, para luego mezclar todo uniformemente. La mezcla húmeda debe voltearse por lo menos tres vueltas.

*Mezclado mecánico:* una vez que la mezcladora esté en acción, es decir, las aspas en movimiento, se procederá a mezclar como primero los componentes secos (arena, aserrín, cal y cemento), luego se verterá la cantidad agua requerida. Se continuara mezclando, durante el tiempo recomendado por el fabricante de la mezcladora o hasta obtener una mezcla homogénea. El tiempo de mezclado aproximado es de 2 a 3 minutos después de incorporados todos los componentes de la mezcla.

3.2.7.5 Vaciado y moldeado: cada paso en el manejo y transporte del mortero debe ser cuidadosamente controlado para mantener la uniformidad de la mezcla y entre mezclas sucesivas. Los pasos a seguir para llevar a cabo esta actividad de enumeran a continuación:

- 1) Transportar la mezcla por las cintas transportadoras de concreto desde el equipo de mezclado hasta el embudo de la maquina bloquera.
- 2) Se llenan los moldes, distribuyendo de manera uniforme la mezcla en los moldes.
- 3) Se vibra, continuar el vibrado por unos 15 segundos aproximadamente y se detiene hasta que se observe película superficial de agua.

3.2.7.6 Desmoldado: una vez finalizado el vibrado de la mezcla se realizara cuidadosamente el proceso de desmoldado, sobre una superficie de madera plana.

3.2.7.7 Fraguado: una vez fabricados los bloques, éstos deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse. El periodo de fraguado debe ser de 4 a 8 horas, pero se recomienda dejar los bloques de un día para otro. Si los bloques se dejarán expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del concreto. Luego de ese tiempo, los bloques pueden ser retirados y ser colocados en rumas para su curado.

3.2.7.8 Curado: el curado de los bloques consiste en mantener los bloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una

buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los bloques como cualquier otro producto de concreto.

Los bloques se deben colocar en rumas de máximo cuatro unidades y dejando una separación horizontal entre ellas de dos centímetros, como mínimo, para que se puedan humedecer totalmente por todos los lados y se permitan la circulación de aire.

Para curar los bloques se riega periódicamente con agua durante siete días. Se humedecen los bloques al menos tres veces al día o lo necesario para que no se comiencen a secar en los bordes. Se les puede cubrir con plásticos, papeles o costales húmedos para evitar que se evapore fácilmente el agua.

3.2.7.9 Secado y almacenamiento: la zona destinada para el almacenamiento de los bloques debe ser suficiente para mantener la producción de aproximadamente dos semanas y permitir que después del curado los bloques se sequen lentamente.

La zona de almacenamiento debe ser totalmente cubierta para que los bloques no se humedezcan con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico.

Aunque los bloques fabricados siguiendo todas las recomendaciones, presentan una buena resistencia, se debe tener cuidado en su manejo y transporte. Los bloques no se deben tirar, sino que deben ser manipulados y colocados de una manera organizada, sin afectar su forma final.

### 3.2.8 Inspección y recepción de los bloques

A continuación se ofrece una guía para la comercialización de bloques de lotes aislados, establecida en la norma COVENIN 42:82. A menos que exista acuerdo previo entre productor y comprador, la inspección y recepción se realizará de acuerdo a lo indicado a continuación.

3.2.8.1 Lote: es la cantidad total de bloques fabricados, bajo las mismas características, materia prima y maquinarias en un mismo día, de un mismo tiempo.

3.2.8.2 Muestra: es un grupo de unidades extraídas de un lote, que sirve para obtener la información necesaria, que permite apreciar las características de ese lote y así poder tomar una decisión sobre el mismo.

3.2.8.3 Inspección de cada pieza del lote: los requisitos físicos de los bloques, referentes a apariencia y acabado y dimensiones, especificados en los títulos 3.2.3.1 y 3.2.3.20 de esta investigación respectivamente, se comprueban para cada bloque. Los bloques que no cumplan con estas condiciones son rechazados.

3.2.8.4 Inspección por muestreo: los requisitos químicos y mecánicos especificados en los Títulos 0 y 00 de esta investigación respectivamente, se verifican por muestreo de acuerdo a lo indicado a continuación:

De 0 a 10.000 bloques	.....	6 unidades
De 10 a 100.000 bloques	.....	12 unidades

❖ Para lotes mayores de 100.000 bloques se tomarán 6 unidades para cada 50.000 bloques seleccionados. Cuando solo se requiera ensayos de resistencia se reduce a la mitad el número de bloques especificados anteriormente.

❖ Si un lote de bloques no cumpliera con los requisitos especificados en esta Norma, el fabricante podrá hacer una clasificación y se seleccionaran nuevas muestras del lote para ser ensayadas por cuenta del fabricante. En el caso de que esta segunda prueba muestre que los bloques no cumplen los requisitos especificados, se rechazará el lote.

### **3.2.9 Métodos de ensayos de calidad en bloques huecos de concreto**

#### **COVENIN 42:82.**

3.2.9.1 Resistencia a la Compresión: la resistencia a la compresión se determina sobre un mínimo de 3 probetas.

❖ Procedimiento: para realizar este ensayo se requiere de una prensa con una capacidad suficiente como para producir la rotura de las probetas. Se hace coincidir el centro de la superficie esférica de la rótula con el centro del plato de carga que se va a poner en contacto con el bloque de ensayo. En caso de que la superficie de los platos de carga no sea suficiente para cubrir el área de ensayo del bloque a ensayar, se utilizan las placas adicionales. Se aplica la carga a cualquier velocidad hasta la mitad de la carga máxima supuesta, el resto de la carga debe aplicarse gradualmente y a una velocidad constante en un período que no sea menor de un minuto, ni mayor de dos de acuerdo a la carga máxima soportada.

❖ Expresión de los resultados: la resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima soportada en Kilogramos (Kg) por la superficie bruta del bloque expresada en centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>), de acuerdo a la ecuación 4.1.

La superficie bruta, es el área completa de una sección del bloque perpendicular a la dirección de la carga incluyendo los huecos del bloque.

❖ Informe: se debe elaborar un informe que contenga la fecha en que se realizó el ensayo, identificación de la muestra, resultados individuales obtenidos en los ensayos para cada muestra, media aritmética de los resultados correspondientes a cada grupo de tres muestras ensayadas, nombre del técnico que realizó el ensayo, norma venezolana COVENIN utilizada.

3.2.9.2 Absorción de agua y contenido de humedad: las especificaciones del procedimiento de ensayo, expresión de los resultados, se presentan a continuación.

❖ Procedimiento: se sumergen las muestras completamente durante 24 horas en agua, a una temperatura de 15 °C a 27 °C. Se sacan las muestras del agua, se secan con las toallas absorbentes y se pesan inmediatamente. Se secan las muestras en el horno, a una temperatura de 115 °C durante un período no menor de 24 horas, hasta que dos pesadas sucesivas, efectuadas a intervalos de dos horas muestren una pérdida de peso no mayor de 0,2% del peso anterior.

❖ Expresión de resultados: la absorción de agua del concreto del bloque, expresada como un porcentaje del peso seco se calcula para cada muestra según la ecuación 4.2.

El valor promedio del coeficiente de absorción (A) se calcula de las 3 muestras de ensayo.

❖ Informe: se debe elaborar un informe que contenga la fecha en que se realizó el ensayo, identificación de la muestra, resultados individuales obtenidos en los ensayos para cada muestra, media aritmética de los resultados correspondientes a cada grupo de tres muestras ensayadas, nombre del técnico que realizó el ensayo, norma venezolana COVENIN utilizada.

### **3.2.10 Control estadístico de los ensayos de resistencia de los bloques huecos**

Porrero (2009) establece que, al ser el concreto un material heterogéneo, está sujeto a la variabilidad en las características y proporciones de sus componentes así como a las dispersiones adicionales por las técnicas de elaboración, transporte, colocación y curado. Hay que añadir, que en general, los métodos de ensayos de que se disponen para determinar las propiedades del concreto son poco precisos, puesto que tanto en la preparación las probetas como en sus ensayos, se considera que se producen variaciones. De modo que en la evaluación de la calidad del concreto y sus elementos prefabricados se deben incluir dos aspectos: el concepto de valor promedio y el de la dispersión o variabilidad. Algunos de los parámetros estadísticos fundamentales se dan a continuación.

3.2.10.1 Promedio  $\bar{X}$ : es la tendencia central del valor de resultado de los ensayos o datos.

$$\bar{X} = \frac{[\sum_i^n X_i]}{n} \quad (3.1)$$

Donde:

□: Promedio o media muestral.

$X_i$ : Un valor individual cualquiera.

$n$ = Número de datos de la muestra.

3.2.10.2 Desviación estándar,  $S$ : es el índice estadísticamente más representativo de la dispersión o variabilidad de los datos. Se puede calcular mediante la fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.2)$$

Donde:

$S$ = Desviación estándar.

$X_i$ = Un valor individual cualquiera.

$\bar{X}$ : Promedio o media muestral.

$n$ = Número de datos de la muestra.

3.2.10.3 Rango  $d$ : se denomina así a la magnitud de la diferencia entre el valor mayor y menor del grupo de datos que se está considerando.

$$d = X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}} \quad (3.3)$$

Donde:

$d$ = Rango.

$X_{\text{máx}}$ = Mayor valor de los datos del grupo.

$X_{\text{mín}}$ = Menor valor de los datos del grupo.

3.2.10.4 Coeficiente de variación,  $v$ : es la relación entre la desviación estándar y la media, expresada usualmente en forma porcentual.

$$v = \frac{s}{x} \cdot 100 (\%) \quad (3.4)$$

Donde:

$V$ = Coeficiente de variación.

$S$ = Desviación estándar.

$\bar{x}$ : Promedio o media muestral.

3.2.10.5 La Mediana, *med*: se define como la medición central, si existe, después que las medidas se han dispuesto en orden de magnitud.

En algunos fenómenos, la variabilidad tiene cierta dependencia de la magnitud medida. En estos casos, es más adecuado emplear el coeficiente de variación que la desviación estándar como índice de la variabilidad (pp.323-329).

Por el valor del coeficiente de variación interno del ensayo se puede juzgar la calidad de los ensayos y el nivel de control en la fabricación y tratamiento de las probetas, tanto para el trabajo de campo, como para las investigaciones a escala del laboratorio. En la Tabla 3.16 se muestran los valores límites del coeficiente de variación para diferentes grados de control.

Es evidente que los resultados evaluados como aceptables o deficientes, hacen desconfiar del Sistema de Aseguramiento de la Calidad y por tanto requieren la toma de medidas inmediatas para la revisión de todos los procedimientos y métodos de preparación de las probetas, su tratamiento y curado, así como de los ensayos, pues de lo contrario los resultados obtenidos del análisis estadístico pueden ser cuestionados (COVENIN 3549, p.3).

Tabla 3.16 Coeficiente de variación para diferentes grados de control (COVENIN 3549,1999)

<b>PRODUCCIÓN DE UNA SOLA MEZCLA- VARIACIÓN EN LAS PRUEBAS</b>					
Tipo de operación	Coeficiente de variación para diferentes grados de control				
	Excelente	Muy Bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente
Control de campo (a pie de obra o planta)	< 3	3-4	4-5	4-6	> 6
Mezclas de Prueba en el laboratorio	< 2	2-3	3-4	4-5	> 5

### 3.3 Definición de términos básicos

**Aserrín.** Conjunto de partículas que se desprenden de la madera cuando se sierra.

**Higroscopicidad.** Es la propiedad de algunas sustancias de absorber y exhalar la humedad según el medio en que se encuentran.

**Sección bruta.** Es el área resultante de multiplicar las dos dimensiones que están contenidas en el plano perpendicular a la carga del bloque hueco.

**Sección neta.** Es la sección bruta del bloque, descontando el área de los huecos.

**Viruta.** Hoja delgada que se saca con el cepillo u otras herramientas al labrar la madera o los metales, y que sale, por lo común, arrollada en espiral.

**Tanino.** Sustancia que hay en la corteza de algunos árboles, como robles y castaños; se usa para curtir pieles.

## **CAPITULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En el desarrollo de todo trabajo de investigación, existe la necesidad de ubicarlo bajo una metodología específica, ya que depende del tipo de investigación, así como del diseño adecuado que permita llevar a cabo los objetivos planteados. En este capítulo se especificará todo lo concerniente al aspecto metodológico del mismo, como lo es, el tipo de investigación, su diseño, la población y la muestra a la cual se aplica en la investigación, al igual que todos los métodos, técnicas y procedimientos necesarios que permitan cumplir con los objetivos requeridos.

#### **4.1 Tipo de investigación**

De acuerdo a la situación de estudio se incorpora el tipo de investigación descriptiva, en atención a esta modalidad, se describen y detallan procedimientos llevados a cabo, tal y como se manifiestan en la realidad, que corresponde a las características tanto de los materiales utilizados, como de los bloques producidos, al igual que la descripción de sus propiedades mecánicas y químicas. En tal sentido Hernández (2006), expresa: “En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así (valga la redundancia) describir lo que se investiga” (p.102).

Por otra parte, se considera una investigación exploratoria, debido a que, el tema ha sido poco desarrollado y no se cuenta con mucha información, aportando conocimientos generales en cuanto a las mezclas de cemento con aserrín para la fabricación de bloques huecos. Al respecto Hernández (2006), establece: “los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema

de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes” (p.100).

#### **4.2 Diseño de investigación**

El diseño de la investigación presentada, que se refiere a estudios de resistencia a la compresión de bloques huecos realizados con cemento Pórtland, arena y aserrín de la especie pino caribe, es de campo; dado que los datos fueron recolectados de primera mano directamente en el sitio donde se realizó el estudio, que permitieron obtener resultados los más cercanos a la realidad estudiada, correspondientes a los trabajos de producción de los bloques y los ensayos de laboratorio. Atendiendo a esto, Tamayo (2007) señala que el diseño de campo ocurre: “Cuando los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual los denominamos primarios, su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en que han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas” (p.110).

Dentro de los tipos de diseño de campo, esta investigación puede clasificarse como cuasi-experimental. Tamayo (2007) señala que el diseño cuasi-experimental ocurre: “Cuando se estudia las relaciones causa-efecto, pero no en condiciones de control riguroso de las variables que maneja el investigador en una situación experimental.

La investigación se basa en una revisión documental, debido a que se realizó a una extensa búsqueda de material bibliográfico, que comprendió la revisión de normas venezolanas, así como de estudios y análisis previamente realizados por otros autores, además se recurrió a documentos electrónicos extraídos de internet, revistas técnicas, folletos y otros recursos documentales, que nos permitieron obtener información necesaria para desarrollar satisfactoriamente los objetivos planteados en la presente investigación.

### **4.3 Población y muestra**

#### **4.3.1 Población**

En lo que concierne al siguiente estudio, la población viene dada por la cantidad de bloques huecos producidos, constituyendo una población de tipo finita, dado que, comprende un número concreto de unidades, que para efecto de esta investigación, está compuesta por 105 elementos de las 3 mezclas diseñadas. Con relación a la población, Morles (1994), citado por Arias (1998), expresa: “La población o universo se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones, o cosas) a las cuales se refiere la investigación” (p.54).

#### **4.3.2 Muestra**

Para efectos de este estudio, se tomaron como muestras 8 bloques por cada diseño de mezclas, de los cuales 5 fueron sometidos a ensayos de resistencia a la compresión y 3 fueron sometidos a ensayos de absorción, en consecuencia, fueron 24 elementos sometidos a ensayos. Con respecto a la muestra, Hernández (1994), citado por Balestrini (2002), expresa: “La muestra, es en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (p.141).

### **4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para recabar el mayor número de información proveniente de los trabajos realizados que permitieron lograr los objetivos propuestos se hizo necesario seleccionar instrumentos y técnicas de recolección de datos, como lo expresa Sabino (2003): “un instrumento de recolección de datos, en un principio es cualquier recurso

del que se vale un investigador para acercarse a fenómenos y extraer de ellos información” (p. 143).

En este sentido, y en relación a los objetivos planteados en el presente estudio, se utilizaron diversas técnicas de recolección de datos, abarcando el universo teórico y práctico que conforman la presente investigación.

#### **4.4.1 Observación directa**

La observación directa comprendió los trabajos de selección del material utilizado y la determinación de la calidad de los mismos en el laboratorio. También se observaron los trabajos de fabricación de los bloques, que abarcó el mezclado de los materiales, vaciado, moldeado, secado y curado de las unidades producidas y el rendimiento en el proceso de la producción. Esto nos permitió recolectar el mayor número de datos de las mediciones y pruebas realizadas en esta investigación. De acuerdo a esto Sabino (2003), expresa: “la observación directa puede definirse como el uso sistemático de nuestros sentidos, en la búsqueda de datos que necesitamos para resolver un problema de investigación” (p. 124).

#### **4.4.2 Entrevistas no estructuradas**

Mediante la aplicación de entrevistas no estructuradas se logró obtener información general sobre el tema a investigar, estas se realizaron a profesionales con conocimientos del tema, técnicos calificados y obreros que trabajan en la fabricación de bloques huecos de concreto.

#### **4.4.3 Revisión literaria**

Mediante la revisión literaria se recopiló la información que fue utilizada en el presente trabajo de investigación, recurriendo a todas las fuentes posibles de datos primarios y secundarios. Se realizó la revisión de documentos bibliográficos, tales como: libros, textos electrónicos, normas y otros, así como de estudios relacionados con el tema de investigación, sirviendo como herramientas documentales de las que se sustenta el trabajo propuesto, como lo expresa Tamayo (2005): “la Revisión Literaria es el fundamento de la parte teórica de la investigación, y permite conocer a nivel documental las investigaciones relacionadas con el problema planteado. Presenta la teoría del problema aplicada a cada caso y circunstancias concretas y similares a las que se investiga” (p. 325).

De igual modo la recopilación de información nos permitió establecer la metodología, así como los criterios y parámetros a seguir en las diferentes etapas, y darle cumplimiento a los objetivos establecidos en esta investigación.

#### **4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Luego de realizada la recolección de datos, se hizo necesario el procesamiento, clasificación, codificación, interpretación y análisis de los datos arrojados, para que tengan un significado dentro de la presente investigación. Para el desarrollo analítico se procedió a la organización de los datos obtenidos para luego compararlo con los parámetros normativos, que nos permitió dar respuestas a los objetivos fijados y establecer las conclusiones correspondientes a la investigación. En este sentido Sabino (2003), expresa:

finalizadas las tareas de recolección el investigador quedara en posesión de un cierto número de datos, a partir de los cuales será posible sacar las conclusiones

generales que apunten a esclarecer el problema formulado en los inicios de la investigación. Pero esa masa de datos por sí sola, no nos dirá nada, no nos permitirá obtener ninguna síntesis de valor si, previamente, no ejercemos sobre ella una serie de actividades tendientes a organizarla, a poner en orden todo su conjunto. Estas acciones son las que integran el procesamiento de datos... (p.179).

Esta etapa se inicio con la revisión detallada de los datos obtenidos, mediante el uso de técnicas lógicas de deducción, análisis y síntesis en el campo, el laboratorio y la oficina, cualitativa y cuantitativamente.

#### **4.5.1 Análisis de contenido cualitativo**

El análisis cualitativo se hizo necesario al momento de describir y dar un diagnostico de las cualidades que no pueden ser medidas u obtenidas mediante operaciones numéricas, tal es el caso del acabado de los bloques así como las técnicas de operaciones en la fabricación de los bloques. Según Ander (1984) el análisis cualitativo: “son aquellos que tienen propiedades que pueden ser consideradas a nivel nominal, ya que no son susceptibles a medidas” (p 349).

#### **4.5.2 Análisis de contenido cuantitativo**

El análisis de contenido cuantitativo comprende los cálculos realizados, como los de resistencia a la compresión y absorción máxima, presentados en forma de tablas y graficas, los cuales se llevaron a cabo aplicando unas series de ecuaciones y procedimiento matemáticos, así como de programas como Microsoft Excel.

Con relación al análisis cuantitativo, Sabino (2003), establece que:

el análisis de los datos cuantitativos se efectúa, con toda la información numérica resultante de la investigación. Esta luego del procedimiento sufrido, se presentará como un conjunto de tablas, cuadros y medida, a las cuales habrá que pasar en limpio, calculando sus porcentajes y otorgándoles forma definitiva... (p. 197).

