

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**CONSTRUCCION DE UN MURO PROTOTIPO A BASE DE
LOS BLOQUES HEXAGONALES USADOS EN LA
CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS**

PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
POR EL BACHILLER
BALOGH TIHANYI JORGE LUIS
PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL

CARACAS, Octubre de 2004

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**CONSTRUCCION DE UN MURO PROTOTIPO A BASE DE
LOS BLOQUES HEXAGONALES USADOS EN LA
CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS**

TUTOR ACADÉMICO: ING. RODOLFO OSERS
ING. MARIA E. KORODY

PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
POR EL BACHILLER
BALOGH TIHANYI JORGE LUIS
PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL

CARACAS, Octubre de 2004

El día _____ se reunió el Jurado formado por los profesores.

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado titulado: *“CONTRUCCION DE UN MURO PROTOTIPO A BASE DE LOS BLOQUES HEXAGONALES USADOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS”*

Presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela para optar al título de Ingeniero Civil. Una vez oída la defensa oral que el bachiller hizo de su Trabajo Especial, este Jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Número	Letras

RECOMENDACIONES (Si las hubiera):

FIRMAS DEL JURADO

Caracas, _____ de _____ del 2004



“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo”.

Einstein, Albert.

DEDICATORIA

El presente trabajo especial de grado lo dedico en primer lugar a Dios, por ser mi guía en los proyectos que diariamente emprendo y por ayudarme a culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mis padres, Valeria y Gyorgy Balogh, por haberme apoyado, guiado y servido como ejemplo a lo largo de toda mi vida.

A mis tíos, Gabriela y Gyula Kovacs, por haber estado siempre a mi lado de forma incondicional cada vez que he necesitado de ellos, por ser un apoyo incalculable en mi vida y por ser como mis segundos padres.

A mis hermana Ingrid Balogh, que a pesar que no tenerla a nuestro lado, siempre estas en nuestros pensamientos y la recordamos con mucho amor.

A mis hermanos, Gabriela y Rodolfo Balogh, por haberme entendido y apoyado en las buenas y en las malas a lo largo de toda mi vida.

A mi novia, Kathleen Coronado, por haber estado a mi lado, por entenderme, por tenerme PACIENCIA y por haberse convertido en mi compañera de labores y de vida.

A Petra Centeno, Por habernos criado, a mis hermanos y a mí, junto a mis padres y tíos con el mismo amor y dedicación.

A Todos ustedes, con todo mi cariño, MUCHAS GRACIAS!

Jorge.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mi familia, por contar con el apoyo de todos ustedes en forma incondicional.

A mis profesores, que formaron parte en mi formación profesional.

A mis compañeros, que siempre han estado ahí a lo largo de toda mi carrera.

A mis Tutores, Ing. Rodolfo Osers, Ing. Maria Korody e Ing. Ricardo Bonilla por haberme apoyado en todo momento de forma desinteresada en la realización del presente trabajo especial de grado.

A Kathleen Coronado, Gabriela Kovacs, Valeria T. de Balogh Rodolfo Balogh, Yadira Betancourt y a Luciano Rojas por haberme tenido una respuesta y un gesto de apoyo frente a cada uno de los obstáculos que se me han presentaron a lo largo de la realización del presente trabajo especial de grado.

BALOGH T. JORGE L.

**“CONSTRUCCION DE UN MURO PROTOTIPO A BASE DE LOS
BLOQUES HEXAGONALES USADOS EN LA CIUDAD
UNIVERSITARIA DE CARACAS”**

**Tutor Académico: Prof. Rodolfo Osers, Prof. María Eugenia Korody,
Trabajo Especial de Grado. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería.
Escuela de Ingeniería Civil. 2004**

Palabras claves: *Bloques Hexagonales, Muro Prototipo, Restauración.*

RESUMEN

Corresponde a este Trabajo Especial de Grado, la tarea de construir un muro prototipo a base de bloques hexagonales con la finalidad de mantener y preservar las instalaciones de la Ciudad Universitaria de Caracas, nombrada como patrimonio cultural de la humanidad por la UNESCO. Para dicha restauración, adecuación y rehabilitación se realizó la elaboración de dos propuestas de moldes para la fabricación de los bloques hexagonales, una de ellos fue realizado en madera, la cual fue descartada debido a las imperfecciones que se presentaban tanto en los bordes de los bloques como en el tiempo de producción de los mismos; La segunda propuesta fue concebida en metal, tomando en cuenta y previendo solucionar los inconvenientes que se presentaron de forma irreparable en la primera propuesta de molde, esta segunda propuesta resultó ser la mas idónea para la producción de dichos bloques, dando como resultado un bloque hexagonal que cumple con las características requeridas para la restauración que deban realizarse en las zonas afectadas de los muros de ventilación. Así mismo, se diseñó el plano constructivo para la elaboración del muro prototipo y simultáneamente se continuó con la fabricación de los bloques hexagonales necesarios para la construcción de dicho muro, luego se construyó en el IMME (Instituto de Materiales y Modelos Estructurales) el muro prototipo y se realizó el ensayo de carga de gravedad propuesto para el mismo.

Acta.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Resumen.....	v
Índice General.....	vi
Índice de Fotos.....	ix
Índice de Cuadros.....	xii
Índice de Figuras.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	
I.1. Planteamiento del Problema.....	2
I.2. Objetivos de la investigación.....	3
I.2.1. Objetivo General.....	3
I.2.2. Objetivos Específicos.....	3
I.3. Justificación de la Investigación.....	4
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
II.1. Antecedente de la Investigación.....	5
II.2. Bases Teóricas.....	5
II.2.1. Ventilación.....	5
II.2.1.1 Tipos de ventilación.....	6
II.2.2. Bloques.....	7
II.2.2.1 Tipos de Bloques.....	7
II.2.2.2. Clasificación de los Bloques.....	8
II.2.2.2.1. Bloque hexagonal de Ventilación.....	9

II.2.2.2.2. Partes de un Bloque hexagonal de Ventilación.....	10
II.2.3. Mortero.....	11
II.2.3.1. Clasificación y usos del mortero.....	13
II.2.4. Muros a base de bloques de mortero de cemento.....	16
II.2.4.1 Causas de daño.....	18
II.3. Definición de términos básicos.....	22

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

III.1. Tipo de investigación.....	25
III.2. Diseño de la investigación.....	25
III.3. Metodología para la realización del diseño y producción.....	26
III.3.1. Propuesta para la elaboración del molde de madera, Materiales, equipos y procedimiento.....	26
III.3.2. Fabricación de los bloques con el molde de madera.....	34
III.3.2.1. Procedimiento general para la preparación del mortero de cemento.....	35
III.3.2.2. Procedimiento general para el vaciado del mortero de cemento.....	36
III.3.2.3. Procedimientos de desencofrado.....	37
III.3.2.3.1. Variaciones empleadas en el diseño de mezcla y en el proceso de desencofrado.....	41
III.3.2.4. Procedimiento para el curado de los bloques.....	45
III.3.3. Propuesta para la elaboración del molde de hierro, Materiales, equipos y procedimiento.....	47
III.3.4. Fabricación de los bloques con el molde de hierro.	
- Preparación de la mezcla de mortero de cemento.	59
- Vaciado del mortero de cemento.....	59
III.3.4.1. Procedimiento de desencofrado.....	60
III.3.4.2. Variaciones empleadas en el diseño de mezcla y en el proceso de extracción del bloque.....	62
III.3.4.3. Procedimiento para el curado de los bloques.....	69
III.4. Normativa y método de ensayo.....	71
III.5. Construcción del muro prototipo.....	76

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

IV.1. Diseño y construcción del molde.....	80
IV.2. Bloque hexagonal.....	81
IV.3. Construcción del muro prototipo.....	83
IV.4. Ensayo de carga de gravedad.....	83

CONCLUSIONES.....	86
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	87
-----------------------------	-----------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
--	-----------

ANEXOS

Anexo A. Medidas del bloque hexagonal tipo I.....	90
Anexo B. Planos de despiece del molde de madera.....	96
Anexo C. Especificaciones del acelerador de fraguado.....	101
Anexo D. Planos constructivos del muro prototipo.....	104
Anexo E. Costo de la realización del Trabajo Especial de Grado.....	106

PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DEL MOLDE DE MADERA.