4.5.2.1 Ensayo de resistencia a la compresión de los bloques: se obtuvieron los datos de laboratorio que corresponden a: peso seco (grs) de los bloques, medidas de ancho, largo y alto (cm) y lectura de carga de ruptura de los bloques sometidos a ensayos. El valor de estos datos se tabularon con el modulo de entrada presentado en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Datos de ensayo de resistencia a la compresión

Fecha:						
N° Bloque	Peso seco (gr)	Medidas (cm)			Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Lectura de carga (Kg)
		Largo	Ancho	Alto		

Para el cálculo del área bruta se multiplicó el ancho por el largo del bloque, mediante la fórmula 4.1.

$$S_b = A \times L \quad (4.1)$$

Donde:

$S_b$  = Área bruta del bloque

$A$  = Ancho del bloque

$L$ = Largo del bloque

Para determinar la resistencia a la compresión de los bloques se dividió la carga máxima soportada en Kilogramos (Kg) entre el área bruta del bloque expresada en centímetros cuadrados ( $\text{cm}^2$ ). (Fórmula 4.1).

$$R_c = \frac{C_m}{S_b} \quad (4.2)$$

Donde:

$R_c$ = Resistencia a la compresión

$C_m$ = Carga máxima soportada

$S_b$ = Área bruta del bloque

4.5.2.2 Ensayo de absorción de agua de los bloques: los datos que se tomaron para este análisis fueron, el peso húmedo y el peso seco expresados en gramos (grs), de los bloques sometidos al ensayo de absorción, y se tabularon con el modulo de entrada presentado en la tabla 4.2

Tabla 4.2 Datos de ensayo de absorción

Fecha:		
Nº Bloque	Peso seco (gr)	Peso húmedo (gr)

La absorción de agua del concreto del bloque, expresada como un porcentaje del peso seco se calculó para cada muestra usando la siguiente ecuación:

$$A = \frac{(P_2 - P_1)}{P_1} * 100 \quad (4.3)$$

Donde:

A= Absorción de agua

$P_1$ = Peso seco de cada muestra

$P_2$ = Peso de la muestra después de 24 horas sumergida

El valor del coeficiente de absorción (A) de los bloques se calcula promediando los valores de las tres muestras de ensayo.

#### **4.6 Flujograma de la metodología y su descripción**

Atendiendo al tipo de investigación, se establecieron las estrategias a seguir para la realización del presente trabajo, lo que permitió describir e identificar el problema y sus características, así como el método para la planificación y desarrollo, que permitieron lograr de manera efectiva los objetivos planteados.

La metodología utilizada comprende: estudios preliminares, trabajo de campo y trabajo de oficina, cada una con sus respectivas actividades que conducen a la elaboración final del trabajo de grado. Todas estas actividades se pueden observar en la figura 4.1

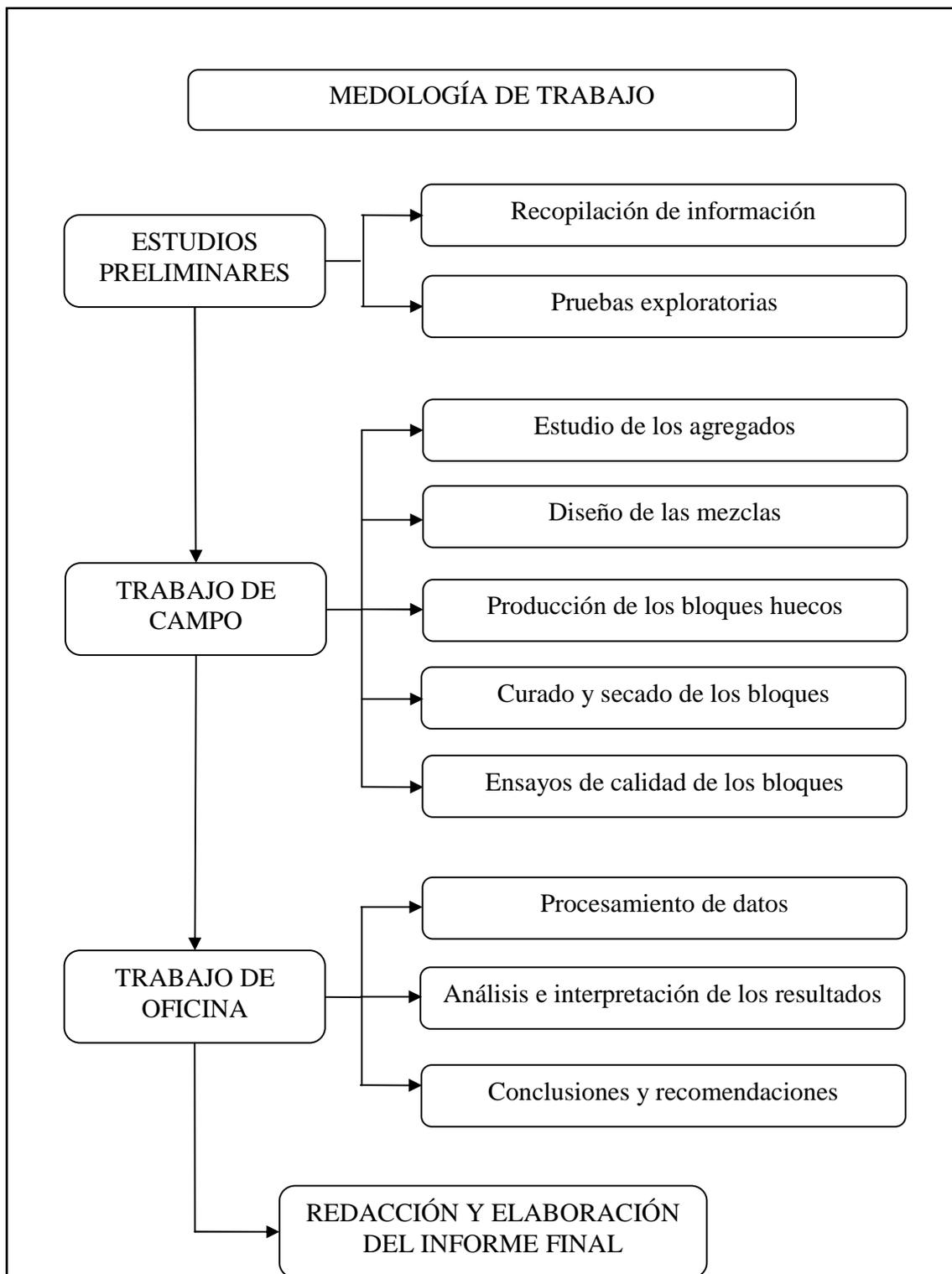


Figura 4.1 Flujograma de la investigación.

#### **4.6.1 Descripción del flujograma de la metodología.**

4.6.1.1 Recopilación de información: se realizó la búsqueda de información que condujera a establecer las bases teóricas de la presente investigación, de igual manera se hicieron las visitas preliminares a la fábrica de bloques y al laboratorio donde se realizaron los ensayos de calidad de la materia prima y los bloques, con la finalidad de conocer información relevante de manos de profesionales, técnicos y obreros del área.

Mediante la revisión bibliográfica se pudo obtener las primeras informaciones relacionadas con el tema de estudio, la cual se hizo utilizando referencias literarias, tales como libros, manuales, investigaciones, páginas técnicas de Internet y normas, procediendo así a realizar una lectura inicial para luego proceder a seleccionar, clasificar y analizar los datos bibliográficos, que nos permitió sustentar los principios en los que se enfocó la investigación.

Se realizaron entrevistas no estructuradas a profesionales, personal técnico y obrero con conocimientos en la fabricación y confección de bloques huecos, así como de ensayos de laboratorio. Con la aplicación de estas entrevistas se obtuvo información valiosa, derivada del análisis de las situaciones planteadas, en la que hubo una participación satisfactoria de los sujetos entrevistados.

Mediante la observación de la fabricación de bloques huecos de concreto, se pudo establecer una metodología detallada de los procesos productivos. Se pudo constatar las condiciones bajo las cuales se fabrican los bloques, el almacenamiento adecuado de la materia prima, el personal obrero necesario, la capacidad del patio de secado, al igual que, las características de las máquinas y equipos utilizados. En cuanto al laboratorio se pudo observar que se contaba con los equipos necesarios para realizar los ensayos.

4.6.1.2 Pruebas exploratorias de la fabricación de los bloques: luego de obtener la información necesaria, se procedió a observar el comportamiento de las mezclas de cemento Portland con el aserrín de la especie pino caribe. Se fabricaron los primeros bloques con formaletas manuales, obteniendo las primeras experiencias de este estudio, comparando básicamente las diferentes granulometrías de aserrín y su facilidad de moldeado y la trabajabilidad de las mezclas realizadas. El desarrollo de estas pruebas pueden observarse en las figuras 4.2-4.6.



Figura 4.2 Mezclado de aserrín y la cal como mineralizante.



Figura 4.3 Mezclado del aserrín con cemento y agua.



Figura 4.4 Proceso de moldeado de la mezcla en formaleta manual.



Figura 4.5 Bloque moldeado.



Figura 4.6 Desmoldado de los bloques.

Al dar comienzo a estas pruebas, se estableció que el aditivo mineralizante a usar para contrarrestar la acción retardante del fraguado y endurecimiento del cemento que produce la celulosa de la madera, fueron proporciones de cal de 10 % en peso del aserrín añadidas directamente, esta proporción de mineralizante se estableció tomando en cuenta experiencias previas del estudio realizado por Hermosilla (2006), (p. 12). Se utilizó cal comercial como mineralizante, por ser fácil de adquirir.

4.6.1.3 Estudio de los agregados: inicialmente se realizaron ensayos de calidad a cada uno de los agregados involucrados en la elaboración de mezclas, según las siguientes normas:

- a. COVENIN 255-77 Método de ensayo para determinar la composición granulométrica de agregados finos y gruesos.
- b. COVENIN 263-78 Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.
- c. COVENIN 268-78 Método de ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino.

Para la extracción de la muestra de la arena utilizada se tomó en cuenta lo establecido en la norma COVENIN 270-1998 “Agregados. Extracción de muestras para morteros y concretos”

El aserrín utilizado presentaba partículas comprendidas en un rango de 1mm a 3mm por presentar características aceptables en cuanto a trabajabilidad en las pruebas preliminares de fabricación de bloques.

4.6.1.4 Diseño de mezcla: se procedió con el diseño de mezcla, tomándose en cuenta la clasificación de morteros, expuesta en la tabla 3.15 del capítulo III de esta investigación, en la que se establece la clasificación de morteros según su dosificación. Según esta clasificación la dosificación para la fabricación de bloques y albañilería gruesa es de 1:5,5, que corresponde a morteros clasificados como pobres.

Inicialmente se establecieron unas dosificaciones que comprendieron valores para mezclas de morteros regular (1:3,5), medianos (1:4,5) y pobres (1:5). Cabe destacar que estas dosificaciones corresponden a mezclas de cemento y arena, y para esta investigación se realizaron ajustes debido a que se también utilizó aserrín como agregado, quedando distribuidas de la siguiente manera: a) para la mezcla BH-A 1:2,5:1; b) para la mezcla BH B 1:4:1; c) mezcla BH-C 1:4 :0,5.

Las mezclas realizadas fueron ajustadas en campo, ya que se realizaron por carretillas de agregados, tanto para el aserrín como para la arena, estos materiales se iban pesando en pequeñas cantidades hasta llenar una carretilla, porque de esta manera se trabaja en la bloquera. Para este caso se agregó la cal directamente en un proporciones de 10% en peso del aserrín. La consistencia requerida de mezclas para la fabricación de los bloques es un poco húmeda y para obtenerla se le fue agregando agua hasta hallar la mezcla deseada, las cantidades de agua agregada en porcentaje variaron de 6% a 9% del peso total de los componentes de la mezcla.

4.6.1.5 Producción de los bloques: para la fabricación de los bloques se procedió siguiendo los pasos que se describen a continuación:

❖ Mezclado de la materia prima: después de haber determinado la dosificación se procedió con el mezclado, el cual se realizó en un recipiente de suficiente capacidad y que consta de unas paletas giratorias que permiten la unión homogénea de los materiales y de una compuerta en la parte inferior que se abre para depositar la mezcla en una correa transportadora. El mezclado en principio se hizo en

seco, comenzando con la unión de la arena y el aserrín para luego agregarle la cal y el cemento Portland, ya homogenizada esta mezcla se agregó agua hasta obtener la consistencia deseada, como puede observarse en la figura 4.7.



Figura 4.7 Pesaje y mezclado de la materia prima

❖ Transporte y moldeado de la mezcla: luego del proceso anterior se depositó la mezcla en una correa transportadora que traslada el material a un envase en forma de embudo que la contiene y el cual está provisto de una compuerta en su parte inferior que se abre para vaciarlo en los moldes cada vez que se necesitaba. Con los moldes ya llenos se procedió con la compactación del mismo y su posterior vibrado con un periodo de tiempo de aproximadamente 60 seg. Esta actividad puede observarse en las figuras 4.8-4.10.



Figura 4.8 Correa transportadora.



Figura 4.9 Embudo receptor de la mezcla.



Figura 4.10 Moldeado de la mezcla.

❖ Desmoldado de los bloques: para el desmoldado de los bloques, se acciona un botón en el control, que permite elevar los moldes de manera cuidadosa para que los bloques no se dañen y queden depositados en tablas previamente ubicadas sobre unos rieles. Luego estas tablas con los bloques ya moldeados son desplazadas cuidadosamente por medio de los rieles hasta una carreta especial que permite depositarlas en el patio de secado. Este procedimiento puede verse en las figuras 4.11-4.13.



Figura 4.11 Desmoldado de bloques.



Figura 4.12 Colocación de bloques en la carreta.



Figura 4.13 Traslado de los bloques.

❖ Fraguado de las unidades producidas: el fraguado de los bloques se produce en el patio del local inmediatamente después de ser desmoldado, cabe destacar que el proceso de fraguado de este tipo de bloques es más lento que el de los bloques convencionales de concreto, Figura 4.19.



Figura 4.14 Fraguado de los bloques.

4.6.1.6 Curado y secado de los bloques producidos: una vez fraguado los bloques, se procedió con el regado de estos en forma de lluvia para no dañar la superficie de los mismos, este procedimiento se realizó de dos a tres veces al día por siete días, siempre que permanecieran húmedos. Al tercer día se apilaron los bloques y se siguieron regando hasta el séptimo día. Ya curados los bloques se dejaron secar colocados en pilas durante 20 días más, Figura 4.20



Figura 4.15 Bloques curados y secados

4.6.1.7 Ensayos de calidad de los bloques: con la finalidad de determinar la calidad de los bloques producidos, se recurrió a los parámetros contenidos en la norma COVENIN 42:82 “Bloques huecos de concreto”, que comprende ensayos de resistencia a la compresión y ensayos de absorción máxima, así como su dimensionado, los cuales deben ser realizados a los 28 días después de producido y convenientemente curados.

La cantidad de unidades a ensayar quedaron determinadas de la siguiente manera: para resistencia a la compresión se ensayaron 5 bloques por cada dosificación, en el caso de absorción máxima se ensayaron 3 elementos por cada dosificación, el dimensionado de los bloques se le realizó tanto a los sometidos a

resistencia a la compresión como a los de absorción máxima, es decir, 8 bloques por dosificación. Los métodos de ensayo se describen a continuación.

❖ Dimensionado de los elementos: en esta etapa se midieron los bloques con una cinta métrica, las medidas tomadas fueron de altura, ancho y alto, así como los espesores de pared y de nervios.

❖ Ensayo de resistencia a la compresión: para la realización de este ensayo se tomó en cuenta lo establecido en la norma COVENIN 42:82 “Bloques huecos de concreto”, se procedió en primer lugar con la preparación de una pasta de yeso especial con una proporción de 1:0.6 de yeso y agua respectivamente. La pasta fue esparcida uniformemente sobre una superficie firme y plana no absorbente para no producir deflexiones visibles y que anteriormente había sido ligeramente cubierta con aceite. Una vez realizado esto se apoyó la cara sometida a ensayo sobre la pasta presionado firmemente hacía abajo con un solo movimiento, manteniéndolo perpendicularmente a la superficie.

Después de 24 horas de aplicada la pasta de yeso en los bloques, se colocaron en la máquina de compresión entre dos placas de acero que cubrieron bien el bloque, quedando centrado en el punto de aplicación de la carga, para luego colocar una esfera de acero lo suficientemente resistente haciendo coincidir con el centro de la placa y la rótula, para luego aplicar la carga y así obtener los resultados.

❖ Ensayo de absorción de agua: en primer lugar los bloques sometidos a este ensayo se sumergieron en agua de acueducto durante 24 horas a temperatura de aproximadamente 25 °C, después se procedió a extraer las muestras del agua secándolas con una toalla y pesándolas inmediatamente. Una vez pesadas se metieron las muestras en un horno durante 24 horas a una temperatura de 110 °C, cuando dos

pesadas sucesivas, efectuadas en intervalos de dos horas mostraron una pérdida de peso no mayor de 0,2 % del peso anterior.

4.6.1.8 Procesamiento de datos obtenidos: en esta fase se procesaron los datos arrojados por los diferentes ensayos de calidad de los agregados utilizados y de los bloques producidos, se realizaron los cálculos correspondientes a cada caso, para proceder a la construcción de tablas y gráficos, que permitieron la interpretación y análisis de los resultados obtenidos.

4.6.1.9 Análisis e interpretación de los resultados: una vez procesados los datos se describieron las características de los agregados utilizados para realizar las mezclas. Se determinaron las características de la calidad de los agregados que se utilizaron para las diferentes mezclas, mediante ensayos de granulometría, peso unitario y peso específico. Se propusieron dosificaciones de mezclas para la fabricación de los bloques ajustándolas en campo, de acuerdo a medidas utilizadas en la bloquera comprendidas por carretillas de agregado.

De igual forma se determinaron las características físicas, mecánicas y químicas de los bloques producidos, de acuerdo a establecidos en la norma COVENIN 42:82, mediante la aplicación de ensayos de resistencia a la compresión, de absorción de agua y el dimensionado de los bloques, para finalmente comparar los valores obtenidos con los parámetros establecidos en la citada norma.

4.6.1.10 Conclusiones y recomendaciones: una vez realizado el análisis, se procedió a establecer conclusiones congruentes con los resultados obtenidos para cada objetivo. En este mismo sentido se establecieron recomendaciones que sustentan la investigación y se procedió a la elaboración del presente trabajo de grado.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Luego de obtener la cantidad de datos necesarios, se procedió a darle significado a los mismos, es decir, los datos fueron procesados para obtener los resultados, los cuales fueron interpretados y analizados para dar cumplimiento a los objetivos planteados en esta investigación.

#### **5.1 Descripción de los componentes del bloque**

En esta etapa se dan a conocer los resultados obtenidos durante la investigación documental, determinando de esta forma, los componentes de los bloques fabricados. La mezcla resultante fue un mortero clavar (según la clasificación de los morteros dada en el título 3.2.6.1 de esta investigación), se considera mortero ya que se empleó solo agregado fino, material pasante del tamiz 3/8" (9,51 mm); el cual casi en su totalidad, también corresponde a material pasante del tamiz #4 (4,76 mm). Los bloques huecos producidos se componen de cemento portland tipo III, arena de río, aserrín de la especie forestal pino caribe, agua y cal como mineralizante que impide la acción de azúcares de la madera en el cemento. En la tabla 5.1 se muestran los componentes del bloque y su descripción. Las normas relacionadas con los componentes de las mezclas hechas con los materiales antes mencionados, pueden observarse en la tabla 5.2.

Tabla 5.1 Descripción de los componentes del bloque.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Cemento Portland Tipo III	<p>Es una sustancia de polvo fino hecha de argamasa de yeso capaz de formar una pasta blanda al mezclarse con agua y que se endurece espontáneamente en contacto con el aire. El cemento portland es una mezcla de silicatotricálcico, aluminato tricálcico y silicato dicálcico en diversas proporciones junto con pequeñas cantidades de compuestos de magnesio y hierro.</p> <p>El cemento portland tipo III, de alta resistencia inicial, es el recomendable cuando se necesita una resistencia temprana en una situación particular de construcción.</p> <p>En nuestro estudio se usó cemento Portland tipo III, de cementos mexicanos (CEMEX DE VENEZUELA S.A.C.A.), empresa en transición por parte del Estado.</p>
Arena de río	<p>Está formada por granos naturales depositados por las aguas, se extraen de lugares próximos a los cursos actuales de agua: meandros y lechos de ríos, lagunas, entre otros.</p> <p>La arena empleada es la suministrada a la empresa, la cual es proveniente del río Morichal, ubicado en la carretera Upata-El Manteco. El módulo de finura de esta arena es de 2,4 que corresponde a una arena media.</p>
Aserrín de pino caribe	<p>Son pequeñas piezas de madera producidas al aserrar la madera de la especie pino caribe, su color es amarillo pálido y posee un olor fuerte a resina.</p> <p>El aserrín de pino caribe empleado provino de los desechos producidos por la empresa soluciones móviles INDUFORCA cuya madera es suministrada por C.V.G-PROFORCA.</p>

Continuación tabla 5.1

Cal	<p>La cal viva, es óxido de calcio (CaO), sustancia blanca o blanco grisáceo finamente cristalina. La cal reacciona con agua para formar hidróxido de calcio Ca(OH<sub>2</sub>), conocida como cal apagada.</p> <p>Se utilizó cal de la marca comercial Supracal, la cual se obtuvo en ferreterías que comercializan dicho material.</p>
Agua	<p>Agua potable proveniente del acueducto de la población de Upata, la cual se considera exenta de materia orgánica y sólidos en suspensión, y cuyo contenido de sales minerales totales es inferior a 0,25% (2.500 ppm) en peso.</p>

Tabla 5.2 Normas consultadas relacionadas con los componentes de los bloques producidos.

Norma	Descripción
COVENIN 273-1998	Concreto, mortero y componentes. Terminología
COVENIN 2385-2000	Concreto y mortero. Agua de mezclado. Requisitos
COVENIN 28-2004	Cemento Pórtland. Especificaciones.

Estas normas proveen reglas, directrices o características dirigidas a alcanzar el nivel óptimo de lo que se desea obtener. En una primera visita a la bloquera se constató que el almacenaje y disposición de los materiales fuese el adecuado, tomando en cuenta algunas de las especificaciones contenidas en las mencionadas normas, con el fin de asegurarnos que no se afectara la calidad de los mismos y posteriormente la de los bloques.

## 5.2 Determinación de las características de la calidad de los agregados a utilizar para las diferentes mezclas.

Se determinaron las características de los agregados utilizados para las diferentes mezclas con las que se fabricaron los bloques, utilizando los métodos de ensayos especificados en las normas COVENIN correspondientes a cada ensayo realizado para su determinación, las cuales se describen en la tabla 5.3.

Tabla 5.3 Normas usadas para determinar las características de los agregados utilizados en la fabricación de los bloques.

Norma	Descripción
COVENIN 270-1998	Agregados. Extracción de muestras para morteros y concretos
COVENIN 263-1978	Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado
COVENIN 255-1998	Agregados. Determinación de la composición granulométrica
COVENIN 268-1998	Agregado fino. Determinación de la densidad y la absorción
COVENIN 269-1998	Agregado grueso. Determinación de la densidad y la absorción
COVENIN 277-2000	Concretos. Agregados. Requisitos.

### 5.2.1 Granulometría de los agregados

5.2.1.1 Granulometría de la arena: los resultados de laboratorio de la granulometría de la arena, se obtuvieron de acuerdo al método de ensayo establecido en la norma COVENIN 255:1998 “Agregados. Determinación de la composición granulométrica”. Este ensayo consiste en cernir el material a través de cedazos especificados en la norma con la finalidad de determinar la distribución de los tamaños de las partículas, que para agregados finos corresponde a los de tamaño 3/8” (9,51 mm), #4 (4,77 mm), #8 (2,38 mm), #16 (1,19 mm) , #30 (595  $\mu$ m), #50 (297  $\mu$ m), #100 (149  $\mu$ m) y #200 (75  $\mu$ m), tomando en cuenta el porcentaje de peso del material pasante por dichos cedazos. Los resultados de este ensayo resultados se encuentran en la tabla 5.4.

Tabla 5.4 Granulometrías de la muestras M1, M2 y M3 de arena de río

<b>GRANULOMETRÍA, MUESTRAS DE ARENA DE RÍO</b>			
<b>TIPO DE MATERIAL:</b> Agregado fino.			
<b>PROCEDENCIA:</b> Río Morichal, Carretera Upata-El Manteco.			
<b>Tamiz (pulg)</b>	<b>Porcentaje pasante, muestra M1</b>	<b>Porcentaje pasante, muestra M2</b>	<b>Porcentaje pasante, muestra M3</b>
3/8”	100,00	100,00	100,00
#4	99,17	95,15	93,72
#8	97,94	88,23	85,52
#16	77,23	72,24	78,45
#30	51,88	57,37	47,28
#50	31,37	35,56	35,75
#100	15,21	12,87	9,27
#200	7,21	7,52	6,13

Estos resultados comprenden tres muestras representativas de la arena, para obtener valores más confiables de la granulometría. Se puede observar que las tres muestras presentan valores muy parecidos y que no hay diferencias considerables.

El resultado final de la granulometría de la arena, es el promedio de los porcentajes de material pasante de las muestras ensayadas, y el posterior cálculo del modulo de finura del material para ser comparados con la norma COVENIN 277:2000 “Concretos. Agregados. Requisitos”. Este resultado puede observarse en la tabla 5.5.

Tabla 5.5 Cuadro comparativo de granulometría promedio de las muestras de arena y límites granulométricos recomendado por norma COVENIN 277.

<b>GRANULOMETRÍA, MUESTRA DE ARENA DE RÍO</b>			
<b>TIPO DE MATERIAL:</b> Agregado fino.			
<b>PROCEDENCIA:</b> Río Morichal, Carretera Upata-El Manteco.			
<b>Tamiz (pulg)</b>	<b>Porcentaje pasante promedio</b>	<b>Límites COVENIN 277</b>	<b>Chequeo por norma</b>
3/8"	<b>100,00</b>	100	Cumple
#4	<b>96,01</b>	85-100	Cumple
#8	<b>90,56</b>	60-95	Cumple
#16	<b>75,97</b>	40-80	Cumple
#30	<b>52,18</b>	20-60	Cumple
#50	<b>34,23</b>	8-30	No cumple
#100	<b>12,45</b>	2-10	No cumple
#200	<b>6,95</b>	0-5	No cumple
	<b>Modulo de Finura</b>	<b>2,4</b>	

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla anterior se elaboró la gráfica de curva granulométrica de la arena, para observar con mayor detalle el comportamiento de la distribución de las partículas en comparación a los límites de granulometría recomendados por la norma COVENIN 277-2000. Como puede observarse en la figura 5.1.

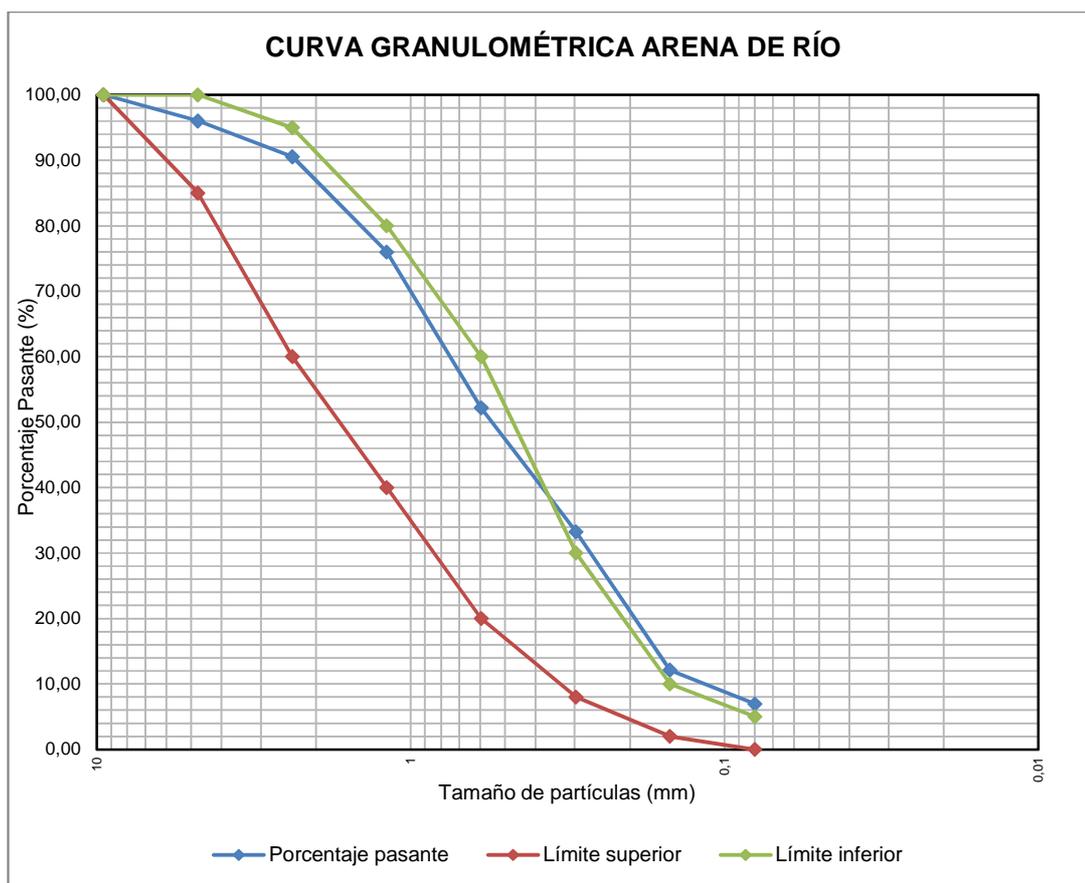


Figura 5.1 Curva granulométrica muestra arena de río

La granulometría obtenida representa una arena con tendencia al límite más fino recomendado por la norma COVENIN 277-2000, manteniendo una curva uniforme muy cercana al límite en los tamices con abertura de mayor tamaño (#4, #8, #16), saliéndose del límite normativo en los tamices de menor tamaño (#50, #100, #200), lo que significa presencia de ultrafinos en cantidades un poco mayores a las recomendadas en la norma (pasantes del cedazo #50), los cuales aportan mejores características a los concretos pobres en estado fresco, favoreciendo su estabilidad, su trabajabilidad y su dosificación, ya que mejoran la retención de agua, aunque pudieran influir negativamente desmejorando su resistencia.

Normativamente se recomienda que el porcentaje de material pasante del cedazo #200 no exceda de 5% que para esta investigación fue de 7% sobrepasando este valor, aunque no en gran cantidad, este exceso podría deberse a que la arena utilizada es de río y trae consigo cantidades considerable de sedimentos en forma de arcilla o limos y a simple vista no pertenece a una arena lavada, que generalmente no presenta este tipo de partículas.

El módulo de finura de la arena se obtuvo promediando los valores obtenidos de la granulometría de las tres muestras, cuyo valor 2,4 se encuentra dentro del rango de valores de una arena media como se puede observar en la tabla 3.12 del capítulo III de esta investigación, el cual se considera adecuado para producir concreto dentro de una granulometría aceptable.

La granulometría obtenida de la arena, se consideró que era adecuada en la fabricación de los bloques, ya que el módulo de finura se encuentra dentro de un rango aceptable y favorece la estabilidad del concreto en estado fresco por la presencia de ultrafinos, que aunque sobrepasa el límite recomendado, este tipo de arena se usa con buenos resultados para producir bloques huecos de concreto convencionales en la bloquera “La Armonía” C. A..

5.2.1.2 Granulometría del aserrín: para determinar el tamaño de partículas de aserrín a utilizar se realizaron pruebas exploratorias con la finalidad de observar el comportamiento de la mezcla diferentes tamaños de granos de este material.

Las dosificaciones de estas mezclas corresponden a morteros ricos, clasificación según dosis de cemento (Tabla 3.5, capítulo III), para obtener mejores resultados. La fabricación de los bloques fue de forma manual y los resultados de estas pruebas se describen a continuación.

*Mezcla de concreto con aserrín de partículas mayores a 4mm:* la mezcla de cemento y aserrín de partículas mayores que 4mm, arrojó los resultados que se encuentran en la tabla 5.6.

Tabla 5.6 Control de proceso de producción de bloques de concreto a base de aserrín de partículas mayores a 4mm

CONTROL DE PROCESO							
Mezcla	Dosificación	Terceo			$\alpha$	Moldeado	N° Bloques
		Cemento (Kg)	Aserrín (Kg)	Agua (Lts)			
E-1	1:1.3	10Kg	13Kg	5,00	0.55	Negativo	-
E-2	1:1	10Kg	10Kg	5.00	0.50	Negativo	-
E-3	1:2	10Kg	20Kg	5,60	0.56	Negativo	-
OBSERVACIONES: se agregó cal como mineralizante; en proporción de 10% del peso de aserrín.							

Las mezclas diseñadas con concreto a base de aserrín de partículas mayores a 4mm, no presentaron ninguna posibilidad de ser moldeados en la formaleta manual, debido a la influencia de la forma y tamaño de las partículas, que afectaron

negativamente la trabajabilidad de la mezcla. Por tal motivo, no hubo bloques producidos de ninguna de las mezclas diseñadas, descartando el aserrín con tamaños de partículas mayores de 4mm, para el diseño de mezclas, como puede observarse en la figura 5.2



Figura 5.2 Dificultad de moldeado de bloques, con mezclas de aserrín con partículas mayores de 4mm.

*Mezclas de concreto con aserrín de partículas menores a 4 mm:* se realizaron mezclas de cemento con aserrín de partículas menores a 4 mm para observar su

comportamiento a la hora de ser moldeadas para la fabricación de bloques huecos. Los resultados de estas pruebas se muestran en la tabla 5.7

Tabla 5.7 Control de proceso de producción de bloques de concreto a base de aserrín de partículas menores a 4mm

CONTROL DE PROCESO								
Mezcla	Dosificación	Terceo			$\alpha$	Moldeado	N° Bloques	
		Cemento (Kg)	Aserrín (Kg)	Agua (Lts)			Bueno	Dañado
D-1	1:1.3	10Kg	13Kg	5,50	0.55	Positivo	3	3
D-2	1:1	10Kg	10Kg	5,00	0.50	Positivo	4	1
D-3	1:2	10Kg	20Kg	6,00	0.60	Positivo	3	4
OBSERVACIONES: se agregó cal como mineralizante; en proporción de 10% del peso de aserrín.								

Las mezclas con aserrín de partículas menores a 4mm presentaron una mejoría en cuanto a la posibilidad de ser moldeadas, en comparación con las realizadas con aserrín de partículas mayores a 4 mm. Estas mezclas al ser desmoldadas presentaron un número de bloques dañados semejantes a los de buen estado; los bloques dañados contenían superficies agrietadas y secciones con segregación. La mezcla que mejor comportamiento tuvo, fue la correspondiente a la dosificación 1:1, donde el numero de bloques en buen estado resulto ser mayor que los de buen estado. De estos resultados se determinó que el aserrín con partículas menores de 4 mm puede ser usado en mezclas para fabricar bloques. En la figuras. Para

Una mejor representación de estos resultados se muestran las figuras 5.3 y 5.4.



Figura 5.3 Bloque de mezcla con aserrín de partículas menores de 4 mm, con poca posibilidad de moldeado



Figura 5.4 Bloque de mezclas con aserrín de partículas menores de 4mm con posibilidad de moldeado

*Mezcla de concreto con aserrín de partículas menores de 2mm:* se realizaron mezclas con aserrín de partículas menores de 2mm con cemento y en algunas de las mezclas se agregó arena. Estas pruebas presentaron las características que se encuentran en la tabla 5.8.

Tabla 5.8 Control de proceso de producción de bloques de concreto a base de aserrín de partículas menores a 2mm

CONTROL DE PROCESO							
Mezcla	Dosificación	Terceo (Kg)		$\alpha$	Moldeado	N° bloques	
						Buenos	Dañados
A-1	1:1.3	Cemento	0,0	0.60	Positivo	5	1
		Aserrín	3,0				
		Agua (Lts)	.00				
A-2	1:1	Cemento	0,0	0.57	Positivo	5	0
		Aserrín	0.0				
		Agua (Lts)	,70				
A-3	1:1:0.8	Cemento	0,0	0.55	Positivo	4	1
		Arena	0,0				
		Aserrín	,00				
		Agua(Lts)					

Continuación tabla 5.8

A-4	1:2:1	Cemento	0,0	0.63	Positivo	6	2
		Arena	0,0				
		Aserrín	0,0				
		Agua(Lts)	,30				
OBSERVACIONES: se agregó cal como mineralizante; en proporción de 10% del peso de aserrín							

Estas mezclas presentaron buenas posibilidades de ser moldeadas, lo que se traduce mayor cantidad de bloques producidos en buen estado, obteniéndose buenos resultados para la mezcla de A-2 de dosificación 1:1 donde todos los bloques producidos al ser desmoldado presentaron buen acabado y apariencia, mientras que los bloques dañados de las otras mezclas solo presentaron poca segregación de materiales y generalmente lo que se observó fue presencia de grietas en los nervios, como se puede observar en las figuras 5.5 y 5.6.



Figura 5.5 Bloques con mezclas de aserrín de partículas menores de 2 mm dañados.



Figura 5.6 Bloque con mezcla de aserrín menor de 2mm en buen estado

Una vez interpretados los resultados anteriores, donde se observó que las mezclas con partículas de aserrín mayores de 4mm no dan buenos resultados en el moldeado y que las mezclas con partículas menores de 4mm obtuvieron buenos resultados en el moldeado, al igual que el aserrín con tamaños de granos menores a 2mm, se determinó que la granulometría a utilizar es la correspondiente a aserrín con tamaños de partículas entre 1mm y 3mm. Esta granulometría fue tomada debido a que partículas más o menos grandes, no permiten un buen moldeado de la mezcla y que granos muy finos (menores de 1mm) aportarían mayor cantidad de ultrafinos, ya que la arena estudiada posee una cantidad considerable de estos, pudiendo perjudicar la resistencia de los bloques.

### **5.2.2 Peso unitario de los agregados**

Los valores correspondientes a los resultados de los ensayos de peso unitario de los agregados, se obtuvieron tomando en cuenta el método recomendado en la norma COVENIN 263-1978 “Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado”.

5.2.2.1 Peso unitario de la arena: se realizó el ensayo de peso unitario suelto y peso unitario compactado de la arena, de los cuales se obtuvieron los resultados que se encuentran en las tablas 5.9 y 5.10.

Tabla 5.9 Peso unitario suelto de agregado fino, muestras de arena de río.

<b>PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO FINO</b>		
<b>Peso del molde:</b> 2.790 grs.		
<b>Volumen del molde:</b> 3.000 cm <sup>3</sup>		
<b>Material:</b> arena procedente del río morichal, carretera Upata-El Manteco		
<b>Muestra</b>	<b>Peso molde+muestra (gr)</b>	<b>Peso muestra (gr)</b>
M1	7.020	4.230,0
M2	7.029	4.239,0
M3	7.019	4.229,0
M4	7.025	4.235,0
M5	7.016	4.226,0
	<b>Promedio</b>	4.231,8
	<b>Peso unitario suelto de arena (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.411</b>

Tabla 5.10 Peso unitario compacto de agregado fino, muestras de arena de río.

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO FINO</b>		
<b>Peso del molde:</b> 2.790 grs.		
<b>Volumen del molde:</b> 3.000 cm <sup>3</sup>		
<b>Material:</b> arena procedente del río morichal, carretera Upata-El Manteco.		
<b>Muestra</b>	<b>Peso molde+muestra (gr)</b>	<b>Peso muestra (gr)</b>
M1	7.452	4.662,0
M2	7.445	4.655,0
M3	7.450	4.660,0
M4	7.449	4.659,0
M5	7.451	4.661,0
	<b>Promedio</b>	4.659,0
	<b>Peso unitario compacto de arena(Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1.553</b>

De acuerdo a estos resultados, la arena utilizada presentó un peso unitario suelto de 1411 Kg/m<sup>3</sup> y un peso unitario compacto de 1553 Kg/m<sup>3</sup>. Tanto el valor del peso unitario suelto y el peso compacto de la arena no se encuentran dentro de los valores usuales de las relaciones Peso/Volumen de los agregados no livianos, como puede observarse en la tabla 3.13, de esta investigación. De esta comparación se puede decir que la arena estudiada es más liviana de la que usualmente presentan muchas arenas.

5.2.2.2 Peso unitario del aserrín: después de realizado los ensayos para determinar el peso unitario suelto y el peso unitario compacto, se obtuvieron los resultados que se encuentran en las tablas 5.11 y 5.12.

Tabla 5.11 Peso unitario suelto de agregado fino, muestras de aserrín de pino caribe.

<b>PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO FINO</b>		
<b>Peso del molde:</b> 2.790 grs.		
<b>Volumen del molde:</b> 3.000 cm <sup>3</sup> .		
<b>Material:</b> aserrín de la especie pino caribe.		
<b>Muestra</b>	<b>Peso molde+muestra (gr)</b>	<b>Peso muestra (gr)</b>
M1	3.484	694,0
M2	3.487	697,0
M3	3.492	702,0
M4	3.481	691,0
M5	3.486	696,0
	<b>Promedio</b>	232,0
	<b>Peso unitario suelto del aserrín (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>232</b>

Tabla 5.12 Peso unitario compacto de agregado fino, muestras de aserrín de pino caribe.

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO FINO</b>		
<b>Peso del molde:</b> 2.790 grs.		
<b>Volumen del molde:</b> 3.000 cm <sup>3</sup>		
<b>Material:</b> aserrín de la especie pino caribe.		
<b>Muestra</b>	<b>Peso molde+muestra (gr)</b>	<b>Peso muestra (gr)</b>
M1	3.852	852,0
M2	3.933	933,0
M3	3.897	891,0
M4	3.902	902,0
M5	3.914	914,0
	<b>Promedio</b>	898,4
	<b>Peso unitario compacto del aserrín (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>299</b>

El aserrín utilizado en la fabricación de los bloques presentó un peso unitario suelto de 232 Kg/m<sup>3</sup> y un peso unitario compacto de 299 Kg/m<sup>3</sup>. Como era de esperarse se presentaron valores inferiores al de la arena, puesto que es más liviano, notándose una diferencia considerable entre ambos que en el caso del aserrín representa menos de ¼ del peso de la arena, confirmando así al aserrín como un agregado liviano y que al combinarlo con la arena debería producir bloques semipesados de acuerdo a la clasificación que establece la norma COVENIN 42-82 (Tabla 3.1).

### 5.2.3 Peso específico y absorción de agregado fino.

Los resultados del ensayo para determinar el peso específico y absorción de la arena se obtuvieron mediante la aplicación del método recomendado en la norma COVENIN 268:1998 “Agregado fino. Determinación de la densidad y la absorción”. Estos resultados pueden observarse en la Tabla 5.13.

Tabla 5.13 Peso específico y absorción de agregado fino, muestra .arena de río.