Foto N° 1. Corte de piezas para molde interno.....	28
Foto N° 2. Detalle de pieza del molde interno.....	29
Foto N° 3. Unión de las piezas del molde interno.....	29
Foto N° 4. Elaboración final del molde interno.....	30
Foto N° 5. Corte de piezas para molde externo.....	30
Foto N° 6. Detalle de pieza del molde externo.....	31
Foto N° 7. Unión de las piezas del molde externo.....	31
Foto N° 8. Colocación de bisagras y tornillos de refuerzo al molde externo.	32
Foto N° 9. Elaboración de la base para el molde.....	32
Foto N° 10. Acabado del molde de madera.....	33
Foto N° 11. Presentación final del molde listo para su utilización.....	33

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL VACIADO DEL MORTERO.

Foto N° 12. Vaciado de la mezcla de mortero.....	36
Foto N° 13. Compactación de la mezcla de mortero.....	36
Foto N° 14. Culminación del vaciado y compactación.....	37

PROCEDIMIENTO DE DESENCOFRADO.

Foto N° 15. Resultado del primer bloque al utilizar el diseño de mezcla y procedimiento de desencofrado planteado originalmente.....	38
Foto N° 16. Falla de borde superior tras 4 horas.....	39
Foto N° 17. Falla de borde superior tras 6 horas.....	39
Foto N° 18. Resultado tras 12 horas.....	40

VARIACIONES EMPLEADAS EN EL DISEÑO DE MEZCLA Y EN EL PROCESO DE DESENCOFRADO.

Foto N° 19. Bloque N° 24.....	43
Foto N° 20. Comparación de textura y color entre bloques.....	44

PROCEDIMIENTO PARA EL CURADO DE LOS BLOQUES.

Foto N° 21. Fase inicial del proceso de curado.....	46
Foto N° 22. Fase final del proceso de curado.....	46

PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DEL MOLDE DE MADERA.

Foto N° 23. Prismas hexagonales.....	50
Foto N° 24. Corte de planchas guías de los prismas hexagonales.....	51
Foto N° 25. Plancha base.....	51
Foto N° 26. Marco de la plancha base.....	52
Foto N° 27. Soldadura de las planchas guías.....	52
Foto N° 28. Elaboración del molde perimetral.....	53
Foto N° 29. Soldadura de las bisagras en el molde perimetral.....	53
Foto N° 30. Fijación del molde perimetral contra la base.....	54
Foto N° 31. Soldadura del sistema de extracción de los prismas hexagonales.....	54
Foto N° 32. Aseguramiento de la sección tubular transversal.....	55
Foto N° 33. Detalle final del desplazamiento de los prismas hexagonales...	56
Foto N° 34. Detalle del sistema de compactación en su posición inicial.....	57
Foto N° 35. Detalle del sistema de compactación en su posición final.....	58

FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES CON EL MOLDE DE HIERRO.

Foto N° 36. Primer paso en el proceso de desencofrado.....	60
Foto N° 37. Segundo paso en el proceso de desencofrado.....	61
Foto N° 38. Tercer paso en el proceso de desencofrado.....	61

VARIACIONES EMPLEADAS EN EL DISEÑO DE MEZCLA Y EN EL PROCESO DE EXTRACCION DEL BLOQUE.

Foto N° 39. Adherencia del bloque en la superficie fija del molde perimetral al utilizar grasa como lubricante.	62
Foto N° 40. Desmoronamiento del bloque al intentar retirarlo de la base.....	64
Foto N° 41. Implementación de un sistema de planchas intercambiables para la extracción de los bloques	66

INDICE DE FOTOS

Foto N° 42. Daño ocasionado en la máquina.....	69
<i>PROCEDIMIENTO PARA EL CURADO DE LOS BLOQUES.</i>	
Foto N° 43. Fase inicial del proceso de curado.....	70
Foto N° 44. Fase final del proceso de curado.....	70
<i>CONSTRUCCIÓN DEL MURO PROTOTIPO.</i>	
Foto N° 45. Inicio de la construcción del muro prototipo.....	77
Foto N° 46. Formación de filas o hileras de bloques.....	77
Foto N° 47. Formación de la segunda fila o hilera de bloques.....	78
Foto N° 48. Remate de la parte superior del muro prototipo.....	78
Foto N° 49. Muro prototipo listo para ser ensayado.....	79
<i>ENSAYO DE CARGA DE GRAVEDAD.</i>	
Foto N° 50. Muro prototipo antes del ensayo.....	83
Foto N° 51. Muro prototipo después del ensayo.....	84

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Uso de los morteros.....	15
Cuadro N° 2. Dosificación que necesita para la elaboración de los bloques hexagonales.....	34
Cuadro N° 3. Parámetros utilizados para la elaboración de bloques con el molde de madera.....	42
Cuadro N° 4. Parámetros utilizados para la elaboración de bloques con el molde de hierro.....	63
Cuadro N° 5. Parámetros utilizados para la elaboración de bloques con el molde de hierro (se incorpora acelerador de fraguado en la dosificación)..	65
Cuadro N° 6. Parámetros utilizados para la elaboración de bloques con el molde de hierro (se incorpora sistema de plancha intercambiable.....	66
Cuadro N° 7. Dimensiones de los bloques de concreto.....	72
Cuadro N° 8. Espesores mínimos para los bloques.....	73
Cuadro N° 9. Resistencia a la compresión de bloques de concreto.....	74

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1. Partes de un bloque hexagonal de ventilación tipo I.....	10
Figura N° 3.1. Características de un bloque hueco de concreto.....	73

La sede de la Universidad Central de Venezuela fue calificada Ciudad-Museo así como prototipo de la ciudad moderna, además, fue reconocida por la UNESCO como patrimonio cultural de la humanidad. Todos estos méritos obtenidos por ser una gran obra de arte que constituye una obra maestra del género creador humano llamado Carlos Raúl Villanueva, compromete a dicha institución al mantenimiento y preservación de dicho monumento. Las ideas de preservarla y conservarla de la forma más intacta posible promueven al desarrollo de nuevos proyectos para el mantenimiento de estas instalaciones.

El presente Trabajo Especial de Grado es un aporte de herramientas para la restauración de los muros de ventilación que poseen bloques hexagonales, que se encuentran deteriorados actualmente.

En el Capítulo I, se realiza una breve reseña de las inquietudes de este Trabajo Especial de Grado, constituido por el planteamiento del problema, objetivo general, objetivos específicos y justificación.

El Capítulo II, está constituido por los antecedentes de la investigación, se desarrollan las bases teóricas y se definen los términos básicos.

En el Capítulo III, se describe el tipo y diseño de la investigación al igual que los materiales y equipos utilizados para la fabricación de las propuestas de moldes que se utilizaran en la producción de los bloques hexagonales que permitan la construcción del muro prototipo.