<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>	
Peso específico saturado con superficie seca (PE <sub>ss</sub> ) (gr/cm <sup>3</sup> ):	<b>2.62</b>
Peso específico aparente (Pe <sub>a</sub> ) (gr/cm <sup>3</sup> ):	<b>2.64</b>
% Absorción	<b>1.12</b>

El peso específico obtenido para la arena fue de 2.620 Kg/m<sup>3</sup>, valor que se encuentra dentro del rango de los valores usuales de las relaciones Peso/Volumen de los agregados no livianos cuyos límites están entre 2,5 a 2,7 Kg/lts expresados en la tabla 3.13 del capítulo III. Además, se puede notar que la arena presenta un porcentaje de absorción de 1,12 %.

Al aserrín no se le realizó ensayo de peso específico, debido a que no hay un procedimiento que sea viable para determinar esta propiedad, ya que este tipo de ensayo esta estandarizado para el caso de las arenas y se basa en determinar el peso específico saturado con superficie seca, y el aserrín, por su propiedad de higroscopicidad, generalmente se mantiene húmedo por mucho tiempo haciendo difícil la determinación de esta característica con los parámetros establecido en la norma COVENIN 268:1998 “Agregado fino. Determinación de la densidad y la absorción”.

### 5.3 Mezclas propuestas de concreto a base de cemento portland, arena y aserrín de Pino Caribe; con sus respectivos ajustes

Las dosificaciones iniciales se establecieron tomando en cuenta la clasificación de morteros según dosis de cemento (Tabla 3.15), donde se tomaron en cuenta dosificaciones correspondientes a morteros normales regulares y pobres. Según esta clasificación se recomienda para la fabricación de bloques morteros pobres a muy pobres. Las dosificaciones planteadas inicialmente se presentan en la tabla 5.14.

Tabla 5.14 Dosificaciones de mezclas planteadas inicialmente.

Mezcla	Dosificación
BH-A	1: 2,5: 0,5
BH-B	1: 4: 0,5
BH-C	1: 4: 1

Se determinó la dosificación del aserrín de en comparación al peso de cemento en 1: 0,5 y 1: 1 basados en el estudio realizado por Hermosilla (2006), cuyas dosificaciones en peso de cemento aserrín fue de 1: 1, dando buenos resultados.

Durante el proceso de fabricación de los bloques estas dosificaciones se ajustaron, tomando en cuenta el proceso de producción en la bloquera en la que se trabaja por carretilla, obteniendo los resultados que se presentan en las tablas 5.15-5.17.

Tabla 5.15 Ajuste en obra de dosificaciones iniciales de mezcla BH-A.

Mezcla	Dosificación		Terceo			$\alpha$
	Inicial	Ajustada	En peso (Kg)		Equivalente en obra	
BH-A	1: 2,5: 0,5	1: 2,6 : 0,6	Cemento	42,5	1 saco	0,41
			Arena	110,0	1 carretilla	
			Aserrín	24,0	1 carretilla	
			Agua (Lts)	17,5	3 ½ baldes	
			Cal	2,4		

Tabla 5.16 Ajuste en obra de dosificaciones iniciales de mezcla BH-B.

Mezcla	Dosificación		Terceo			$\alpha$
	Inicial	Ajustada	En peso (Kg)		Equivalente en obra	
BH-B	1: 4 : 0,5	1: 3,9: 0,7	Cemento	42,5	1 saco	0,53
			Arena	165,0	1 ½ carretillas	
			Aserrín	30,5	1 ¼ carretillas	
			Agua (Lts)	22,5	4 ½ baldes	
			Cal	3,1		

Tabla 5.17 Ajuste en obra de dosificaciones iniciales de mezcla BH-C.

Mezcla	Dosificación		Terceo			$\alpha$
	Inicial	Ajustada	En peso (Kg)		Equivalente en obra	
BH-C	1: 4 :1	1: 3,9: 0,6	Cemento	42,5	1 saco	0,35
			Arena	115,0	1 ¼ carretillas	
			Aserrín	26,0	1 carretillas	
			Agua (Lts)	15,0	3 baldes	
			Cal	2,6		

Como se puede observar en las dosificaciones, en cada mezcla presentan ajustes, debido a que en la bloquera se acostumbra a trabajar por carretilla de agregado. Este ajuste se debe a que se tomaban cantidades de agregados y se pesaban hasta obtener el peso correspondiente a la dosificación planteada y luego se vaciaban en la carretilla, si la cantidad en peso no llenaba completamente la carretilla se agregaba más cantidad de agregado y se sumaba a la de la dosificación inicial, si el peso del agregado sobrepasaba la capacidad de carretilla, la cantidad sobrante se pesaba y se restaba a la correspondiente a la de la dosificación inicial.

La relación agua-cemento de las mezclas se encuentran entre 0,35 y 0,53. Siendo el mayor valor para la mezcla BH-C y el menor para la mezcla BH-B, valores que no concuerdan ya que tienen casi la misma cantidad de agregados. Estos valores se deben a que estas mezclas se elaboraron en fechas diferentes y cuando se elaboró la mezcla BH-C la arena estaba más húmeda que cuando se elaboró la mezcla BH-B. No se realizó la determinación del contenido de humedad de los agregados para corregir esta característica en las mezclas elaboradas. Se tomó en cuenta la cantidad de agua solo para obtener la consistencia deseada de la mezcla para la elaboración de los bloques, cuyo requisito es que sea poco húmeda.

Durante el proceso de fabricación de los bloques se observó el comportamiento de las mezclas producidas obteniendo los resultados que se presentan en las tablas 5.18-5.20.

Tabla 5.18 Control de proceso de producción de bloques con mezcla BH-A.

Fecha: 27/03/10					
Mezcla	Dosificación	Terceo (Kg)		Moldeado	Nº bloques
BH-A	1: 2,6: 0,6	Cemento	42,5	Positivo	12
		Arena	110,0		
		Aserrín	24,0		
		Agua (Lts)	17,5		
		Cal	2,4		

Tabla 5.19 Control de proceso de producción de bloques con mezcla BH-B.

Fecha: 27/03/10					
Mezcla	Dosificación	Terceo (Kg)		Moldeado	Nº bloques
BH-B	1: 3,9: 0,7	Cemento	42,5	Positivo	43
		Arena	165,0		
		Aserrín	30,5		
		Agua (Lts)	22,5		
		Cal	3,1		

Tabla 5.20 Control de proceso de producción de bloques con mezcla BH-C.

Fecha: 10/04/10					
Mezcla	Dosificación	Terceo (Kg)		Moldeado	Nº bloques
BH-C´	1: 3,9: 0,9	Cemento	42,5	Negativo	0
		Arena	165,0		
		Aserrín	37,0		
		Agua (Lts)	15,0		
		Cal	2,0		
BH-C	1: 3,9: 0,6	Cemento	42,5	Positivo	25
		Arena	115,0		
		Aserrín	26,0		
		Agua (Lts)	15,0		
		Cal	2,6		

Los bloques diseñados presentaron las características que se especifican a continuación. Los bloques de la mezcla BH-A de dosificación 1: 2,6: 0,6 presentó facilidad de moldeado y el número de bloques producidos por saco de cemento es de 12 bloques. Para la mezcla BH-B de dosificación 1: 3,9: 0,7 presentó igual posibilidad de moldeado y la producción de elementos fue de 43 bloques por saco de cemento, obteniendo así un mayor número de bloques en comparación a los producidos con la mezcla BH-A

La mezcla BH-C (mezcla definitiva) se obtuvo luego de que la mezcla BH-C´ no presentara buen moldeado puesto que al desmoldar los bloques algunos salieron dañados por lo que la dosificación fue descartada y se hicieron ajustes en obra disminuyendo las proporciones de los agregados, a partir de esta experiencia se obtuvo la mezcla definitiva con dosificación 1: 3,9: 0,6 dando una producción de 25

bloques por cada saco de cemento. Cabe destacar que para esta mezcla trabajamos en base a 2 sacos de cemento, por lo que la producción total fue de 50 bloques.

#### **5.4 Determinación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los bloques; establecidas en la Norma COVENIN 42:82**

Para determinar las características de los bloques producidos se llevaron a cabo las especificaciones y ensayos, establecidos en la norma COVENIN 42-82 “Bloques huecos de concreto”, que corresponde al dimensionado, absorción y resistencia a la compresión.

##### **5.4.1 Dimensionado de bloques**

Una vez fabricados, curados y secados los bloques producidos, se procedió con su dimensionado, cuyo procedimiento consiste en medir la altura, ancho y largo, al igual que los espesores de nervios y pared de cada uno de los elementos sometidos a ensayos tanto de resistencia a la compresión como a los de absorción, arrojando los resultados que se encuentran en las tablas 5.21-5.23.

Tabla 5.21 Dimensiones de bloques producidos con mezcla BH-A.

<b>DIMENSIONADO DE BLOQUES</b>					
MEZCLA BH-A DOSIFICACIÓN 1: 2,6: 0,6					
Muestra	Dimensiones normales (cm)			Espesores (cm)	
	Alto	Largo	Ancho	Pared	Nervios
BH-A1	18,8	39,2	14,3	2,0	2,0
BH-A2	18,7	39,2	14,2	2,0	2,0
BH-A3	18,9	39,2	14,3	2,0	2,0

BH-A4	18,7	39,1	14,3	2,0	2,0
BH-A5	18,7	39,0	14,3	2,0	2,0
BH-A6	18,9	39,0	14,1	2,0	2,0
BH-A7	19,0	39,1	14,2	2,0	2,0
BH-A8	18,8	39,1	14,2	2,0	2,0

Tabla 5.22 Dimensiones de bloques producidos con mezcla BH-B.

<b>DIMENSIONADO DE BLOQUES</b>					
MEZCLA BH-B DOSIFICACIÓN 1: 3,9: 0,7					
Muestra	Dimensiones normales (cm)			Espesores (cm)	
	Alto	Largo	Ancho	Pared	Nervios
BH-B1	18,7	39,2	14,0	2,0	2,0
BH-B2	18,8	39,2	13,9	2,0	2,0
BH-B3	18,9	39,2	13,8	2,0	2,0
BH-B4	18,7	39,3	14,2	2,0	2,0
BH-B5	18,7	39,2	13,8	2,0	2,0
BH-B6	19,0	39,0	14,1	2,0	2,0
BH-B7	18,9	39,1	14,2	2,0	2,0
BH-B8	19,0	39,3	13,9	2,0	2,0

Tabla 5.23 Dimensiones de bloques producidos con mezcla BH-C.

<b>DIMENSIONADO DE BLOQUES</b>					
MEZCLA BH-C DOSIFICACIÓN 1: 3,9: 0,6					
Muestra	Dimensiones normales (cm)			Espesores (cm)	
	Alto	Largo	Ancho	Pared	Nervios
BH-C1	18,8	39,3	14,2	2,0	1,9
BH-C2	18,8	39,2	14,1	2,0	1,9
BH-C3	18,9	39,2	14,2	2,0	2,0
BH-C4	18,7	39,1	14,2	2,0	1,9
BH-C5	19,0	39,3	14,3	2,0	1,9
BH-C6	18,9	39,2	14,1	2,0	2,0
BH-C7	19,1	39,2	14,1	2,0	1,9
BH-C8	19,0	39,2	14,3	2,0	2,0

Los bloques medidos presentan dimensiones muy variables en cuanto a alto, ancho y largo, notándose grandes diferencia entre ellos, caso contrario ocurre con los espesores de pared y de nervios que se mantienen constantes.

#### **5.4.2 Ensayos de absorción de agua**

Se procedió con la realización de los ensayos de absorción de agua, tomándose como muestra representativa tres bloques por cada tipo de mezcla. Los resultados pueden observarse en las tablas 5.24-5.26.

Tabla 5.24 Absorción de agua de las muestras de mezcla BH-A.

Dosificación	Muestra	% Absorción
1: 2,6: 0,6	BH-A6	15,23
	BH-A7	15,48
	BH-A8	15,34
	Promedio	<b>15,35%</b>

Tabla 5.25 Absorción de agua de las muestras de mezcla BH-B.

Dosificación	Muestra	% Absorción
1: 3,9: 0,7	BH-B6	18,77
	BH-B7	18,28
	BH-B8	18,47
	Promedio	<b>18,51%</b>

Tabla 5.26 Absorción de agua de las muestras de mezcla BH-C.

Dosificación	Muestra	% Absorción
1: 3,9: 0,6	BH-C6	18,15
	BH-C7	17,99
	BH-C8	18,42
	Promedio	<b>18,19%</b>

Los bloques estudiados presentaron valores de absorción de agua similares, que no varían mucho comparando las tres mezclas, siendo el valor mínimo el de las muestras correspondientes a la mezcla BH-A que presenta un porcentaje de absorción

de agua alrededor del 15 %. Al presentar esto valores los bloques fabricados, absorben mucha agua, en comparación a bloques convencionales de concreto.

### 5.4.3 Ensayos de resistencia a la compresión

Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días de edad de las 5 muestras representativa de los bloques producidos, cuyos resultados se muestran en las tablas 5.27-5.29.

Tabla 5.27 Resistencia a la compresión de las muestra con mezcla BH-A.

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>				
Tipo de probeta: bloques huecos de 15x20x40				
Materiales: cemento, arena, aserrín de pino Caribe, cal y agua potable				
Edad: 30 días			Fecha: 26/04/2010	
Muestra	Peso (Kg)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga de ruptura (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
BH-A1	8.840	560,56	17.248	<b>31</b>
BH-A2	8.865	556,64	18.325	<b>33</b>
BH-A3	8.752	560,56	18.369	<b>33</b>
BH-A4	8.620	559,13	18.325	<b>33</b>
BH-A5	8.620	557,70	18.369	<b>33</b>
Resistencia promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )				<b>33</b>

Tabla 5.28 Resistencia a la compresión de las muestra con mezcla BH-B.

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>				
Tipo de probeta: bloques huecos de 15x20x40				
Materiales: cemento, arena, aserrín de pino Caribe, cal y agua potable				
Edad: 30 días			Fecha: 26/04/2010	
Muestra	Peso (Kg)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga de ruptura (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
BH-B1	6.720	576,24	6.033	<b>10</b>
BH-B2	6.860	576,24	5.537	<b>10</b>
BH-B3	6.900	576,24	6.522	<b>11</b>
BH-B4	7.040	581,64	6.728	<b>12</b>
BH-B5	6.540	580,16	6.280	<b>11</b>
Resistencia promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )				<b>11</b>

Tabla 5.29 Resistencia a la compresión de las muestra con mezcla BH-C.

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>				
Tipo de probeta: bloques huecos de 15x20x40				
Materiales: cemento, arena, aserrín de pino Caribe, cal y agua potable				
Edad: 30 días			Fecha: 26/04/2010	
Muestra	Peso (Kg)	Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga de ruptura (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
BH-C1	7.774	558,06	8.735	<b>16</b>
BH-C2	7.720	552,72	10.426	<b>19</b>
BH-C3	7.700	558,06	9.762	<b>17</b>
BH-C4	7.500	555,22	10.210	<b>18</b>
BH-C5	7.880	561,99	9.815	<b>17</b>
Resistencia promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )				<b>17</b>

Los bloques fabricados con la mezcla BH-A presentaron mayores resistencias a la compresión que los fabricados con las demás mezclas, siendo los de menores resistencias los bloques elaborados con la mezcla BH-B.

### **5.5 Análisis de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los bloques fabricados mediante comparación con las de los bloques de concreto convencional establecidas por la Norma COVENIN 42:82.**

Luego de ser determinadas las características de los bloques producidos, correspondiente a dimensionado, absorción de agua y resistencia a la compresión, se procedió a compararlas con los parámetros establecidos en la norma COVENIN 42-82, para determinar la calidad de los mismos.

#### **5.5.1 Dimensionado de los bloques**

Los resultados de las dimensiones de los bloques se compararon con las dimensiones establecidas en la norma COVENIN 42-82, como se muestran en las tablas 5.30-5.32.

Tabla 5.30 Cuadro comparativo de las dimensiones de los bloques de mezcla BH-A con las dimensiones especificadas en la norma COVENIN 42-82.

DIMENSIONADO DE BLOQUES								
MEZCLA BH-A					DOSIFICACIÓN 1: 2,6: 0,6			
Muestra	Dimensiones (cm)			Espesores (cm)		Dimensiones COVENIN (cm)	Espesores COVENIN (cm)	
	Alto	Largo	Ancho	Pared	Nervio		Pared	Nervio
BH-A1	18,8	39,2	14,3	2,0	2,0	14x19x49	Bloque tipo A: <b>2,2</b>	Bloque tipo A: <b>2,2</b>
BH-A2	18,7	39,2	14,2	2,0	2,0			
BH-A3	18,9	39,2	14,3	2,0	2,0			
BH-A4	18,7	39,1	14,3	2,0	2,0			
BH-A5	18,7	39,0	14,3	2,0	2,0		Bloque tipo B: <b>1,5</b>	Bloque tipo B: <b>1,5</b>
BH-A6	18,9	39,0	14,1	2,0	2,0			
BH-A7	19,0	39,1	14,2	2,0	2,0			
BH-A8	18,8	39,1	14,2	2,0	2,0			

Tabla 5.31 Cuadro comparativo de las dimensiones de los bloques de mezcla BH-B con las dimensiones especificadas en la norma COVENIN 42-82.

DIMENSIONADO DE BLOQUES								
MEZCLA BH-B					DOSIFICACIÓN 1: 3,9: 0,7			
Muestra	Dimensiones (cm)			Espesores (cm)		Dimensiones COVENIN (cm)	Espesores COVENIN (cm)	
	Alto	Largo	Ancho	Pared	Nervios		Pared	Nervio
BH-B1	18,7	39,2	14,0	2,0	2,0	14x19x49	Bloque tipo A: <b>2,2</b>	Bloque tipo A: <b>2,2</b>
BH-B2	18,8	39,2	13,9	2,0	2,0			
BH-B3	18,9	39,2	13,8	2,0	2,0			
BH-B4	18,7	39,3	14,2	2,0	2,0			
BH-B5	18,7	39,2	13,8	2,0	2,0		Bloque tipo B: <b>1,5</b>	Bloque tipo B: <b>1,5</b>
BH-B6	19,0	39,0	14,1	2,0	2,0			
BH-B7	18,9	39,1	14,2	2,0	2,0			
BH-B8	19,0	39,3	13,9	2,0	2,0			

Tabla 5.32 Cuadro comparativo de las dimensiones de los bloques de mezcla BH-C con las dimensiones especificadas en la norma COVENIN 42-82.

DIMENSIONADO DE BLOQUES								
MEZCLA BH-C					DOSIFICACIÓN 1: 3,9: 0,6			
Muestra	Dimensiones (cm)			Espesores (cm)		Dimensiones COVENIN (cm)	Espesores COVENIN (cm)	
	Alto	Largo	Ancho	Pared	Nervios		Pared	Nervio
BH-C1	18,8	39,3	14,2	2,0	1,9	14x19x49	Bloque tipo A: <b>2,2</b>	Bloque tipo A: <b>2,2</b>
BH-C2	18,8	39,2	14,1	2,0	1,9			
BH-C3	18,9	39,2	14,2	2,0	2,0			
BH-C4	18,7	39,1	14,2	2,0	1,9			
BH-C5	19,0	39,3	14,3	2,0	1,9		Bloque tipo B: <b>1,5</b>	Bloque tipo B: <b>1,5</b>
BH-C6	18,9	39,2	14,1	2,0	2,0			
BH-C7	19,1	39,2	14,1	2,0	1,9			
BH-C8	19,0	39,2	14,3	2,0	2,0			

Los bloques medidos de los tres tipos de mezclas, presentaron medidas aceptables en cuanto a largo, altura y ancho, ya que no pasan los 3mm de rango de tolerancia recomendado en la norma cuyas dimensiones normales deben ser 49 cm para el largo, 19 cm de alto y 14 cm para el ancho. Se puede notar que existen medidas que llegan a concordar con el máximo establecido por tolerancia como, por ejemplo, en la altura que hay medidas de 19,3cm y 18,7cm, esta diferencia puede deberse a la contracción o expansión de las partículas de aserrín que como es sabido, es un característica que depende del estado de humedad de estas.

Los espesores de pared y de nervios en ningunas de las muestras medidas cumplen con los espesores mínimos para bloques tipo A, recomendado en la norma

COVENIN 42-82, por lo que no pueden ser clasificados en este tipo, atendiendo a ese criterio. Caso contrario ocurre para los espesores de bloques tipo B, para los que las medidas de espesores si cumplen y pueden entrar en esta clasificación.

### 5.5.2 Absorción máxima

Las comparaciones de los resultados de los ensayos de absorción máxima con los recomendados en la norma COVENIN 42-82 se encuentran plasmados en las tabla 5.33-5.35.

Tabla 5.33 Cuadro comparativo de la absorción máxima de los bloques con mezcla BH-A y los parámetros establecidos en norma COVENIN 42-82.