En el Capítulo IV, está constituido por el análisis e interpretación de los resultados, conclusiones y recomendaciones.

I.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En el año 2.000, el comité de Patrimonio Mundial de la UNESCO, reunido en la ciudad de Cairós, Australia, declaró a la Ciudad Universitaria de Caracas como Patrimonio Mundial de la Humanidad representando para nuestro país un alto reconocimiento y una motivante responsabilidad.

Una maravilla arquitectónica diseñada por Carlos Raúl Villanueva, este lugar constituye por si mismo una gran obra de arte. Allí se funde lo urbano, arquitectónico y artístico dando como resultado una de las creaciones mas impresionantes de la arquitectura mundial del siglo XX.

Los muros de ventilación de la Ciudad Universitaria de Caracas presentan un grado de deterioro considerable, lo cual representa una gran preocupación por ser un Patrimonio Mundial de la Humanidad.

A partir del trabajo de investigación realizado por el Br. Miguel Horacio Cano Rodríguez “PROPUESTA DE DISEÑO Y PRODUCCION DE BLOQUES HEXAGONALES PARA LA RESTAURACIÓN DE LAS PAREDES DE VENTILACIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA” nace la inquietud de construir un muro prototipo como consecuencia del deterioro que presentan los muros de ventilación, conformados por bloques hexagonales y localizados generalmente en las áreas exteriores de las edificaciones y en las divisorias de ambientes, lo cual hace que los

mismos estén mas expuestas a los daños por causas de acción humana y del medio ambiente.

Tomando en consideración la importancia de la estructura mencionada y su deterioro, se establece así el compromiso de la restauración, reparación, adecuación y rehabilitación de esta obra de carácter patrimonial.

Para la realización de este muro prototipo a base de los bloques hexagonales, no existe hasta el momento un molde totalmente especifico y adecuado para la producción de dichos bloques, por lo cual se realizará un molde que sirva para la fabricación de los bloques hexagonales requeridos para la construcción del muro prototipo con el fin de lograr una reparación adecuada y optima que brinde una estética digna de un Patrimonio Mundial de la Humanidad.

I.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

I.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Este trabajo especial de grado (TEG) propone la construcción de un muro prototipo a base de los bloques hexagonales determinando así su comportamiento y propiedades.

I.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Diseñar y elaborar los moldes para la fabricación de los bloques hexagonales.
- Fabricar los bloques hexagonales requeridos para la construcción del muro prototipo.
- Elaborar planos constructivos del muro prototipo.
- Construir un muro prototipo.
- Realizar un ensayo de carga de gravedad.

I.3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN.

La elaboración de un molde para la fabricación de los bloques hexagonales así como la construcción de un muro prototipo a base de dichos bloques servirá como herramienta para aquellas personas que se encargan de la restauración, reparación, adecuación y/o rehabilitación de los muros de ventilación que forman parte de la Ciudad Universitaria de Caracas, contribuyendo así en la preservación de una obra de carácter patrimonial para el uso y disfrute de las futuras generaciones que harán vida en la misma.

II.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Para la siguiente investigación se ha considerado como base la “PROPUESTA DE DISEÑO Y PRODUCCIÓN DE BLOQUES HEXAGONALES PARA LA RESTAURACIÓN DE LAS PAREDES DE VENTILACIÓN EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA” elaborada por Cano (2.002) en la cual estableció, la ubicación y registro detallado de los daños presentes en las paredes de ventilación de bloques hexagonales, así como también la causalidad de los deterioros de dichos muros. En el presente trabajo de investigación se procede a desarrollar las propuestas de moldes para la fabricación de los bloques hexagonales requeridos para la construcción del muro prototipo planteado en el presente Trabajo Especial de Grado, basados en los parámetros de diseño del bloque y diseño de mezcla propuestos por Cano.

II.2. BASES TEÓRICAS.

II.2.1. VENTILACIÓN.

La ventilación es la remoción sistemática de aire y gases calientes de una estructura, seguida por la sustitución de un abastecimiento de aire más fresco, que facilita otras prioridades en el combate contra incendios.

La renovación del aire en cualquier local ocupado es necesaria para reponer el oxígeno y evacuar los subproductos de la actividad humana, o del proceso productivo, tales como el anhídrido carbónico, el exceso de vapor de agua, los olores desagradables u otros contaminantes. Debe entenderse siempre que la ventilación es sinónimo de renovación o reposición de aire sucio o contaminado por aire limpio, por ejemplo, un sistema de climatización con una recirculación del aire al 100% no puede considerarse como un sistema de ventilación.

Para medir o especificar la ventilación de un recinto hay que indicar el volumen de aire que se renueva por unidad de tiempo en: m^3/s ó m^3/h . Es mas común referir la ventilación a algún parámetro o característica del local (tasas de ventilación), por ejemplo, se suele hablar de numero de renovaciones por unidad de tiempo (cociente entre el caudal de renovación y el volumen del local) o el volumen renovado por ocupante y unidad de tiempo (cociente entre el caudal y el numero de ocupantes del local).

II.2.1.1. TIPOS DE VENTILACIÓN.

La ventilación puede ser natural o forzada. Se habla de ventilación natural cuando no hay aporte de energía artificial para lograr la renovación del aire, comúnmente, la ventilación natural se consigue dejando aberturas en el recinto o local (puertas, ventanas o a través de paredes huecas), que comunican con el ambiente exterior. La ventilación forzada utiliza ventiladores o sistemas mecánicos para conseguir la renovación.

En el caso de la ventilación natural, las diferencias de temperaturas entre el exterior y el interior y los efectos del viento son el origen de las fuerzas que ocasionan el movimiento del aire necesario para lograr la ventilación. En función de estas fuerzas, y de la superficie, orientación y situación de las puertas, ventanas y paredes huecas es posible lograr tasas de ventilación muy importantes.

En general, la ventilación natural es suficiente cuando en el local o recinto no hay más focos de contaminación que las personas que lo ocupan. El principal inconveniente de la ventilación natural es la dificultad de regulación, ya que las tasas de renovación en cada momento dependen de las condiciones climatológicas y de la superficie de las aberturas de comunicación con el exterior.

II.2.2. BLOQUES.

Es un componente para la construcción elaborado por diversos materiales, como lo son: la arcilla, el concreto, sílice, cal, etc. Su fabricación puede ser ejecutada bajo diferentes procedimientos o métodos, como también diferentes grados de control, lo que trae como consecuencia una gran variedad de métodos constructivos. Por ese fundamento es que su tamaño y forma puede ser variable y a su vez la calidad del producto elaborado.

El Bloque se ha caracterizado por ser un material de alta demanda en el mercado constructivo, su producción ha sido industrializada y comercializada debido a que las unidades de los bloques son elaborados mayormente por fabricantes que surten a los mercados constructivos. Los bloques se identifican por tener dimensiones y peso variable pero al mismo tiempo deben cumplir una de las características más importantes, su manejabilidad, la cual permite el adecuado montaje durante el proceso constructivo. Es por tal razón que el peso de las unidades no debe excederse de 15 kilos, ya que sobre este valor existiría dificultad a la hora de su manipulación.

II.2.2.1. TIPOS DE BLOQUES.