Dosificación	Muestra	% Absorción	Absorción máxima según tipo de bloque COVENIN 42:82		
			Pesado	Semi-pesado	Livianos
1: 2,6: 0,6	BH-A6	15,23	A1,A2,B1	A1,A2,B1	A1,A2,B1
	BH-A7	15,48	<b>14%</b>	<b>16%</b>	<b>12%</b>
	BH-A8	15,34	B2	B2	B2
	Promedio	<b>15,35%</b>	<b>No aplica</b>	<b>No aplica</b>	<b>20 %</b>

Tabla 5.34 Cuadro comparativo de la absorción máxima de los bloques con mezcla BH-B y los parámetros establecidos en norma COVENIN 42-82.

Dosificación	Muestra	% Absorción	Absorción máxima según tipo de bloque COVENIN 42:82		
			Pesado	Semi-pesado	Livianos
1: 3,9: 0,7	BH-B6	18,77	A1,A2,B1	A1,A2,B1	A1,A2,B1
	BH-B7	18,28	<b>14%</b>	<b>16%</b>	<b>12%</b>
	BH-B8	18,47	B2	B2	B2
	Promedio	<b>18,51%</b>	<b>No aplica</b>	<b>No aplica</b>	<b>20 %</b>

Tabla 5.35 Cuadro comparativo de la absorción máxima de los bloque con mezcla BH-C y los parámetros establecidos en norma COVENIN 42-82.

Dosificación	Muestra	% Absorción	Absorción máxima según tipo de bloque COVENIN 42:82		
			Pesado	Semi-pesado	Livianos
1: 3,9: 0,6	BH-C6	18,15	A1,A2,B1	A1,A2,B1	A1,A2,B1
	BH-C7	17,99	<b>14%</b>	<b>16%</b>	<b>12%</b>
	BH-C8	18,42	B2	B2	B2
	Promedio	<b>18,19%</b>	<b>No aplica</b>	<b>No aplica</b>	<b>20 %</b>

El porcentaje de absorción de los bloques con dosificación 1: 2,6: 0,6 es de 15,35%; esta absorción es aceptable dentro de lo permitido como absorción máxima para bloques semipesados, que de acuerdo al tipo de agregados los bloques aplican como semi-pesados y de acuerdo al valor obtenido puede clasificar tanto para bloques tipo A1, A2 y B1 como para bloques tipo B2.

Los bloques producidos con las dosificaciones 1: 3,9: 0,7 y 1: 3,9: 0,6 presentaron porcentajes de absorción de 18%, que sobrepasa los valores máximos recomendados por la norma para bloques tipo A, pero entra en los valores aceptables para bloques tipo B2. Esta comparación se puede observar de forma resumida en la figura 5.7.

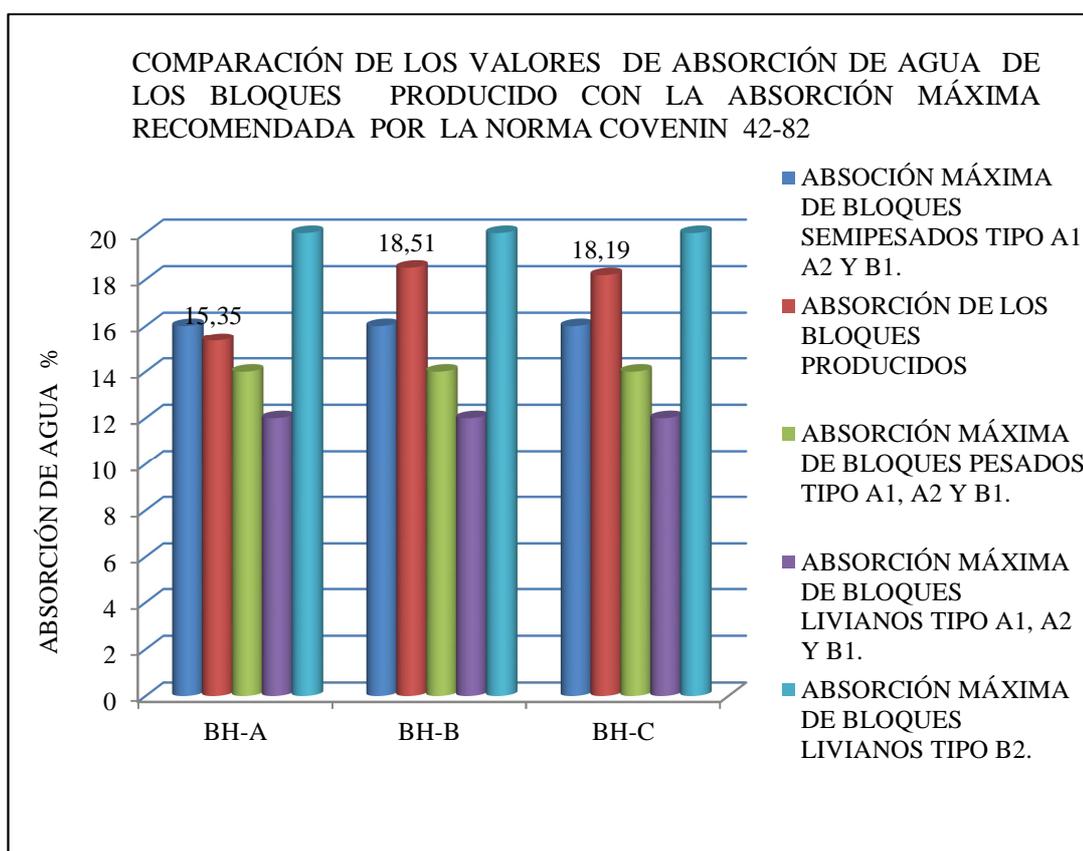


Figura 5.7 Comparación de la absorción de agua de los bloques con lo establecido en norma COVENIN 42-82.

### 5.5.3 Resistencia a la compresión

Las comparaciones de los resultados de resistencia a la compresión de las muestras ensayadas con los parámetros recomendados en la norma COVENIN 42-82 se pueden observar en las tablas 5.36-5.38.

Tabla 5.36 Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de bloques con mezcla BH-A y lo establecido en norma COVENIN 42-82

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>							
Muestra	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia mínima COVENIN (Kg/cm <sup>2</sup> )					
		Bloque tipo A1		Bloque tipo A2		Bloque tipo B1 y B2	
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	Individual	Promedio
BH-A1	<b>31</b>	<b>55</b>	<b>70</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>30</b>
BH-A2	<b>33</b>						
BH-A3	<b>33</b>						
BH-A4	<b>33</b>						
BH-A5	<b>33</b>						
Promedio	<b>33</b>						

Tabla 5.37 Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de bloques con mezcla BH-B y lo establecido en norma COVENIN 42-82

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>							
Muestra	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia mínima COVENIN (Kg/cm <sup>2</sup> )					
		Bloque tipo A1		Bloque tipo A2		Bloque tipo B1 y B2	
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	Individual	Promedio
BH-B1	<b>10</b>	<b>55</b>	<b>70</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>30</b>
BH-B2	<b>10</b>						
BH-B3	<b>11</b>						
BH-B4	<b>12</b>						
BH-B5	<b>11</b>						
Promedio	<b>11</b>						

Tabla 5.38 Cuadro comparativo de resistencia a la compresión de bloques con mezcla BH-C y lo establecido en norma COVENIN 42-82

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>							
Muestra	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia mínima COVENIN (Kg/cm <sup>2</sup> )					
		Bloque tipo A1		Bloque tipo A2		Bloque tipo B1 y B2	
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	Individual	Promedio
BH-C1	<b>16</b>	<b>55</b>	<b>70</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>30</b>
BH-C2	<b>19</b>						
BH-C3	<b>17</b>						
BH-C4	<b>18</b>						
BH-C5	<b>17</b>						
Promedio	<b>17</b>						

Las muestras desde BH-A1 a BH-A5 corresponden a los bloques producidos con la mezcla BH-A de dosificación 1: 2,6: 0,6 cuya resistencia promedio es de  $33\text{Kg/cm}^2$ , la resistencia mínima individual obtenida es de  $31\text{ Kg/cm}^2$ . Al comparar los valores de resistencia con los recomendados por la norma, los bloques producidos no pueden ser clasificados como tipo A, entrando así en la clasificación de bloques tipo B, donde el valor de la resistencia mínima individual de un bloque y la resistencia promedio son mayores que las resistencias mínimas recomendadas por la norma. (Figura 5.8).

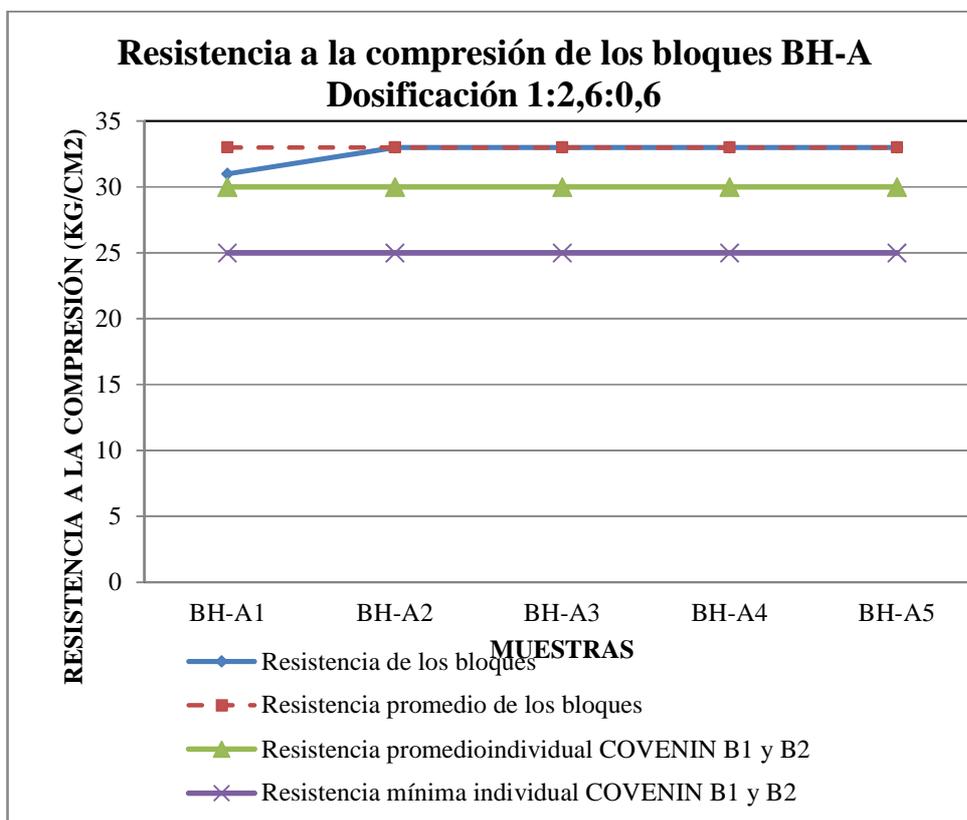


Figura 5.8 Gráfica comparativa de las resistencias a la compresión de bloques producidos con la mezcla BH-A y norma COVENIN 42-82.

Las muestras de la BH-B1 a BH-B2 de dosificación 1: 3,9: 0,7 presentaron valores de resistencia a la compresión demasiado bajos comparadas con las mínimas recomendadas por la norma por lo que no entran en ninguna de las clasificaciones que comprenden la norma basadas con este parámetro. (Figura 5.9).

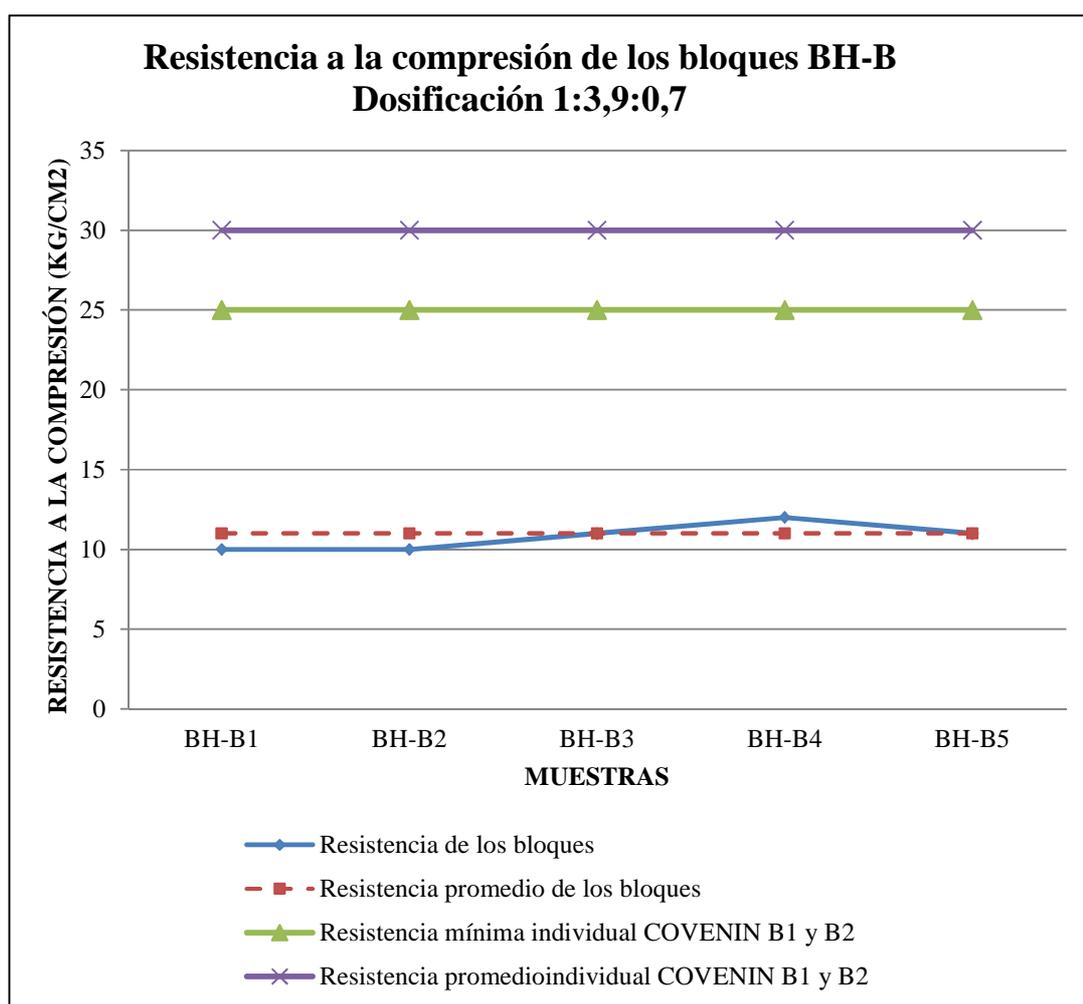


Figura 5.9 Gráfica comparativa de las resistencias a la compresión de bloques producidos con la mezcla BH-B y norma COVENIN 42-82

Las muestras BH-C1 a BH-C5 de los bloques producidos con la mezcla BH-C de dosificación 1:3,9:0,6 presentaron resistencias bajas comparadas con las mínimas recomendadas en la norma por lo que no entra en ninguna de las clasificaciones basadas con este parámetro. (Figura 5.10).

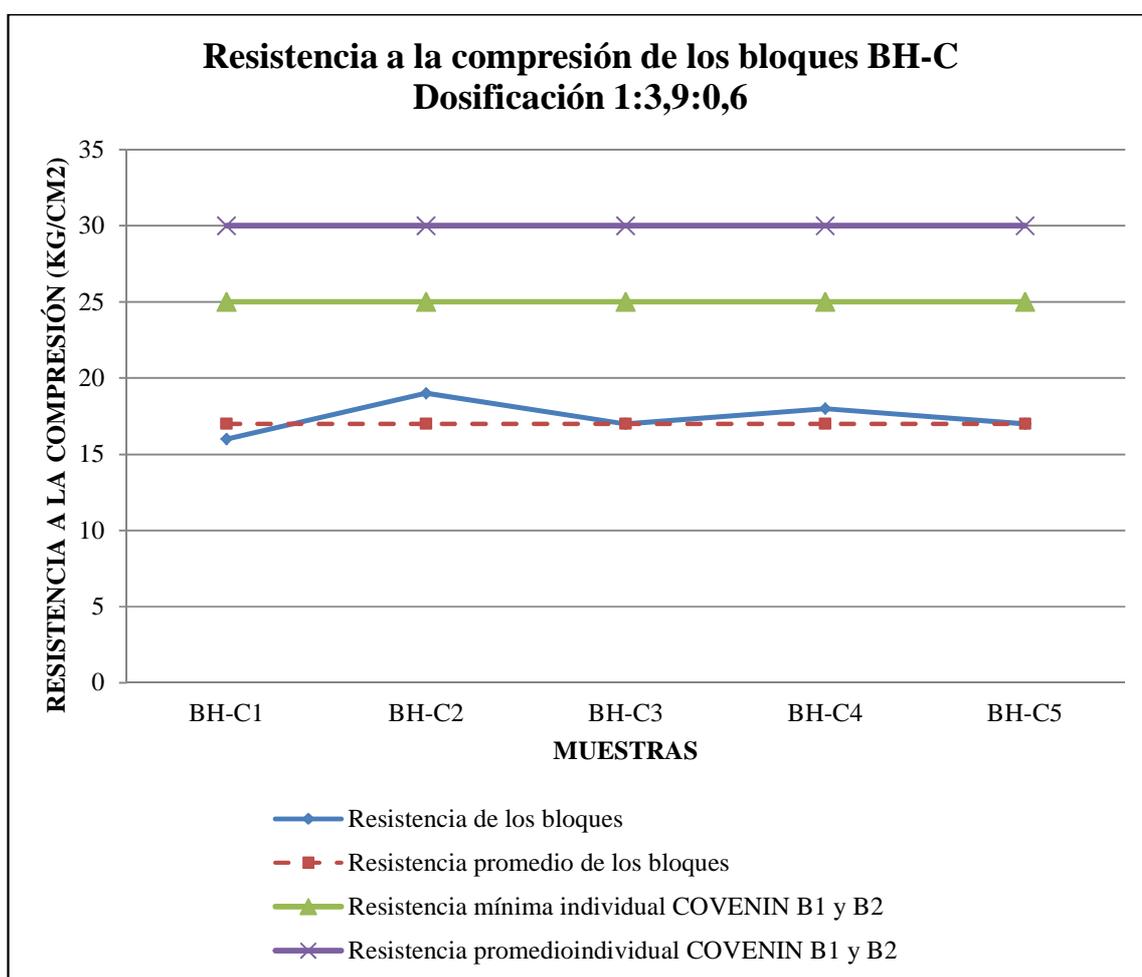


Figura 5.10 Gráfica comparativa de las resistencias a la compresión de bloques producidos con la mezcla BH-A y norma COVENIN 42-82

En la Figura 5.11 se observan las resistencias promedio de los bloques huecos BH-A, BH-B y BH-C, y pueden contrastarse con la resistencia mínima promedio para bloques tipo B1 y B2 de la norma COVENIN 42:82. Puede notarse que los únicos bloques que cumplen con la resistencia mínima promedio establecida por la norma son los correspondientes a la mezcla BH-A, mientras que los BH-B y BH-C tienen una resistencia promedio muy por debajo de la normativa.

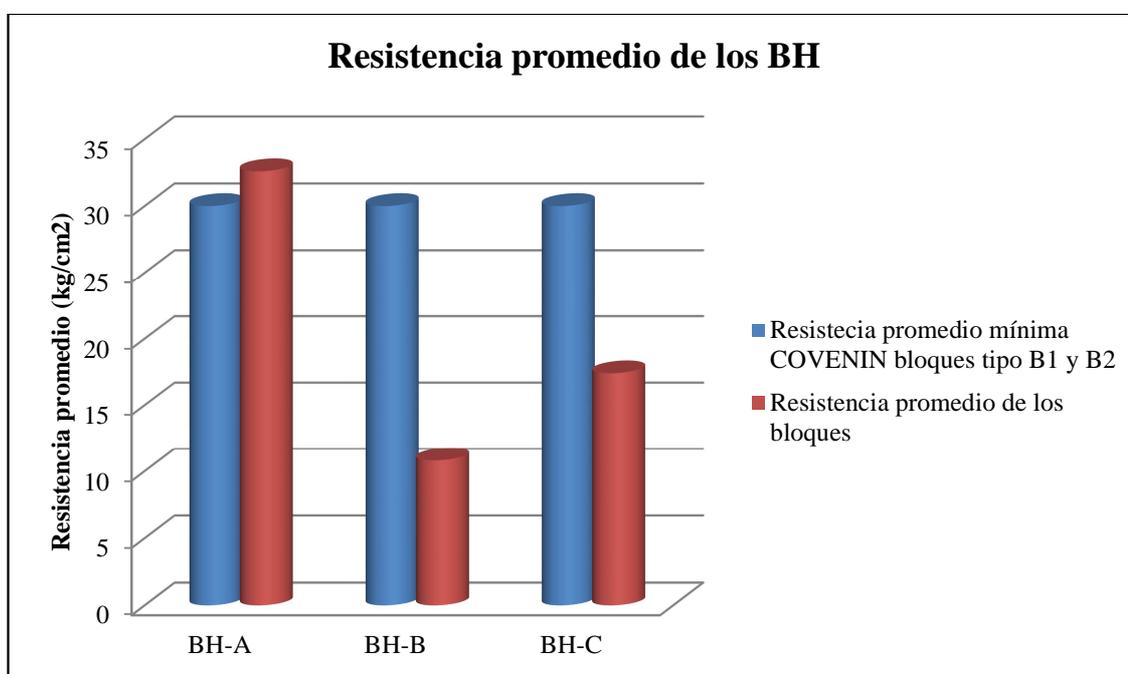


Figura 5.11 Resistencia Promedio de los Bloques Huecos

#### 5.5.4 Características de los bloques que cumplen con la norma COVENIN 42-82

Los únicos bloques que cumplieron con los parámetros de la norma para ubicarlo en una clasificación específica, fueron los producidos con la mezcla BH-A,

siendo el parámetro más importante el de la resistencia a la compresión. Estos bloques presentan las siguientes características:

Resistencia a la compresión: 33 Kg/cm<sup>2</sup>

Absorción de agua: 15, 3%

Basados en estas características se clasifican los bloques como Tipo B1 puesto que para bloques semipesados el valor de la absorción es aceptable. Los bloques Tipo B1 se usan para paredes divisorias expuestas a la humedad.