- **Bloques de Concreto:** Los Bloques de concreto son elaborados a partir de componentes fundamentales como lo son: Cemento Pórtland, cal, agregados escogidos y agua. El término para llamar esta mezcla es el de "Mortero". Estos bloques pueden ser de tres tipos:

- **Tipo A:** Bloques de concreto denso, con una densidad no menor a 1500 Kg/m³. La densidad se obtiene dividiendo el peso del bloque por el Volumen total, los bloques del tipo A, se emplean normalmente en construcción e incluso, en la ejecución de obra enterrada, situada debajo de la capa permeable.¹

- **Tipo B:** Bloque Ligerio portantes con una densidad menor a 1500 Kg/m³. Los materiales que intervienen en su composición pueden ser cenizas pulverizadas, espuma de escorias, arcilla expandida, tierra clinker, vermiculita expandida, concreto aireado, etc. Estos bloques son aptos para la construcción en general y pueden utilizarse también por debajo de la capa permeable en paredes interiores.²

- **Tipo C:** Bloques de agregado ligero que no soportan carga alguna. Son similares al tipo B, solo tiene un espesor de 5 a 6.5 cm. Estos bloques se pueden conseguir de tales medidas que se puedan aparejar con ladrillos.³

II.2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS BLOQUES.

- **Bloques sólidos o macizos:** Es la unidad de albañilería que es totalmente sólida o que tiene perforaciones verticales, longitudinales o transversales cuyo volumen en conjunto no supera el 25% del volumen bruto de la unidad. Elemento con forma de prisma recto macizo. No es frecuente ni practico construir mamposterías estructurales solamente con bloques sólidos, con la excepción de las mamposterías de cavidad reforzada, pues el refuerzo de los muros no se puede colocar por dentro de los ladrillos.⁴

¹ S. Smith. – Editorial Blume, Pág. 81. La obra de fabricación de ladrillo.

² S. Smith. – op. cit.

³ S. Smith. – op. cit.

⁴ Sánchez, J. Y Moreno, R. Fabricación y Caracterización de bloques aligerados de suelo-cemento. TEG.FI-UCV (2002) Pág.11.

- **Bloques perforados:** En estas unidades los huecos sobrepasan al 30% del área bruta, pero los agujeros se ven reducidos hasta 4 - 5 centímetros.⁵
- **Bloques huecos:** En estas unidades los huecos conforman mas del 30% del área bruta, por lo tanto se ve afectado su comportamiento mecánico, produciendo variaciones en la resistencia.⁶ Entre estos bloques está el bloque hexagonal.

II.2.2.2.1. BLOQUE HEXAGONAL DE VENTILACIÓN.

Esta unidad hueca es utilizada comúnmente para la construcción de muros de ventilación o muros divisorios de ambientes. Estos bloques son fabricados con morteros de cemento. En la Ciudad Universitaria de Caracas se encuentran tres tipos de bloques hexagonales de ventilación, los cuales fueron catalogados de la siguiente forma:

- **Tipo I:** Bloques originales de la Ciudad Universitaria de Caracas con un diseño que tiene diferentes medidas, dependiendo de la cara que se este midiendo, la mayoría de los muros de ventilación están formados por estos bloques.⁷
- **Tipo II:** Bloque que tiene todos sus lados del mismo grosor y cuando se unen se obtienen lados más gruesos que los lados internos, están presentes en un muro y en algunas reparaciones.⁸
- **Tipo III:** Bloques que no tienen el ancho de los muros de la Ciudad Universitaria de Caracas.⁹

⁵ Sánchez, J. Y Moreno, R. – op. cit.

⁶ Sánchez, J. Y Moreno, R. – op. cit.

⁷ Cano, M. Propuesta de diseño y producción de bloques hexagonales para la restauración de las paredes de ventilaciones de la ciudad universitaria. TEG.FI-UCV (2002) Pág. 60.

⁸ Cano, M. – op. cit.

⁹ Cano, M. – op. cit.

Tomando en cuenta los estudios previos, se adoptó el *Bloque Tipo I* como parámetro para el diseño de las propuestas de moldes para la fabricación de los bloques con dichas características, los cuales se utilizarán en la restauración de los muros de ventilación de la Ciudad Universitaria de Caracas.

II.2.2.2.2. PARTES DE UN BLOQUE HEXAGONAL DE VENTILACIÓN.

A cada parte del bloque se le ha dado un nombre para propósitos de normalización y escritura de este Trabajo Especial de Grado. Sin embargo, dichos nombres pueden diferir según el léxico que se utilice en cada lugar para la construcción. En la siguiente figura, se presenta el bloque de forma horizontal ya que es la posición en la cual se fabrican, sin embargo difiere a la forma de su colocación, que es de forma vertical.

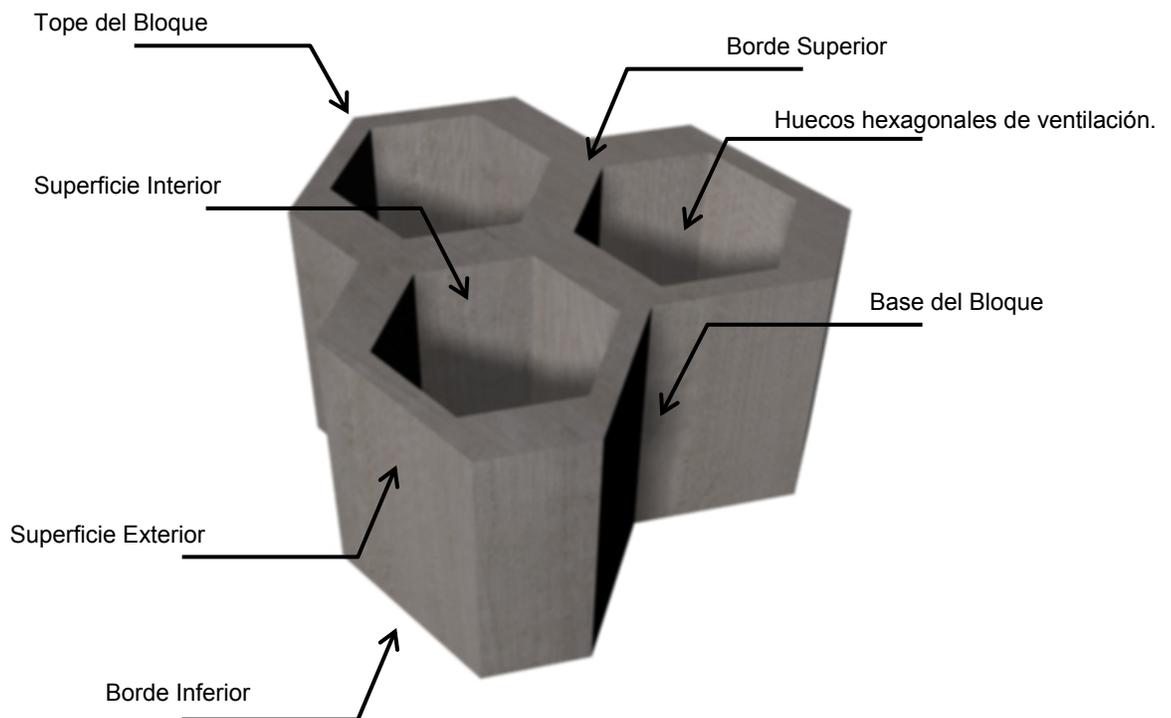


Fig. 2.1. Partes de un bloque hexagonal de ventilación tipo I.

II.2.3. MORTERO.

El mortero es un material que está constituido por dos partes: una es un producto pastoso y moldeable, que tiene la propiedad de endurecer con el tiempo, y la otra son trozos pétreos que quedan englobados en esa pasta. A su vez, la pasta está constituida por agua y un producto aglomerante o conglomerante, que es el cemento. El agua cumple la doble misión de dar fluidez a la mezcla y de reaccionar químicamente con el cemento, dando lugar con ello, a su endurecimiento.

La mayor parte en peso del mortero esta compuesto por partículas de origen pétreo, de diferentes tamaños, material denominado usualmente como agregados, áridos o inertes. Por esa razón las características de esos materiales son decisivas para la calidad de la mezcla del mortero. La calidad de los agregados depende de las condiciones geológicas de la roca madre y también de los procesos extractivos. Es por lo tanto, a las empresas productoras (canteras, areneras) a quienes corresponde el primer control en el proceso de la calidad de los agregados.

El cemento mas frecuentemente usado es el cemento Pórtland y se obtiene en complejas plantas productoras, a cargo de las cuales debe quedar el control del producto y la garantía de su calidad.

Además del agregado comúnmente llamado agregado fino (arena natural o arena obtenida por trituración), del cemento y del agua, es cada vez mas frecuente añadir a la mezcla ciertos productos químicos que, en muy pequeña cantidad, son capaces de modificar de manera muy importante algunas propiedades del mortero.

Existen dos formas o procedimientos de mezclado para obtener un mortero:

1. Mezclado mecánico: La utilización de un “trompo” o mezcladora mecánica permite lograr un mortero de mejor calidad en comparación con la elaboración manual. A continuación se indican los pasos a seguir:

- Lo primero que se debe realizar, es encender el motor y agregar la mitad del agua necesaria.
- Agregar la mitad de la arena.
- Agregar toda la cal (En el caso de que en el diseño de mezcla del mortero la cal esté presente).
- Agregar todo el Cemento y luego el resto de la arena.
- Finalmente agregar el resto del agua.
- Las paletas de la mezcladora deben girar el pastón o mezcla de 3 a 5 minutos, al obtener una consistencia homogénea se debe apagar el motor.

2. Mezclado manual: Esta forma de mezclar el mortero es utilizada en obras donde el volumen de mortero a emplear es bajo. A continuación se indican los pasos a seguir:

- Distribuir la arena en la caja de batido.
- Distribuir sobre la capa de arena los materiales ligantes (cemento y cal en caso de que lo hubiese).
- Mezclar los materiales secos con la pala desde ambos lados de la caja.
- Agregar agua hasta que todos los ingredientes tengan humedad uniforme.

Una vez lograda la consistencia buscada, dejar reposar durante cinco minutos y remezclar nuevamente con la pala. Agregar mas agua si es necesario.¹⁰

¹⁰ Asociación Argentina del bloque de hormigón. <http://www.aabh.org.ar/>, [consulta 2.004 Septiembre 15]

En caso de tener que corregir la cantidad de agua por exceso, se comete generalmente el error de agregar únicamente más arena en la mezcla. Esto significa mayor proporción de arena que cemento, y por lo tanto, la mezcla no será tan resistente como debiera.

II.2.3.1. CLASIFICACIÓN Y USOS DEL MORTERO.

Los morteros se pueden clasificar según su composición en: Morteros de cemento, Morteros de cal-cemento y morteros calcáreos.

- **Morteros de Cemento:** Estos se emplean cuando se requieren altas resistencias iniciales o resistencias elevadas una vez que el mortero ha endurecido. Sus condiciones de trabajabilidad varían de acuerdo a la proporción de cemento – arena utilizada. La confección de este mortero hidráulico debe hacerse en un modo continuo y organizado, de manera que entre el amasado y la colocación haya el menor tiempo posible, dando el rápido fraguado del cemento, por lo que generalmente primero se mezcla el cemento y la arena, y luego se agrega el agua.

Por otro lado no se deben preparar morteros muy ricos para usos normales, ya que pueden ser demasiados resistentes y con alta retracción de secado, por ello, susceptibles al agrietamiento. Generalmente los morteros ricos son utilizados en obras de ingeniería que exijan grandes resistencias, como muros de contención y cimientos, ya que por ser morteros duros e impermeables resisten muy bien la acción del agua (utilizando arena lavada o arena de río).

- **Morteros de Cal – Cemento:** Estos son aconsejables cuando se requiera de gran trabajabilidad, buena retención de agua y altas resistencias iniciales. Utilizando como base un mortero 1:3 se puede ir sustituyendo el cemento por cal; éstos reciben el nombre de morteros rebajados cuando el contenido de cemento es escaso. Si el contenido de cal es bajo tendrá menos resistencia y será mayor el tiempo entre el amasado y la colocación, será más plástico y permeable, pero mostrará más retracción. Los morteros de cemento Pórtland y cal deben combinarse de tal manera que se aprovechen las propiedades adhesivas de la cal y las propiedades cohesivas del cemento Pórtland, tomando en cuenta que, a mayor cantidad de cal, mayor será la cantidad de agua necesaria para la mezcla.

En cada país, la clasificación de mortero se hace con base en propiedades específicas de resistencia a la compresión, de acuerdo con los materiales utilizados para su preparación. La norma más difundida es la ASTM C-270, la cual clasifica los morteros de pega por propiedades mecánicas y dosificación. En términos generales, todas las normas de los países latinoamericanos están influenciadas por la norma ASTM C-270, entre los cuales se encuentran, México, Brasil, Argentina y Colombia.

- **Morteros Calcáreos:** La cal es un elemento que tiene como característica plastificar la mezcla, siendo un buen ligador, haciendo el mortero más manejable o trabajable que cualquier otro mortero. Las cales más usadas son: la cal blanca, la cal de piedra gris, la cal hidráulica y la cal magnésica. La arena constituye el material inerte cuyo objetivo principal es evitar el agrietamiento y contracción del mortero, para lo cual se recomienda que tenga partículas angulosas y esté libre de materia orgánica, piedras grandes, polvo y arcilla.

Usos del Mortero: Entre los usos más comunes del mortero tenemos:

- Fabricación de bloques de mampostería.
- Vincula los bloques entre sí, para conformar un conjunto estructural integrado.
- Sella las juntas verticales y horizontales evitando la penetración de humedad.
- Permite el acomodamiento de aquellos pequeños movimientos que se pueden presentar internamente en el muro.
- Recubre las armaduras de juntas horizontales evitando, inhibiendo la formación de fisuras por contracción o expansión.
- Recubre aquellos estribos y elementos de anclaje diseñados para vincular diferentes elementos con el muro en cuestión.

Cuadro N° 1: Usos de los morteros.

Mortero	Usos
1:1	Mortero para impermeabilizaciones. Rellenos
1:2	Para Impermeabilizaciones y pañetes de tanques subterráneos. Rellenos.
1:3	Impermeabilizaciones menores. Pisos.
1:4	Pega para ladrillos y baldosas.
1:5	Pañetes exteriores, pega de ladrillos y baldosas, mampostería en general.
1:6 y 1:7	Pañetes interiores, pega para ladrillos y baldosas y mampostería general.
1:8 y 1:9	Pegas para construcciones que van a demoler pronto, estabilización de taludes.

Fuente: Sánchez de Guzmán, Diego. Tecnología del concreto y del Mortero.

II.2.4. MUROS A BASE DE BLOQUES DE MORTERO DE CEMENTO.

Los muros a base de bloques de mortero de cemento, también llamado por algunos autores mampostería de concreto tiene un uso primordial para la construcción, uno de ellos es la formación de muros estructurales, la utilización de mampostería con características de obra limpia (como es el caso de los bloques hexagonales de ventilación ilustrado en la *figura.2.1.* y otro uso es la formación de muros sometidos a cargas laterales y horizontales.