#### **5.5.5 Análisis estadístico**

Se determinaron las diferentes variables estadísticas para verificar la confiabilidad de los estudios realizados, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 5.39.

Tabla 5.39 Parámetros estadísticos fundamentales

Parámetros estadísticos fundamentales	Diseños de mezcla		
	BH-A	BH-B	BH-C
<b>Promedio o Media aritmética (x)</b>	33	11	17
<b>Mediana (med)</b>	32	11	18
<b>Desviación estándar (S)</b>	1	1	1,5
<b>Coefficiente de variación (v)</b>	3	9	9
<b>Rango (d)</b>	2	2	3
<b>Mínimo (mín)</b>	31	10	16
<b>Máximo (max)</b>	33	12	19
<b>Sumatoria (<math>\Sigma</math>)</b>	163	54	87
<b>n</b>	5	5	5

Según la tabla 3.16, se puede afirmar que los bloques fabricados con la mezcla BH-A tuvieron un grado de control muy bueno, mientras que los BH-B y BH-C tuvieron un grado de control deficiente; esto puede deducirse a partir del coeficiente de variación.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. La arena utilizada presentó altas cantidades de ultrafinos que para mezclas pobres aumenta su estabilidad en estado fresco, pero que pudieran afectar la resistencia de la misma.
2. Se utilizó aserrín de la especie Pino Caribe por ser muy explotado en la zona, aparte de pertenecer al tipo de maderas blandas, que poseen compatibilidad con el cemento para la producción de concreto. La granulometría del aserrín comprendió partículas menores a 1mm para evitar el aumento de ultrafinos en la mezcla y menores de 3mm para obtener buena trabajabilidad de la mezcla y moldeado de los bloques.
3. La cal como tratamiento mineralizante reduce el efecto de deterioro biológico que sufre el aserrín por ser un material de origen orgánico, además de disminuir la acción retardadora de fraguado del cemento producida por los azúcares de la madera.
4. Los bloques fabricados de la mezcla con mayor contenido de cemento produjeron mejores resistencia a la compresión.
5. La resistencia a la compresión de los bloques disminuye a medida que aumenta el contenido de aserrín de las mezclas.
6. Mezclas con aserrín de partículas de tamaños mayores a 4mm no son aconsejables debido a que tiende a disgregarse y no aglutinan con el cemento.

7. Se pueden fabricar bloques de concreto a base de aserrín y arena con resistencias a la compresión mayores de  $30\text{Kg/cm}^2$ , con dosificación 1: 2,6: 0,6. Estos clasifican como bloque tipo B1, que son bloques para paredes divisorias expuestos a la humedad. La cantidad de bloques producidos por sacos de cemento con esta dosificación, es de 12 bloques y es muy pequeña en comparación con las demás mezclas por lo que el costo de producción es muy elevado.

8. Las mezclas de concreto con aserrín tienden a expandirse y contraerse mucho, debido a la higroscopicidad de la madera, resultando bloques con diferencias de medidas considerables, en comparación a las normales que deben ser  $14 \times 19 \times 39$ .

9. El fraguado de los bloques de concreto con aserrín y arena es más lento en comparación a los bloques fabricados con concretos comunes.

10. La absorción de agua de los bloques de concreto con aserrín tiende a ser mayor que la de los bloques convencionales.

11. Según los agregados, los bloques pueden ser clasificados como bloques semipesados.

12. Para la fabricación de estos bloques se requiere de 4 obreros, 2 que se encargan de el traslado de la materia prima para depositarla en la mezcladora, uno que se encarga del proceso de moldeado y desmolde de los bloques y otro que se encarga de el transporte de los bloques al patio de secado y su posterior curado mediante el riego de los bloques.

### **Recomendaciones**

1. La cantidad de cal debe determinarse en función de la cantidad de aserrín que se le agregue a la mezcla, puesto que su acción como mineralizante es sobre el aserrín

y no en los otros materiales. Evitando las altas proporciones que puedan acelerar demasiado el fraguado del cemento y alterar su resistencia.

2. La consistencia de la mezcla para la fabricación de los bloques debe ser húmeda tendiendo a lo seco, para que pueda tener suficiente estabilidad en estado fresco, permitiendo conservar su forma al ser desmoldado.

3. El aserrín debe almacenarse en un lugar seco y protegido de la humedad, al igual que el cemento y la cal.

4. El aserrín a utilizarse debe tener un contenido de humedad inferior al 30%, que corresponde al punto de saturación de la fibra, para que este pueda absorber los componentes mineralizantes de la mezcla. Se recomienda emplear, preferiblemente aserrín con contenido de humedad al 12% o seco al aire.

5. El tiempo de mezclado de los agregados y la cal debe ser suficiente de manera que las partículas de aserrín puedan impregnarse del mineralizante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, M.; Parra, M.; Valbuena, A. y Zambrano, A. **MADERA** Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada, Núcleo Maracay, ([http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_civil/madera/default.asp](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_civil/madera/default.asp)), 11 julio 2009.

Ander y Egg, E. (1984). **INTRODUCCIÓN A LAS TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN SOCIAL**. Caracas, Distribuidora Escolar, p.349.

Arias, F. (1998). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: UNA GUÍA PARA SU ELABORACIÓN**. Caracas, Editorial Episteme, p.54.

Escobar A. y Loroño D. (2009). **ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN DE BLOQUES HUECOS TIPO A EN LA BLOQUERA MUNICIPAL DE LA FUNDACIÓN DE LA VIVIENDA DEL MUNICIPIO HERES (FUNVIHERES), CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR**. Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela; Trabajo de grado no publicado, pp. 135-158)

Balestrini, Miriam (2002). **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Caracas, BL Consultores Asociados, Servicio Editorial, p.141.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (1978). **MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO**. Covenin. Fondonorma, Caracas, Venezuela. Pp.6.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (1982) **BLOQUES HUECOS DE CONCRETO**. Covenin, Caracas Venezuela. Pp.12.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (1998). **AGREGADOS. DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMÉTRICA**. Covenin Fondonorma, Caracas, Venezuela. Pp.7.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (1998). **AGREGADOS. EXTRACCION DE MUESTRAS PARA MORTEROS Y CONCRETOS**. Covenin. Fondonorma, Caracas, Venezuela. Pp.6.

Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN (1998). **AGREGADO FINO. DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y LA ABSORCION**. Covenin. Fondonorma, Caracas, Venezuela. Pp.9.

Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN (1998). **AGREGADO GRUESO. DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y LA ABSORCION**. Covenin. Fondonorma, Caracas, Venezuela. Pp.10.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (1998). **CONCRETO, MORTERO Y COMPONENTES. TERMINOLOGÍA**. Covenin. Fondonorma, Caracas, Venezuela. Pp.9.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (1999). **TECNOLOGIA DEL CONCRETO. MANUAL DE ELEMENTOS DE ESTADISTICA Y DISEÑO DE EXPERIMENTOS**. Covenin, Caracas, Venezuela. Pp.74.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (2000). **CONCRETO. AGREGADOS. REQUISITOS**. Covenin. Fondonorma, Caracas, Venezuela. Pp.9.

Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN (2000). **CONCRETO Y MORTERO. AGUA DE MEZCLADO. REQUISITOS.** Covenin. Fondonorma, Caracas, Venezuela. Pp.3

Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN (1993). **CEMENTO PÓRTLAND. ESPECIFICACIONES.** Covenin. Fondonorma, Caracas, Venezuela. Pp.6.

Forss, Bent (1982). **PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR CUERPOS Y COMPUESTOS BASADOS EN MADERA IGNIFUGOS.** Documento de patente de invención solicitado pro la empresa FORRS CONSULT KY, KB, emitido por el Registro de la Propiedad Industrial de España, ([www.espatentes.com/pdf/8705288\\_A1.pdf](http://www.espatentes.com/pdf/8705288_A1.pdf)), 6 de agosto de 2009.

González, J.; Castillo, J. y Burmeritica, O. (2005). **ESTUDIO EXPLORATORIO DE CONCRETO “CAVA” PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES LIVIANOS.** Universidad Nacional Experimental de Guayana, Extensión Upata, Upata, Venezuela, Trabajo de Grado no Publicado, p.2, 46.

Google Maps (2010) **CARRETERA VIEJA UPATA-SAN FELIZ.** 10 de Noviembre de 2010, [<http://maps.google.es/maps>].

Hermosilla, Germán (2006). **ENSAYOS DE ALBAÑILERÍA DE BLOQUES Y TABLEROS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN DE ASERRÍN.** Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Construcción Civil, Valdivia, Chile, pp.2,3,12,64.

Hernández, R.; Fernández, C.; y Baptista, P. (2006). **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.** México, Editorial McGraw-Hill, pp.100, 102.

Jiménez, J. (2004) **GUIA DE ESTUDIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.UNIDAD V: MORTERO.** Ciudad Bolívar, Venezuela, pp. 8.

Jiménez, J. (2004) **GUIA DE ESTUDIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. UNIDAD VIII: MADERA.** Ciudad Bolívar, Venezuela, pp 1-2.

Merritt, F.; Loftin, K.; y Ricketts, J. (2002). **MANUAL DEL INGENIERO CIVIL, TOMO I.** Editorial McGraw-Hill, Cuarta Edición, pp. 53, 54.

Orinoco Wood Chips. **PINO CARIBE.**  
(<http://www.orinocowoodchips.com/owc-mat.html>), 26 de abril de 2010.

Peña Herrera, Enrique (2001). **FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO CON UNA MESA VIBRADORA.** Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima Perú, ([www.scrib.com/doc/24876405/fabricación-bloques-de-cemento](http://www.scrib.com/doc/24876405/fabricación-bloques-de-cemento)), 10 julio de 2009.

Porrero, J; Ramos, C.; Grases, J. y Velazco, G. (2009). **MANUAL DE CONCRETO ESTRUCTURAL.** Caracas, Venezuela, SIDETUR, pp.61, 67-78, 71-76, 80, 81, 88, 91, 113-115, 188-189, 329.

Sabino, Carlos (2003). **EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN.** El Cid Editor, Tercera Edición, Caracas, Venezuela, pp. 124, 143, 179, 197.

Tamayo, Mario (2007). **EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.** México D. F., Editorial Limusa, Noriega Editores, p. 100, 325.

Valdés, G. y Rampimán, J. (2007). **PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE BLOQUES DE HORMIGÓN COMPUESTO CON ÁRIDOS**

**RECICLADOS.** Universidad de la Frontera, Departamento de Ingeniería de Obras Civiles, Temuco, Chile, p.87.

Vargas, Julio (2008. **COMPORTAMIENTO DE ALGUNOS EXTRACTOS DE LA CORTEZA DE PINO CARIBE SOBRE EL CRECIMIENTO DE HONGOS XICOFAGO Y SU ACCIÓN ANTIOXIDANTE.** Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales, editorial FOMABO, Cochabamba, Bolivia, ([www.fs.fed.us/global/iitf/Pinuscaribaea.pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/Pinuscaribaea.pdf)), 6 de agosto de 2009.

Wicke, Achim (1972). **TABLEROS DE PAJILLA DE MADERA Y CEMENTO.** Laboratorio Nacional de Productos Forestales, División de Productos Forestales, Mérida, Venezuela, pp. 1, 4, 12, 13, 23.