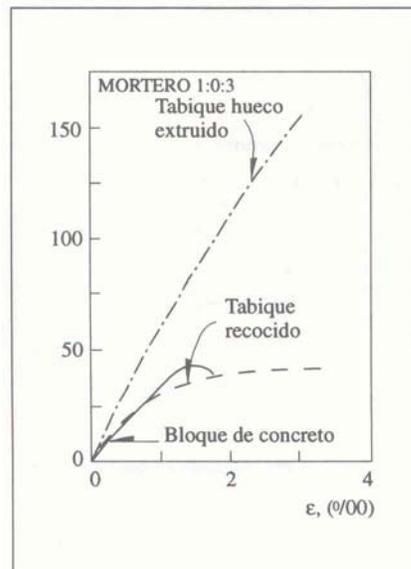
La forma de producción de las piezas de mampostería es regularmente artesanal, de tal manera, que existe una variabilidad de las propiedades de los materiales que componen estos bloques de concreto, debido a que las condiciones de producción en obra tienen un control poco riguroso.

Las propiedades mecánicas de la mampostería varían en un intervalo muy grande en función de las propiedades de las piezas y del mortero que las une, así como del procedimiento de construcción. Por tanto, estas propiedades deben ser determinadas mediante ensayos con los materiales y con las técnicas constructivas particulares de cada caso.

En términos generales, la resistencia en tensión es muy baja, la falla es frágil y la curva esfuerzo – deformación en compresión es prácticamente lineal hasta la falla. El *grafico 2.1* muestra algunas curvas representativas de materiales comúnmente usados. La resistencia en compresión del conjunto de piezas – mortero pueden variar desde 20 – 30 Kg/cm² para piezas débiles de barro o de mortero de fabricación artesanal, hasta 200 Kg/cm² o más, para piezas de alta calidad producidas industrialmente. El modulo de elasticidad (E), para cargas de corta duración varían

entre 600 y 1000 veces la resistencia de compresión. El modulo de rigidez al cortante (G) es cercano al 40% de (E).

Grafico N° 2.1: Curvas Típicas esfuerzo – deformación para mampostería.



Fuente: Bazán / Meli. Diseño Sísmico de Edificios

La resistencia a cortante (tensión diagonal) es una propiedad muy importante en el comportamiento físico de la mampostería. Es muy variable y es influida por las propiedades del mortero de unión.

El comportamiento ante cargas alternadas de elementos de mampostería no reforzada es esencialmente frágil, especialmente cuando los muros son formados por piezas huecas cuyas paredes se destruyen progresivamente. Para limitar el carácter frágil de la mampostería se emplea acero de refuerzo en el interior de los muros o en elementos de confinamiento.¹¹

¹¹ Bazán / Meli. Editorial Limusa, Pág. 156. Diseño Sísmico de Edificios (2.002)

II.2.4.1 CAUSAS DE DAÑO.

Los daños en los muros a base de bloques de mortero de cemento pueden ser ocasionados por diversas causas. Por un lado, pueden ser agrupadas en causas físicas o mecánicas y por otro lado en causas químicas.

Las causas físicas pueden ser clasificadas en dos grupos: *agrietamiento* y *desgaste*. Los daños por incendio son un caso especial.

- ***Mecanismo básico del agrietamiento:*** El mortero de cemento es un material sensible al agrietamiento pues es intrínsecamente frágil. Su capacidad de deformación a la tracción es pequeña, llegando a la rotura con poca tensión. Una vez iniciada una grieta, la energía requerida para que esta avance es menor que la requerida para su formación. No obstante cuando esa energía se disipa o desaparece, la rotura no es total y la grieta se estabiliza. Eso puede suceder cuando la sollicitación por carga cesa o cuando la grieta, en su trayectoria de formación, encuentra un obstáculo.

- ***Esquema de tratamiento:*** En el problema de agrietamiento, destacan tres etapas:
 1. ***Averiguar su origen:*** Esto resulta indispensable para que puedan tener éxito las etapas siguientes. Sin embargo, con frecuencia la identificación del origen resulta difícil, y en algunos casos prácticamente imposible, debido a la forma combinada y compleja como actúan algunas de las causas de agrietamiento. Hay que distinguir entre grietas estabilizadas y grietas activas, como se denominan a veces, o lo que es lo mismo, entre grietas muertas y grietas vivas. En algunos casos hay sollicitaciones de tipo pulsante que abren y cierran las

grietas, como ocurre cuando hay cambios alternativos de temperatura (por ejemplo día y noche).

2. Eliminar las causas: Esto es necesario para tener éxito en la reparación. En ocasiones no es posible hacerlo a cabalidad y habrá entonces que adecuarse a esa circunstancia particular.

3. Proceder a la reparación: Las grietas estabilizadas pueden ser selladas con productos relativamente rígidos sin problemas. Las grietas activas cíclicas tiene que sellarse con materiales de gran elasticidad capaces de absorber los movimientos. Los casos de agrietamientos progresivos continuados, como sucede en algunos asentamientos diferenciales, no pueden ser controlados sin haber eliminado su causa.

- **Manifestación del agrietamiento:** Las grietas del mortero se producen siempre por tracción. Las tensiones de compresión o corte, que resultan excesivas, se alivian mediante la aparición de grietas de tracción paralelas a las trayectorias principales de compresión que son perpendiculares a las de tracción. En el estudio de las grietas hay que observar cuidadosamente los siguientes aspectos:

1. El ancho en la superficie: Lo mas corriente es medirlo por comparación con tarjetas o reglillas en cuyos bordes van dibujados en trazos de un grosor conocido y que sirve de calibración para ese cotejo.

2. La profundidad: No resulta fácil de medir. En algunos casos se puede suponer una proporcionalidad con la abertura, a mayor abertura, mayor profundidad. Pero esto no es cierto en todos los casos. La abertura y profundidad condicionan los procedimientos de reparación.

- 3. El movimiento:** Los cambios en su abertura y en su longitud implican mediciones de preedición. Un procedimiento sencillo y efectivo consiste en poner sobre la grieta, y en sus extremos, pequeños parches delgados de yeso dental. El yeso es rígido, no tiene ductilidad y se rompe si en la grieta hay algún incremento en su ancho o longitud.
- **Causas principales del agrietamiento:** Las causas que producen agrietamiento pueden ser muchas, las grietas no siempre afectan seriamente al elemento pero dan mala apariencia, entre las que interviene con mayor frecuencia tenemos:
 - Sobrecargas.
 - Asentamientos diferenciales.
 - Arcillas expansivas.
 - Sismos y otras sollicitaciones accidentales.
 - Errores de ejecución.
 - Retracción plástica o retracción hidráulica en estado endurecido.
 - Calor de hidratación.
 - Gradientes debido cambios de temperatura del ambiente o incendios.
 - Causas combinadas.

 - **Reparación de las grietas:** Para garantizar una buena reparación de las grietas, previamente se deben conocer las causas del agrietamiento y luego, escoger y aplicar cuidadosamente un procedimiento adecuado. De no cumplir esto, posiblemente se repita el agrietamiento. Las reparaciones van desde la simple limpieza o reposición de materiales superficiales por motivos estéticos hasta el refuerzo o sustitución de elementos. Antes de cualquier tratamiento a una grieta, esta debe quedar bien limpia. Para ello se pueden emplear brochas pequeñas, cepillos de púas, escobillas, aire a compresión o chorro se

arena. También se puede hacer por inyección de agua u otro material solvente neutro, que luego se deja secar o se elimina con corrientes de aire. Los métodos de reparación, en cada caso, son diferentes, pero es obvio que tienen varios aspectos en común. Entre los principales materiales que se usan para dichas reparaciones tenemos: morteros de cemento, resinas epóxicas, resinas acrílicas entre otros.

- **Desgaste:** Al igual que con otros tipos de deterioro del mortero, la destrucción o deterioro de sus superficies por efectos del desgaste presentan varias facetas. Entre los motivos de desgaste mas comunes tenemos:
 - **Abrasión Húmeda:** Se produce en condiciones donde el agua lleva arena y la suspensión circula a gran velocidad. El estado permanentemente húmedo de la pasta del mortero la hace sensiblemente más débil al desgaste, por pérdida de la adherencia.
 - **Erosión:** La produce el choque de las partículas de arena, llevadas por el viento. No reviste gran riesgo práctico, pues aun en condiciones muy desfavorables (desiertos o médanos), se requiere largos períodos de tiempo para que la acción se torne significativa.
 - **Causas Químicas:** El ataque por agentes agresivos externos es una acción sobre las superficies de los elementos que ablanda, descascara, disgrega o pulveriza la pasta del mortero. Si además hay desgaste, ambas acciones se potencian.¹²

¹² Porrero, J. Ramos, C. Grases, J. Velazco, G. Editorial Sidetur, Pág.393. Manual del concreto estructural (2.004) Conforme con la norma COVENIN 1753:2003 Proyecto y construcción de obras en concreto estructural. /Documento propuesto para sustituir la versión de 1987 titulada: Estructuras de concreto armado para edificaciones.

II.3. DEFINICION DE TERMINOS BÁSICOS.

Agregado. Material granular, generalmente inerte, natural o no, el cual se mezcla con cemento hidráulico y agua para producir morteros y concretos.

Cemento. Material inorgánico finamente molido que al mezclarse con agua forma una pasta que endurece por reacciones y procesos de hidratación.

Cemento Hidráulico. Un cemento que fragua y endurece por reacción química con el agua y es capaz de desarrollar bajo agua. El cemento Portland y la escoria molida de alto horno son cementos hidráulicos.

Cemento Portland. Cemento hidráulico producido generalmente al pulverizar clinker de cemento portland, con sulfato de calcio.

Compactación. Es la operación manual o mecánica, por medio del cual se trata de densificar la masa de concreto fresco, reduciendo a un mínimo los vacíos.

Concreto. Mezcla de cemento portland o de cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos, que mediante la hidratación del cemento adquiere consistencia pétreo.

Consistencia. Es la movilidad o habilidad relativa que posee una mezcla de concreto en estado fresco para fluir. Usualmente se mide mediante el asentamiento en el caso del concreto, flujo en los morteros y resistencia a la penetración para la pasta de cemento.

Curado. Proceso de modificar mediante riego, inmersión, suministro de calor o vapor, las condiciones ambientales que rodea la pieza o bien aislarla del exterior mediante recubrimientos que impiden que migre el agua libre.

Diseño de mezcla. Procedimiento mediante el cual se calculan las cantidades de todos los componentes de una mezcla de concreto, para alcanzar el comportamiento deseado.

Dosificación. Proporción en peso o en volumen, según la cual se mezclan los componentes del concreto.

Finos. Agregados que pasan en su totalidad el tamiz de 3/8" \leq de abertura.

Fraguado. Proceso de hidratación de los distintos componentes de un aglomerante hidráulico, mediante el cual este adquiere mayor consistencia, la cual se pone de manifiesto en los ensayos tipificados.

Granulometría. Distribución de los tamaños (diámetros) de los granos que constituyen un agregado.

Granulometría discontinua. Granulometría en la cual ciertos tamaños de partículas intermedias están ausentes o en proporción muy escasa.

Grava. Agregado que resulta de la desintegración y abrasión de rocas, o del procesamiento de conglomerados debidamente cementados, predominantemente retenido en el tamiz #04 (4.75 mm).

Grieta. Separación total o parcial en dos o más partes de un elemento de concreto producida por rotura o fractura.

Mampostería. Construcción ejecutada por medio de piezas formadas o moldeadas normalmente suficientemente pequeñas para ser manejadas por una persona y compuestos a base de piedra, ladrillo cerámico o baldosa, concreto, vidrio, adobe y similares.

Mezcla. Es la cantidad de concreto o mortero que se prepara de una sola vez.

Mortero. Mezcla de pasta de cemento y agregado fino, que en concreto fino ocupa los vacíos entre las partículas del agregado grueso.

Muro de Corte. Es un muro estructural cuya función primordial es transmitir fuerzas de corte.

Muro Estructural. Es aquel muro especialmente diseñado para resistir combinaciones de corte, momentos y fuerzas axiales inducidas por las acciones sísmicas y/o las acciones gravitacionales.

Pasta de cemento. Aglomerante de concretos y morteros constituidos fundamentalmente por cemento, agua, productos de hidratación y aditivos, conjuntamente con el material mas fino proveniente de los agregados.

Resistencia. Es el término genérico para designar la habilidad de un material para resistir deformaciones o rotura inducidas por fuerzas externas.

Tiempo de fraguado. Lapso de tiempo desde el mezclado hasta el momento de aparición del atiesamiento o pérdida de plasticidad de la pasta.

Vaciado. Operación de llenar los moldes o encofrado con concreto o mortero.

III.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Según *Hernández y otros (1.991)*: “El tipo de investigación se determina de acuerdo con el problema que se maneja, objetivos a lograr, búsqueda de soluciones y disponibilidad de recursos” (Pág.185). Por los objetivos de este estudio es una *investigación de campo, de tipo descriptivo, bajo la modalidad de proyecto factible*, tal como lo señala el mismo autor: “Es muy frecuente el propósito del investigador en describir las situaciones y eventos, esto es, decir como es y como se manifiesta determinado fenómeno”. (Pág. 60).

Para *Babaresco, A. (1.994)*, Es descriptivo por que: “Va mas a la búsqueda de aquellos aspectos que se desean conocer y de los que se pretende conocer respuesta, consiste en describir y analizar sistemáticamente características homogéneas de los fenómenos estudiados sobre la realidad”. (Pág. 24). Esta investigación se considera como un estudio de campo, debido a que la recolección de datos se realizara directamente en el lugar de trabajo y consiste en la propuesta de un modelo funcional, considerando como valido en satisfacer las necesidades de la situación planteada y así mismo conocer, si los procedimientos aplicables satisficará las necesidades, estableciendo un mejor control de los mismos.

III.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Según *Chávez, N. (1.994)*: “El diseño es un método específico de una serie de actividades sucesivas y organizadas, las cuales deben adaptarse a las particularidades de cada investigación e indican las pruebas a efectuar y las técnicas a utilizar para recolectar y analizar los datos” (Pág. 48). Para la siguiente investigación, el *diseño será considerado experimental*.

Hernández y otros (1.991): “La investigación no experimental, es aquella, que se realiza sin manipulación deliberada de la variable” (Pág. 88). Es decir, que se observa fenómenos tal como se dan en su contexto natural para después analizarlos.

III.3. METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DEL DISEÑO Y PRODUCCIÓN.

El procedimiento de diseño y producción de la propuesta de molde está basado en las características del bloque hexagonal de ventilación establecidas en la *Figura. 2.1.* (Las medidas del bloque tipo I, se pueden apreciar en el anexo A). De igual forma, se adopta un sistema de producción artesanal (no mecanizada) para la propuesta de diseño de molde ya que la restauración de los muros de ventilación de la Ciudad Universitaria de Caracas no amerita la utilización de un sistema mecanizado para la producción masiva de bloques, debido a que esta se caracteriza por una producción de 1.500 bloques diarios aproximadamente. Dicho sistema de producción artesanal se puede realizar mediante encofrados de materiales metálicos o madera y su capacidad de producción estará sujeto a características particulares de cada caso, como puede ser, diseño de mezcla de mortero de cemento, geometría del bloque, entre otras.