## **APÉNDICES**

### **APÉNDICE A**

#### **RESULTADOS DE ENSAYOS DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS**

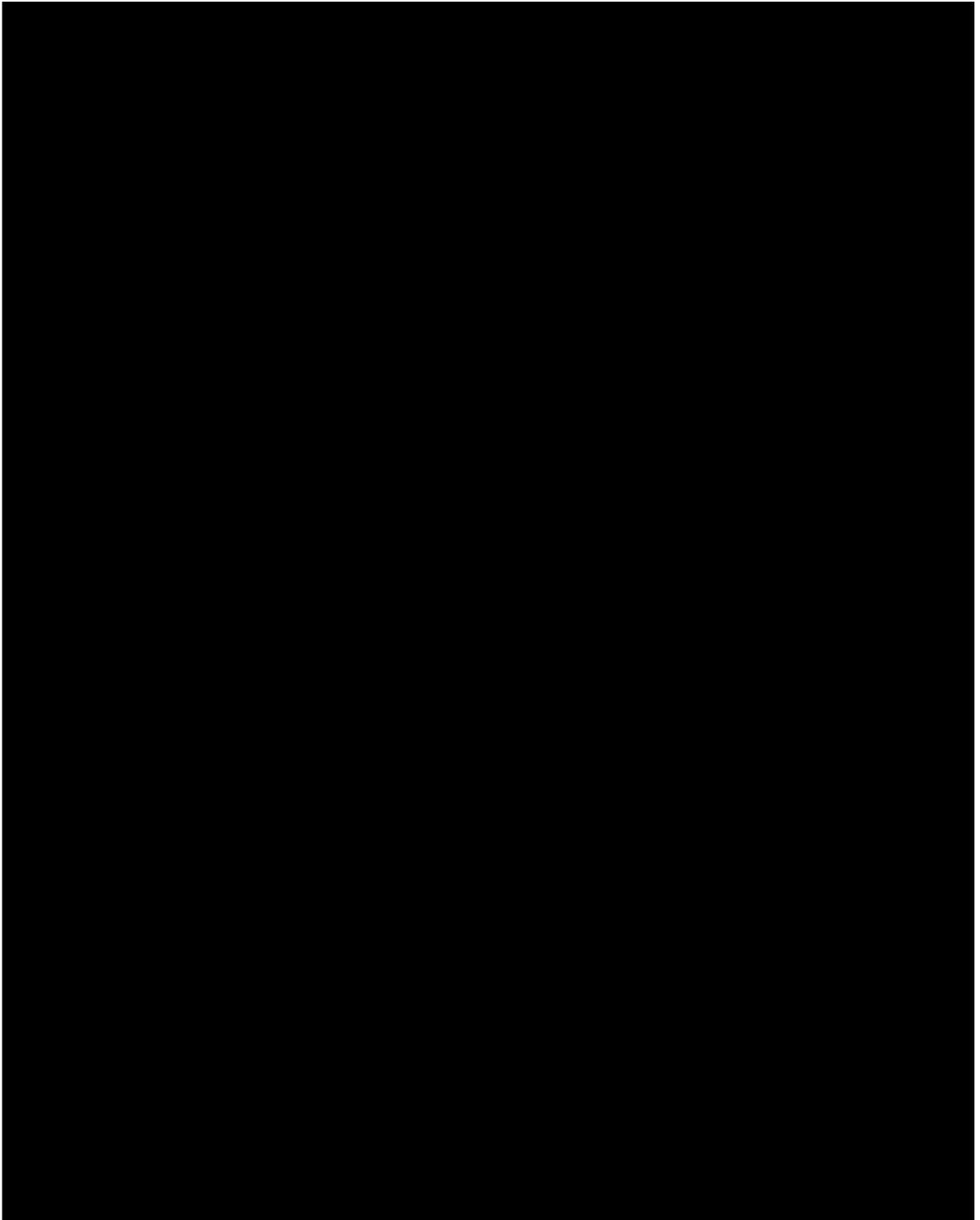


Figura A.1 Granulometría de arena de río, muestra M1

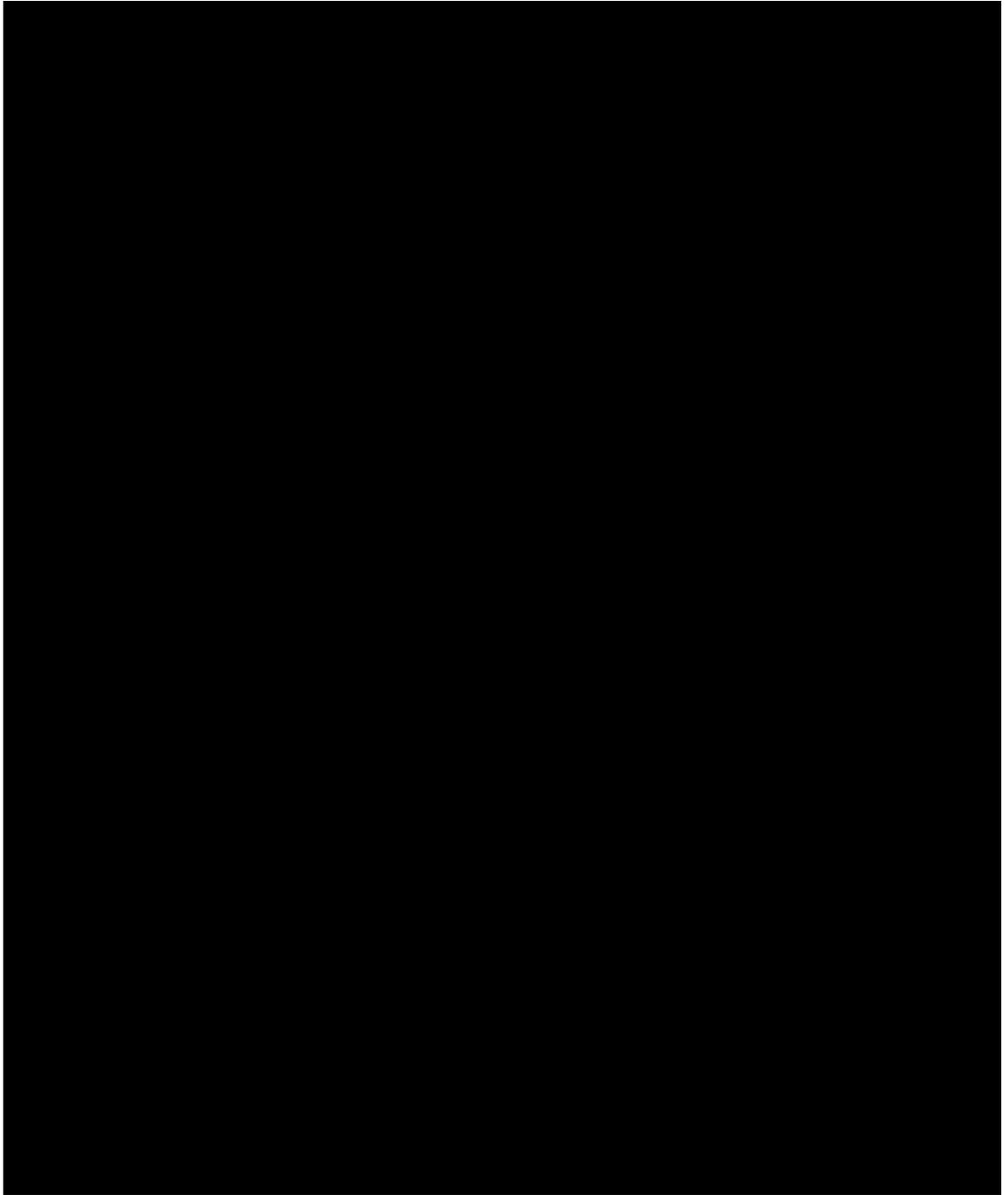


Figura A.2 Granulometría de arena de río, muestra M2

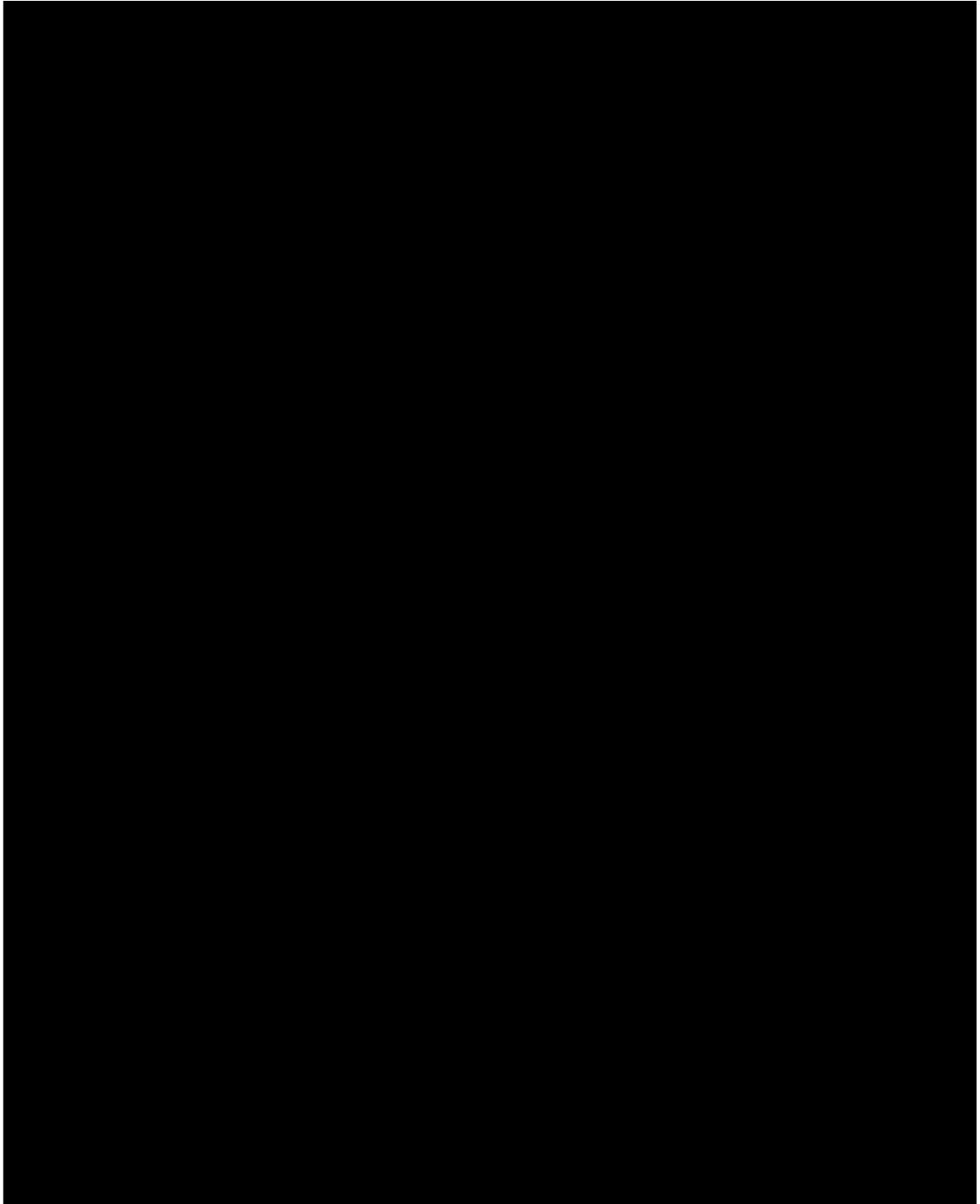


Figura A.3 Granulometría de arena de río, muestra M3

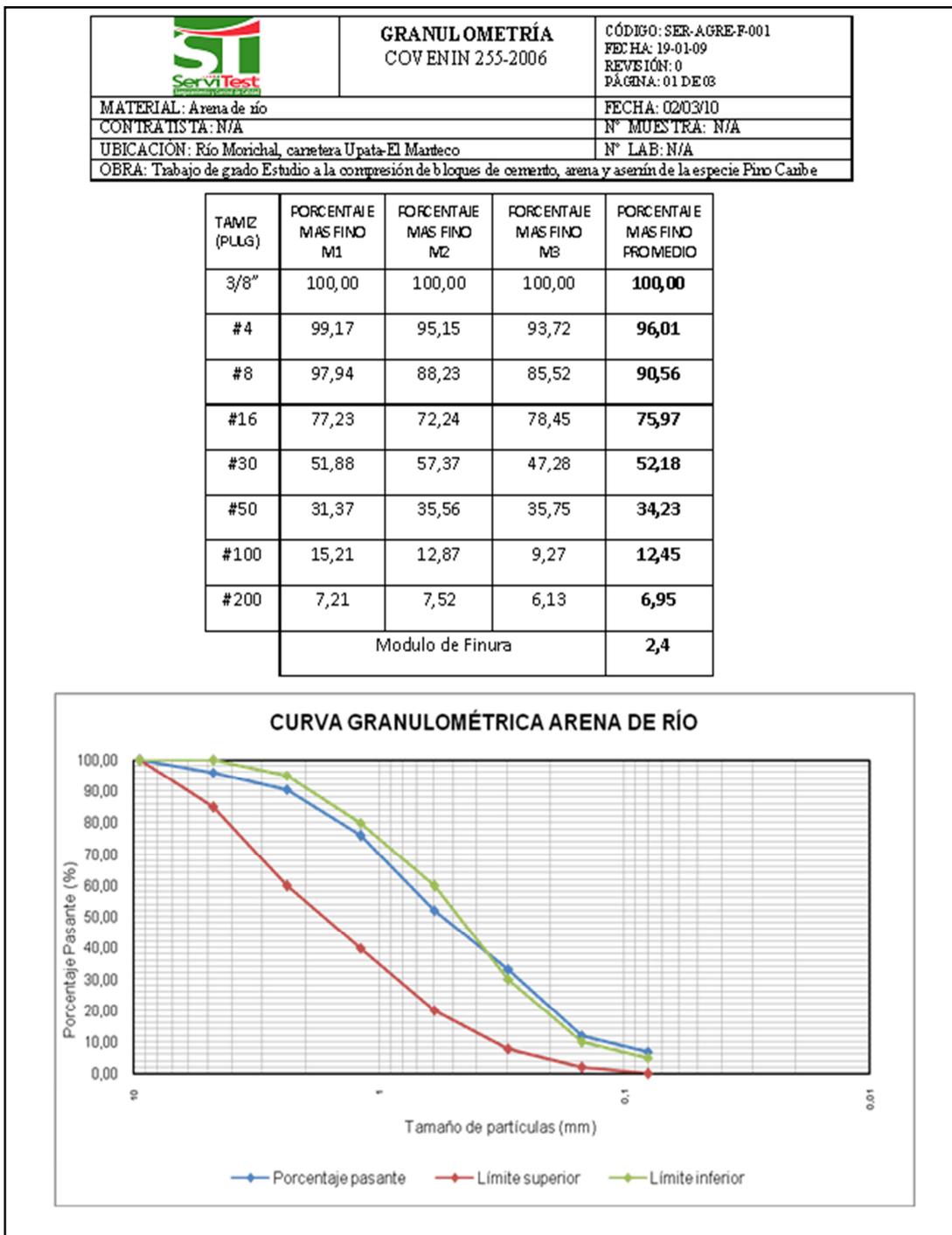


Figura A.4 Granulometría promedio de las muestras M1, M2 y M3

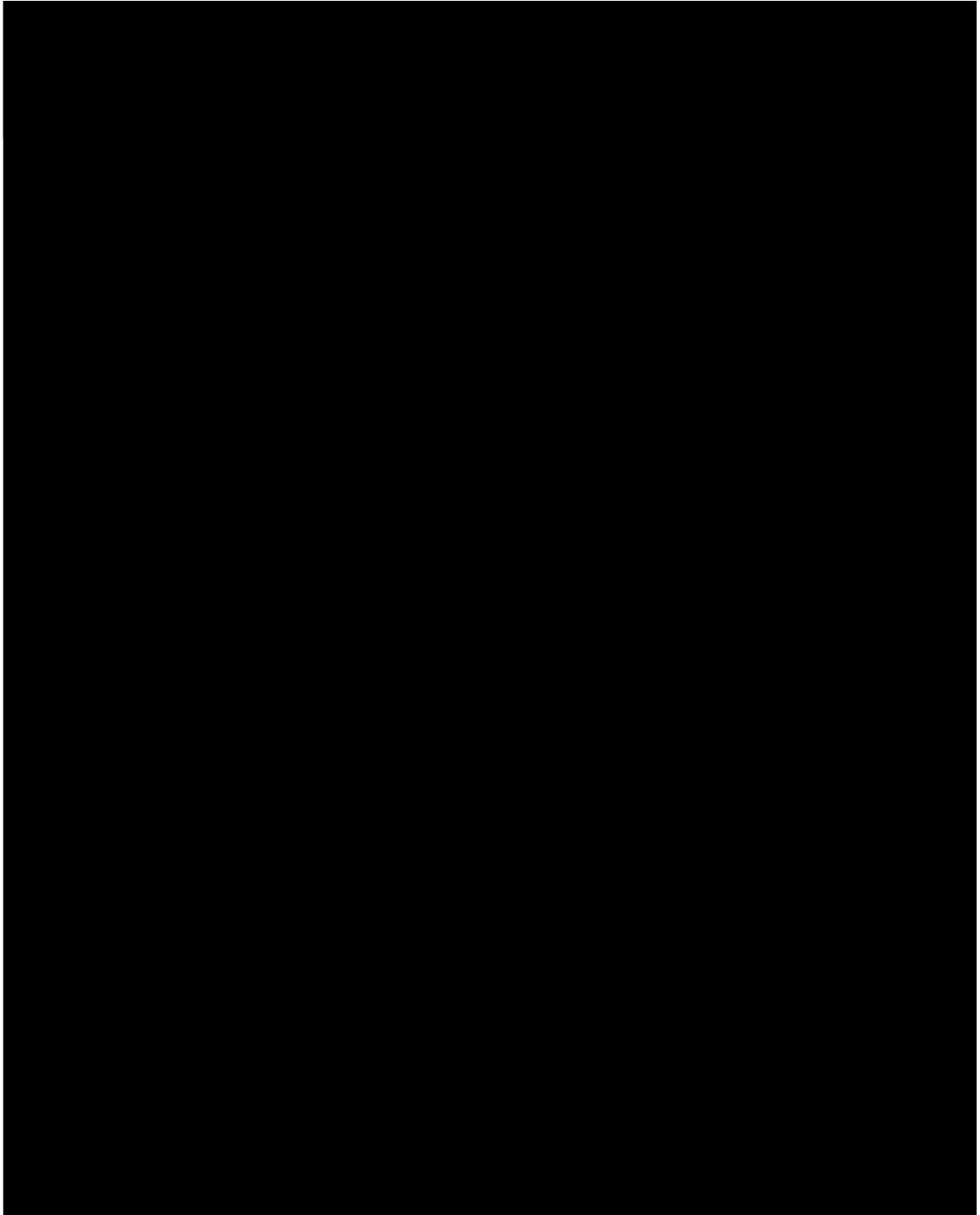


Figura A.5 Peso unitario de la arena de río

	<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTO</b>		CÓDIGO: SER-AGRE-F-002	
	COVENIN 263-78		FECHA: 20-01-09	REVISIÓN Nº 01
				PÁGINA: 2 DE 2
OBRA:	Trabajo de Grado Estudio de Resistencia a la compresión de bloques de cemento, arena y residuos de madera de la especie pino caribe.		FECHA:	<b>02/03/2010</b>
CONTRATISTA:	<b>Universidad de Oriente</b>		Nº LAB:	<b>SER-PU-AS-C-002-10</b>
UBICACIÓN:	<b>MATERIAL PROCEDENTE DEL ASERRADERO INDUFORCA, AVENIDA CISNEROS, SAN FELIX</b>		MUESTRA:	<b>AS-PC</b>
			MATERIAL:	<b>ASERRÍN DE PINO CARIBE</b>
		% V:		
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>		<b>PESO UNITARIO COMPACTO</b>		
	PESO MOLDE + MUESTRA (grs)	PESO MUESTRA (grs)	PESO MOLDE + MUESTRA (grs)	PESO MUESTRA (grs)
	3.405,6	615,6	3.852,0	852,0
	3.402,3	612,3	3.933,0	933,0
	3.404,5	614,5	3.897,0	891,0
	3.401,0	611,0	3.902,0	902,0
	3.402,4	612,4	3.914,0	914,0
	PROMEDIO (Grs):	<b>613,2</b>	PROMEDIO (Grs):	<b>898,4</b>
	PESO SECO (Grs):	<b>613,2</b>	PESO SECO (Grs):	<b>898,4</b>
	PESO UNITARIO (Kg/m³):	<b>204</b>	PESO UNITARIO (Kg/m³):	<b>299</b>
	PESO MOLDE (Grs)	VOLUMEN MOLDE (cm³)	PESO MOLDE (Grs)	VOLUMEN MOLDE (cm³)
	<b>2.790,0</b>	<b>3.000,00</b>	<b>2.790,0</b>	<b>3.000,0</b>
PESO SECO:		ABSORCIÓN:		
PESO MATERIAL SATURADO:		HORA:		
<b>EXPANSIÓN</b>				
	FECHA	HORA	LECTURA MICRÓMETRO	DIFERENCIA
<del> </del>				
OBSERVACIONES:				
<b>ASERRÍN DE PINO CARIBE PARA FABRICACIÓN DE BLOQUES HUECOS DE CONCRETO CON ASERRÍN ASERRADERO INDUFORCA, AVENIDA CISNEROS, SAN FELIX</b>				
	REALIZADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:	CLIENTE
FIRMA:				
NOMBRE:	CARLOS SARMIENTO	JEIRY CORDOVA	MANUEL E. SARMIENTO	
FECHA:	02/03/2010	02/03/2010	02/03/2010	

Figura A.6 Peso unitario de aserrín de pino caribe

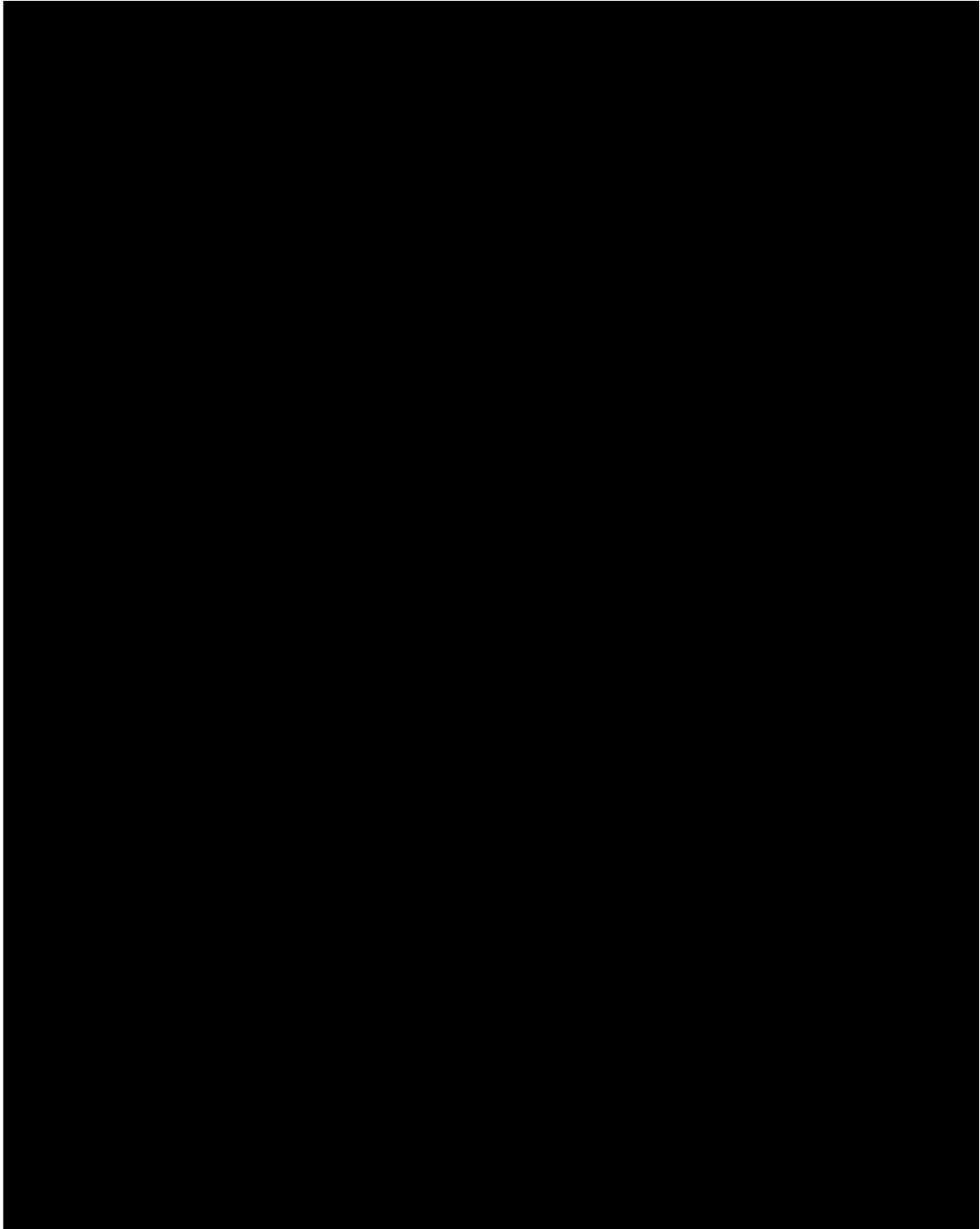


Figura A.7 Peso específico de la arena de río

## **APÉNDICE B**

### **RESULTADOS DE ENSAYO DE CALIDAD DE LOS BLOQUES HUECOS DE CEMENTO ARENA Y ASERRÍN DE LA ESPECIE PINO CARIBE**

Tabla B.1 Resistencia a la compresión de bloques huecos de cemento, arena y aserrín de la mezcla BH-A

 <p><b>ServitTest</b> Aseguramiento y Control de Calidad</p>	<b>ENSAYOS A LA COMPRESIÓN EN BLOQUES DE CONCRETO</b> Designación normas (COVENIN 042) (ASTM 4282)											GC-SERV-CON-05																																																																																																																											
												Fecha elab. 2008																																																																																																																											
												Última Rev.	enero-09																																																																																																																										
Página: 1 de 1																																																																																																																																							
Trabajo de Grado Estudio de Resistencia a la compresión de bolques de cemento, arena y residuos demadera de la especie pino caribe.																																																																																																																																							
<b>Características de los equipos utilizados para el ensayo</b>																																																																																																																																							
<b>Obra:</b> _____ <b>Empresa:</b> <b>Universidad de Oriente</b> <b>Ubicación:</b> Cd Bolivar - Edo Bolivar <b>Contratista:</b> <b>N/A</b> <b>Resistencia Requerida a los 28 días:</b> _____ <b>Fecha:</b> 26 de abril del 2010			<b>Prensa</b> Marca: SUZPECAR Modelo: CMP-150 Serial N°: 1235 Fecha de calibración: 20 de abril de 2009 Certificado de calibración N°: LC-0317 Empresa que realizó la calibración: I.C.C. C.A				<b>Balanza</b> Marca: WEIGHING Modelo / tipo: Balanza Digital Serial N°: XK3100-B1 Fecha de calibración: 20-abr-09 Certificado de calibración N°: CC-M-09,553 Empresa que realizó la calibración: I.C.C. C.A																																																																																																																																
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Bloque Número</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="9">Dimensiones Normales (cm)</th> <th rowspan="2">Carga de Ruptura (Kg.)</th> <th rowspan="2">Resistencia Bruta Obtenida (Kg./cm²)</th> <th rowspan="2">Resistencia Neta Obtenida (Kg./cm²)</th> <th rowspan="2">Resistencia Requerida (Kg./cm²)</th> </tr> <tr> <th>N° Lab.</th> <th>Campo</th> <th>Fecha de Toma</th> <th>Descripción</th> <th>Fecha de ensayo</th> <th>Edad (días)</th> <th>Peso (Kg.)</th> <th>Altura (cm)</th> <th>Largo (cm)</th> <th>Ancho (cm)</th> <th>Área Bruta (cm²)</th> <th>Área Neta (cm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>BH-A1</td> <td>27-03-10</td> <td></td> <td>#####</td> <td>30,0</td> <td>8,840</td> <td>18,80</td> <td>39,20</td> <td>14,30</td> <td>560,56</td> <td>203,36</td> <td>17,248</td> <td><b>31</b></td> <td>85</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>BH-A2</td> <td>27-03-10</td> <td></td> <td>#####</td> <td>30,0</td> <td>8,865</td> <td>18,70</td> <td>39,20</td> <td>14,20</td> <td>556,64</td> <td>256,38</td> <td>18,325</td> <td><b>33</b></td> <td>71</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>BH-A3</td> <td>27-03-10</td> <td></td> <td>#####</td> <td>30,0</td> <td>8,752</td> <td>18,90</td> <td>39,20</td> <td>14,30</td> <td>560,56</td> <td>237,04</td> <td>18,369</td> <td><b>33</b></td> <td>77</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>BH-A4</td> <td>27-03-10</td> <td></td> <td>#####</td> <td>30,0</td> <td>8,620</td> <td>18,70</td> <td>39,10</td> <td>14,30</td> <td>559,13</td> <td>247,74</td> <td>18,325</td> <td><b>33</b></td> <td>74</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>BH-A5</td> <td>27-03-10</td> <td></td> <td>#####</td> <td>30,0</td> <td>8,620</td> <td>18,70</td> <td>39,00</td> <td>14,30</td> <td>557,70</td> <td>198,00</td> <td>18,369</td> <td><b>33</b></td> <td>93</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="12" style="text-align: right;"><b>Promedios</b></td> <td><b>32</b></td> <td><b>80</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>													Bloque Número			Dimensiones Normales (cm)									Carga de Ruptura (Kg.)	Resistencia Bruta Obtenida (Kg./cm²)	Resistencia Neta Obtenida (Kg./cm²)	Resistencia Requerida (Kg./cm²)	N° Lab.	Campo	Fecha de Toma	Descripción	Fecha de ensayo	Edad (días)	Peso (Kg.)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área Bruta (cm²)	Área Neta (cm²)	1	BH-A1	27-03-10		#####	30,0	8,840	18,80	39,20	14,30	560,56	203,36	17,248	<b>31</b>	85	-	2	BH-A2	27-03-10		#####	30,0	8,865	18,70	39,20	14,20	556,64	256,38	18,325	<b>33</b>	71	-	3	BH-A3	27-03-10		#####	30,0	8,752	18,90	39,20	14,30	560,56	237,04	18,369	<b>33</b>	77	-	4	BH-A4	27-03-10		#####	30,0	8,620	18,70	39,10	14,30	559,13	247,74	18,325	<b>33</b>	74	-	5	BH-A5	27-03-10		#####	30,0	8,620	18,70	39,00	14,30	557,70	198,00	18,369	<b>33</b>	93	-	<b>Promedios</b>												<b>32</b>	<b>80</b>	
Bloque Número			Dimensiones Normales (cm)									Carga de Ruptura (Kg.)		Resistencia Bruta Obtenida (Kg./cm²)	Resistencia Neta Obtenida (Kg./cm²)	Resistencia Requerida (Kg./cm²)																																																																																																																							
	N° Lab.	Campo	Fecha de Toma	Descripción	Fecha de ensayo	Edad (días)	Peso (Kg.)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área Bruta (cm²)		Área Neta (cm²)																																																																																																																										
1	BH-A1	27-03-10		#####	30,0	8,840	18,80	39,20	14,30	560,56	203,36	17,248	<b>31</b>	85	-																																																																																																																								
2	BH-A2	27-03-10		#####	30,0	8,865	18,70	39,20	14,20	556,64	256,38	18,325	<b>33</b>	71	-																																																																																																																								
3	BH-A3	27-03-10		#####	30,0	8,752	18,90	39,20	14,30	560,56	237,04	18,369	<b>33</b>	77	-																																																																																																																								
4	BH-A4	27-03-10		#####	30,0	8,620	18,70	39,10	14,30	559,13	247,74	18,325	<b>33</b>	74	-																																																																																																																								
5	BH-A5	27-03-10		#####	30,0	8,620	18,70	39,00	14,30	557,70	198,00	18,369	<b>33</b>	93	-																																																																																																																								
<b>Promedios</b>												<b>32</b>	<b>80</b>																																																																																																																										
<b>Observaciones:</b> _____																																																																																																																																							
<b>Inspección</b>				<b>Contratista</b>				<b>ServitTest,s.a</b>																																																																																																																															
Nombre: _____				Nombre: _____				Técnico Laboratorista: <u>ALFONSO SARMIENTO</u>																																																																																																																															
Representante: _____				Representante: _____				Representante: <u>MANUEL E SARMIENTO</u>																																																																																																																															
Fecha: _____				Fecha: _____				Fecha: <u>26-abr-10</u>																																																																																																																															
								Realizado por: <u>ALFONSO SARMIENTO</u>																																																																																																																															
								Revisado por: <u>JEIRY CORDOVA</u>																																																																																																																															
								Aprobado por: <u>MANUEL E SARMIENTO</u>																																																																																																																															
Firma				Firma																																																																																																																																			

Tabla B.2 Resistencia a la compresión de bloques huecos de cemento, arena y aserrín de la mezcla BH-B

Bloque Número		Dimensiones Normales (cm)													
Nº Lab.	Campo	Fecha de Toma	Descripción	Fecha de ensayo	Edad (días)	Peso (Kg.)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (Kg.)	Resistencia Bruta Obtenida (Kg./cm <sup>2</sup> )	Resistencia Neta Obtenida (Kg./cm <sup>2</sup> )	Resistencia Requerida (Kg./cm <sup>2</sup> )
1	BH-B1	27-03-10		#####	30,0	6,720	18,70	39,20	14,70	576,24	219,04	6.033	<b>10</b>	28	-
2	BH-B2	27-03-10		#####	30,0	6,860	18,80	39,20	14,70	576,24	275,98	5.537	<b>10</b>	20	-
3	BH-B3	27-03-10		#####	30,0	6,900	18,90	39,20	14,70	576,24	252,72	6.522	<b>11</b>	26	-
4	BH-B4	27-03-10		#####	30,0	7,040	18,70	39,30	14,80	581,64	270,25	6.728	<b>12</b>	25	-
5	BH-B5	27-03-10		#####	30,0	6,540	18,70	39,20	14,80	580,16	220,46	6.280	<b>11</b>	28	-
												<b>Promedios</b>	<b>11</b>	<b>25</b>	

**Observaciones:**

Inspección		Contratista		Servitest,s.a	
Nombre:		Nombre:		Técnico Laboratorista:	ALFONSO SARMIENTO
Representante:		Representante:		Representante:	MANUEL E SARMIENTO
Fecha:		Fecha:		Fecha:	26-abr-10
				Realizado por:	ALFONSO SARMIENTO
				Revisado por:	JEIRY CORDOVA
				Aprobado por:	MANUEL E SARMIENTO
Firma		Firma			

Tabla B 3 Resistencia a la compresión de bloques huecos de cemento, arena y aserrín de la mezcla BH-C

 <p><b>ServitTest</b> Asesoramiento y Control de Calidad</p>	<b>ENSAYOS A LA COMPRESIÓN EN BLOQUES DE CONCRETO</b> <b>Designación normas (COVENIN 042) (ASTM 4282)</b>											GC-SERV-CON-05 Fecha elab. 2008 Última Rev. enero-09																																																																																																																											
	Página: 1 de 1																																																																																																																																						
	Trabajo de Grado Estudio de Resistencia a la compresión de bolques de cemento,arena y residuos demadera de la especie pino caribe.																																																																																																																																						
<b>Características de los equipos utilizados para el ensayo</b>																																																																																																																																							
<b>Obra:</b> Universidad de Oriente <b>Ubicación:</b> Cd Bolivar - Edo Bolivar <b>Contratista:</b> N/A <b>Resistencia Requerida a los 28 días:</b> <b>Fecha:</b> 10 de mayo del 2010			<b>Prensa</b>			Marca: SUZPECAR Modelo: CMP-150 Serial N°: 1235 Fecha de calibración: 20 de abril de 2009 Certificado de calibración N°: LC-0317 Empresa que realizó la calibración: I.C.C. C.A			<b>Balanza</b>			Marca: WEIGHING Modelo / tipo: Balanza Digital Serial N°: XK3100-B1 Fecha de calibración: 20-abr-09 Certificado de calibración N°: CC-M-09.553 Empresa que realizó la calibración: I.C.C. C.A																																																																																																																											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Bloque</th> <th rowspan="2">Número</th> <th colspan="10">Dimensiones Normales (cm)</th> <th rowspan="2">Resistencia Bruta Obtenida (Kg./cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">Resistencia Neta Obtenida (Kg./cm<sup>2</sup>)</th> <th rowspan="2">Resistencia Requerida (Kg./cm<sup>2</sup>)</th> </tr> <tr> <th>N° Lab.</th> <th>Campo</th> <th>Fecha de Toma</th> <th>Descripción</th> <th>Fecha de ensayo</th> <th>Edad (días)</th> <th>Peso (Kg.)</th> <th>Altura (cm)</th> <th>Largo (cm)</th> <th>Ancho (cm)</th> <th>Área Bruta (cm<sup>2</sup>)</th> <th>Área Neta (cm<sup>2</sup>)</th> <th>Carga de Ruptura (Kg.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>BH-C1</td> <td>10-04-10</td> <td></td> <td>#####</td> <td>30,0</td> <td>7,774</td> <td>18,80</td> <td>39,30</td> <td>14,20</td> <td>558,06</td> <td>200,86</td> <td>8.735</td> <td><b>16</b></td> <td>43</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>BH-C2</td> <td>10-04-10</td> <td></td> <td>#####</td> <td>30,0</td> <td>7,720</td> <td>18,80</td> <td>39,20</td> <td>14,10</td> <td>552,72</td> <td>252,46</td> <td>10.426</td> <td><b>19</b></td> <td>41</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>BH-C3</td> <td>10-04-10</td> <td></td> <td>#####</td> <td>30,0</td> <td>7,700</td> <td>18,90</td> <td>39,30</td> <td>14,20</td> <td>558,06</td> <td>234,54</td> <td>9.762</td> <td><b>17</b></td> <td>42</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>BH-C4</td> <td>10-04-10</td> <td></td> <td>#####</td> <td>30,0</td> <td>7,500</td> <td>18,70</td> <td>39,10</td> <td>14,20</td> <td>555,22</td> <td>243,83</td> <td>10.210</td> <td><b>18</b></td> <td>42</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>BH-C5</td> <td>10-04-10</td> <td></td> <td>#####</td> <td>30,0</td> <td>7,880</td> <td>19,00</td> <td>39,30</td> <td>14,30</td> <td>561,99</td> <td>202,29</td> <td>9.815</td> <td><b>17</b></td> <td>49</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="11"></td> <td style="text-align: center;"><b>Promedios</b></td> <td style="text-align: center;"><b>18</b></td> <td style="text-align: center;"><b>43</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>													Bloque	Número	Dimensiones Normales (cm)										Resistencia Bruta Obtenida (Kg./cm <sup>2</sup> )	Resistencia Neta Obtenida (Kg./cm <sup>2</sup> )	Resistencia Requerida (Kg./cm <sup>2</sup> )	N° Lab.	Campo	Fecha de Toma	Descripción	Fecha de ensayo	Edad (días)	Peso (Kg.)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Área Neta (cm <sup>2</sup> )	Carga de Ruptura (Kg.)	1	BH-C1	10-04-10		#####	30,0	7,774	18,80	39,30	14,20	558,06	200,86	8.735	<b>16</b>	43	-	2	BH-C2	10-04-10		#####	30,0	7,720	18,80	39,20	14,10	552,72	252,46	10.426	<b>19</b>	41	-	3	BH-C3	10-04-10		#####	30,0	7,700	18,90	39,30	14,20	558,06	234,54	9.762	<b>17</b>	42	-	4	BH-C4	10-04-10		#####	30,0	7,500	18,70	39,10	14,20	555,22	243,83	10.210	<b>18</b>	42	-	5	BH-C5	10-04-10		#####	30,0	7,880	19,00	39,30	14,30	561,99	202,29	9.815	<b>17</b>	49	-												<b>Promedios</b>	<b>18</b>	<b>43</b>	
Bloque	Número	Dimensiones Normales (cm)										Resistencia Bruta Obtenida (Kg./cm <sup>2</sup> )			Resistencia Neta Obtenida (Kg./cm <sup>2</sup> )	Resistencia Requerida (Kg./cm <sup>2</sup> )																																																																																																																							
		N° Lab.	Campo	Fecha de Toma	Descripción	Fecha de ensayo	Edad (días)	Peso (Kg.)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)		Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Área Neta (cm <sup>2</sup> )			Carga de Ruptura (Kg.)																																																																																																																						
1	BH-C1	10-04-10		#####	30,0	7,774	18,80	39,30	14,20	558,06	200,86	8.735	<b>16</b>	43	-																																																																																																																								
2	BH-C2	10-04-10		#####	30,0	7,720	18,80	39,20	14,10	552,72	252,46	10.426	<b>19</b>	41	-																																																																																																																								
3	BH-C3	10-04-10		#####	30,0	7,700	18,90	39,30	14,20	558,06	234,54	9.762	<b>17</b>	42	-																																																																																																																								
4	BH-C4	10-04-10		#####	30,0	7,500	18,70	39,10	14,20	555,22	243,83	10.210	<b>18</b>	42	-																																																																																																																								
5	BH-C5	10-04-10		#####	30,0	7,880	19,00	39,30	14,30	561,99	202,29	9.815	<b>17</b>	49	-																																																																																																																								
											<b>Promedios</b>	<b>18</b>	<b>43</b>																																																																																																																										
<b>Observaciones:</b>																																																																																																																																							
<b>Inspección</b>				<b>Contratista</b>				<b>ServitTest,s.a</b>																																																																																																																															
Nombre: _____				Nombre: _____				Técnico Laboratorista: _____																																																																																																																															
Representante: _____				Representante: _____				Representante: _____																																																																																																																															
Fecha: _____				Fecha: _____				Fecha: _____																																																																																																																															
								Realizado por: _____																																																																																																																															
								Revisado por: _____																																																																																																																															
								Aprobado por: _____																																																																																																																															
Firma				Firma																																																																																																																																			

Tabla B.4 Clasificación de los bloques según el agregado

CLASIFICACIÓN DE LOS BLOQUES SEGÚN LOS AGREGADOS										
Bloque	Peso Seco (gr)	Largo (cm)	Ancho cm	Alto cm	Área Bruta	Área Hueca	Área Neta	Volumen cm <sup>3</sup>	Peso Unitario	Clasificación según los agregados
					cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>		Kg/m <sup>3</sup>	
BH-A1	8840,00	39,20	14,30	18,80	560,56	357,20	203,36	3823,17	2312,22	Pesado
BH-A2	8865,00	39,20	13,90	18,70	544,88	288,50	256,38	4794,31	1849,07	Semipesado
BH-A3	8752,00	39,20	13,80	18,90	540,96	303,92	237,04	4480,06	1953,55	Semipesado
BH-A4	8620,00	39,10	14,20	18,70	555,22	307,48	247,74	4632,74	1860,67	Semipesado
BH-A5	8620,00	39,00	13,80	18,70	538,20	340,20	198,00	3702,60	2328,09	Pesado
BH-B1	6720,00	39,20	14,00	18,70	548,80	329,76	219,04	4096,05	1640,61	Semipesado
BH-B2	6860,00	39,20	13,90	18,80	544,88	268,90	275,98	5188,42	1322,17	Semipesado
BH-B3	6900,00	39,20	13,80	18,90	540,96	288,24	252,72	4776,41	1444,60	Semipesado
BH-B4	7040,00	39,30	14,20	18,70	558,06	287,81	270,25	5053,68	1393,05	Semipesado
BH-B5	6540,00	39,20	13,80	18,70	540,96	320,50	220,46	4122,60	1586,38	Semipesado
BH-C1	7774,00	39,30	14,20	18,80	546,06	345,20	200,86	3776,17	2058,70	Pesado
BH-C2	7720,00	39,20	14,10	18,80	540,72	288,26	252,46	4746,25	1626,55	Semipesado
BH-C3	7700,00	39,30	14,20	18,90	546,06	311,52	234,54	4432,81	1737,05	Semipesado
BH-C4	7500,00	39,10	14,20	18,70	543,22	299,39	243,83	4559,62	1644,87	Semipesado
BH-C5	7880,00	39,30	14,30	19,00	549,99	347,70	202,29	3843,51	2050,21	Pesado

## ANEXOS

**NORMA COVENIN 263:78 “MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR  
EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO”**

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
263-78**

**METODO DE ENSAYO PARA  
DETERMINAR EL PESO UNITARIO  
DEL AGREGADO.**



**NORMA COVENIN 42:82 “BLOQUES HUECOS DE CONCRETO”**

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

---

**COVENIN  
42-82**

**BLOQUES HUECOS DE CONCRETO.**

---



**NORMA COVENIN 28:93 "CEMENTO PORTLAND. ESPECIFICACIONES"**

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
28-93**

**CEMENTO PORTLAND.  
ESPECIFICACIONES.**

**(5<sup>ta</sup> REVISION)**



**NORMA COVENIN 255:98 “AGREGADOS. DETERMINACIÓN DE LA  
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA”**

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
255:1998**

**AGREGADOS. DETERMINACIÓN  
DE LA COMPOSICIÓN  
GRANULOMÉTRICA**

**(1<sup>ra</sup> Revisión)**



**NORMA COVENIN 270:98 “AGREGADOS. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS  
PARA MORTEROS Y CONCRETOS”**

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
270:1998**

**AGREGADOS. EXTRACCIÓN DE  
MUESTRAS PARA MORTEROS  
Y CONCRETOS**

**(1<sup>ra</sup> Revisión)**



**NORMA COVENIN 268:98 “AGREGADO FINO. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y LA ABSORCIÓN”**

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
268:1998**

**AGREGADO FINO.  
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD  
Y LA ABSORCIÓN**

**(1<sup>ra</sup> Revisión)**



**NORMA COVENIN 273:98 “CONCRETO, MORTERO Y COMPONENTES.  
TERMILOGÍA”**

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
273:1998**

**CONCRETO, MORTERO  
Y COMPONENTES.  
TERMINOLOGÍA**

**(1<sup>ra</sup> Revisión)**



**NORMA COVENIN 3549:99 “TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. MANUAL DE ELEMENTOS DE ESTADÍSTICA Y DISEÑO DE EXPERIMENTOS”**

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
3549:1999**

**TECNOLOGÍA DEL CONCRETO.  
MANUAL DE ELEMENTOS  
DE ESTADÍSTICA  
Y DISEÑO DE EXPERIMENTOS**



**NORMA COVENIN 277:2000 “CONCRETOS. AGREGADOS. REQUISITOS”**

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
277:2000**

**CONCRETO. AGREGADOS.  
REQUISITOS  
(3<sup>ra</sup> Revisión)**



**NORMA COVENIN 2385:2000 “CONCRETO Y MORTERO. AGUA DE MEZCLADO. REQUISITOS”**

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
2385:2000**

**CONCRETO Y MORTERO.  
AGUA DE MEZCLADO.  
REQUISITOS**

**(1<sup>ra</sup> Revisión)**



## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

<b>Título</b>	<b>ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN BLOQUES HUECOS DE CEMENTO, ARENA Y ASERRÍN DE PINO CARIBE.</b>
<b>Subtítulo</b>	

Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
Macuarisma Baute Claudia Andreina	<b>CVLAC</b>	17878823
	<b>e-mail</b>	Claudia_andreina_m@hotmail.com
	<b>e-mail</b>	
Martínez Rodríguez Albenis Ramón	<b>CVLAC</b>	17524176
	<b>e-mail</b>	Albenis_mr@hotmail.com
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

Palabras o frases claves:

<b>RESISTENCIA</b>
<b>COMPRESIÓN</b>
<b>BLOQUES</b>
<b>CEMENTO</b>
<b>ARENA</b>

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias de la Tierra	Ingeniería Civil

**Resumen (abstract):** El objetivo general de la presente investigación es determinar la resistencia a la compresión de bloques huecos de cemento, arena y aserrín de la especie vegetal Pino Caribe y su comparación con la norma COVENIN 42:82 “Bloque huecos de concreto”, con miras al aprovechamiento de los desechos de la industria maderera, convirtiéndolos en un producto acabado de valor agregado que pueda ser utilizado en la industria de la construcción. En el desarrollo de este trabajo de investigación, se emplearon insumos tales como cemento, arena, aserrín de la especie vegetal pino Caribe, con tamaños de partículas entre 1-3 mm; y cal como mineralizante, que neutraliza la influencia negativa de los azúcares de la madera en el fraguado del cemento. Para la fabricación de los bloques se usó una máquina vibrobloquera automatizada, con los diseños de mezcla en peso 1:2,6:0,6; 1:3,9:0,7 y 1:3,9:0,6 cemento, arena, aserrín y la cal utilizada fue del 10% en peso del aserrín. Los bloques fueron evaluados según norma COVENIN 42-82, atendiendo al dimensionado, absorción de agua y resistencia a la compresión. Los resultados determinaron que los bloques realizados con la mezcla de dosificación 1:2,6:0,6 tienen resistencia a la compresión de 33 Kg/cm<sup>2</sup> y absorción de agua del 15% clasificando como bloques tipo B1 y B2 según la norma COVENIN 42:82, cuya utilidad es para paredes divisorias expuestas o no a la humedad.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Profesor Giovanni Grieco	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	<b>griecogio@yahoo.com</b>
	<b>e-mail</b>	
Profesor Castro R. Mario	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	<b>Mariocast2@hotmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
<b>Profesor Jiménez J.</b>	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	<b>Jjimenez33@hotmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
	<b>ROL</b>	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
<b>2010</b>	<b>12</b>	<b>10</b>

Lenguaje: spa

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
<b>Tesis- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.doc</b>	<b>Aplication/msword</b>

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 \_ - .**

**Alcance:**

**Espacial:** \_\_\_\_\_ (Opcional)

**Temporal:** \_\_\_\_\_ (Opcional)

**Título o Grado asociado con el trabajo:**   Ingeniero Civil  

**Nivel Asociado con el Trabajo:**   Pre-grado  

**Área de Estudio:** \_\_\_\_\_

**Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:**   Universidad de Oriente

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

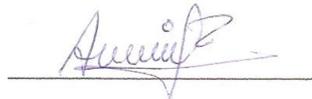
### Derechos:

**De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado**  
**“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la**  
**Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros**  
**finés con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,**  
**quien lo participara al Consejo Universitario”**

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.



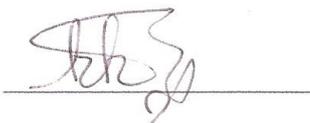
**AUTOR 1**



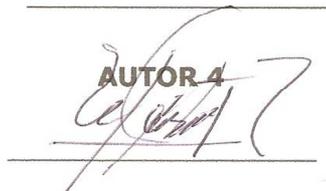
**AUTOR 2**

---

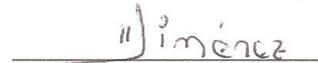
**AUTOR 3**



**TUTOR**



**JURADO 1**



**JURADO 2**

**POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:**