III.3.1. PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DEL MOLDE DE MADERA.

Como primera opción, se adoptó la alternativa de diseñar un molde de madera para la producción artesanal de los bloques hexagonales de ventilación.

- **Materiales y equipos.**

- 3 Listones de madera “Saqui-Saqui” de 25cm de ancho x 300cm de largo y de 2cm de espesor.
- 20 Bisagras.
- 24 tornillos tipo garfio.

- Clavos, tornillos y grapas (varios).
- Parafina y aceite de linaza.
- Cola de madera.
- Cinta métrica.
- Nivel de tres burbujas.
- Escuadra metálica de aluminio.
- Sierra de mesa para madera de disco.
- Taladro y mechas.
- Caladora de cierra.
- Clavadora neumática.
- Lijadora.

- **Procedimiento.**

Una vez definidas las medidas del bloque tipo I, y conocido el espesor de la madera, se realizaron los planos y despieces del molde de madera (Ver anexo B) los cuales se utilizaron como patrón para proceder a los cortes de cada una de las piezas que conforman dicho molde. Se planteó hacer 4 moldes de madera en forma simultáneamente y con la ayuda de los planos y despieces se pudo precisar la cantidad de madera necesaria para los mismos. Una vez adquirida la madera requerida, se procedió a su curado (secado al aire) debido a que se trataba de una madera virgen (o madera verde) y húmeda.

Se conoce como curado el proceso de remoción de humedad de la madera verde; se efectúa exponiendo la madera a aire mas seco durante un largo periodo o calentándola en hornos para expulsar la humedad. Ya sea secada al aire o secada en horno la madera curada es en general más rígido, más fuerte y menos propenso a cambiar de forma.¹³

¹³ Parker & Ambrose. Editorial Limusa, Pág. 5. Diseño simplificado de estructuras de madera. (2.000)

Una vez curada la madera y con los respectivos planos (conformado por cada una de las piezas requeridas debidamente clasificadas) y despieces a escala natural se procedió a realizar los cortes de lo que se denominó “el molde interno” que está conformado por 3 hexágonos (por cada molde externo), dichos moldes internos cumplen la función de formar los huecos hexagonales en el bloque a la hora de desencofrar el molde.

FOTO N° 1. Corte de piezas para molde interno.



Cada hexágono interno (o prisma recto de base hexagonal) está constituido por 6 piezas iguales, a su vez, cada molde externo requiere 3 hexágonos internos lo que hace un total de 18 piezas por molde, tomando en cuenta que se planteó hacer 4 moldes de madera eso da un total de 72 piezas (I) (Ver anexo B), el primer corte realizado es con el fin de obtener las medidas de cada una de las caras del hexágono.

FOTO N° 2. Detalle de pieza del molde interno.

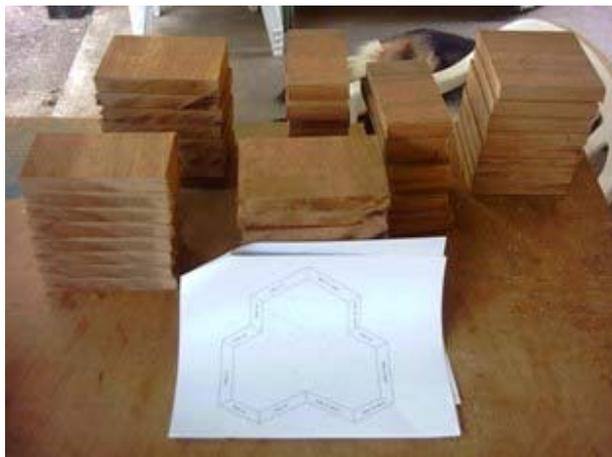
El segundo corte que se hizo a cada pieza del molde interno es con el fin de obtener las superficies de unión, cada pieza fue cotejada frente a los planos de detalle a escala natural para así poder ir evaluando la precisión del trabajo.

FOTO N° 3. Unión de las piezas del molde interno.

Una vez cortadas todas las piezas que constituyen los prismas rectos de base hexagonal del molde interno, se colocó cinta adhesiva en una superficie que sirvió como guía para aplicar la cola de madera, con el fin de unir las piezas y finalmente asegurarlas con la clavadora neumática.

FOTO N° 4. Elaboración final del molde Interno.

Posteriormente al aseguramiento de cada pieza, se retiró la cinta adhesiva y se le pasó una lija de grano fino para obtener la textura final con lo que concluye la elaboración de los prismas rectos de base hexagonal) o *“molde interno”*.

FOTO N° 5. Corte de piezas para molde externo.

De forma similar al molde interno, se realizaron los primeros cortes de cada una de las piezas debidamente clasificadas, que constituyen, el molde externo.

FOTO N° 6. Detalle de pieza del molde externo.

El segundo corte que se hizo a cada una de las piezas del molde externo es con el fin de obtener las superficies de unión, cada pieza fue cotejada frente a los planos de detalle a escala natural para así poder ir evaluando la precisión del trabajo.

FOTO N° 7. Unión de las piezas del molde externo.

A cada una de las piezas que conforman el molde externo, una vez verificadas, se le colocó cinta adhesiva y cola de madera, se presentaron las piezas y se aseguraron con la clavadora neumática.

FOTO N° 8. Colocación de bisagras y tornillos de refuerzo al molde externo.

Posterior al endurecimiento de la cola de madera, se fijó las bisagras que sirven como articulación y cierre del molde externo, se coló los tornillos de refuerzo.

FOTO N° 9. Elaboración de la base para el molde.

La base de los moldes se realizó con dos tablas de 50cm x 25cm unidas con unos tarugos en los costados, se mantuvieron unidas las tablas con unos sargentos hasta el endurecimiento de la cola, simultáneamente se fijaron unos listones en forma transversal para asegurar una mayor unión de las tablas bases. Posteriormente se fijaron en la parte superior de la tabla unas guías o topes tanto para el molde interno como para el molde externo.

FOTO N° 10. Acabado del molde de madera.

Se le colocó una tapa a los prisma recto de base hexagonal para impedir que la mezcla de mortero de cemento caiga dentro de los mismos, a su vez, sobre este tope se colocaron los tornillos tipo garfio para facilitar su extracción de la base a la hora de desencofrar. Se le dio un acabado con aceite de linaza, el cual sella los poros e impermeabiliza la madera y parafina la cual se utiliza como lubricante.

FOTO N° 11. Presentación final del molde listo para su utilización.

Finalizado el acabado de los moldes de madera, se engrasó las paredes internas del molde externo y las paredes externas del molde interno, quedando así listo para su utilización o fabricación de bloques hexagonales de ventilación.

III.3.2. FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES CON EL MOLDE DE MADERA.

En base a la recomendación realizada por Cano, M. (2.002) “Se recomienda adoptar el diseño de mezcla N° 6 para la preparación del mortero definitivo en la preparación de los bloques hexagonales, por ser los más parecidos en cuanto a color y textura con los bloques originales” (Pág. 72). Dicho diseño de mezcla se expresa en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 2: Dosificación que se necesita para la elaboración de los bloques hexagonales.

MORTEROS (MEZCLAS)	PROPORCIÓN (Cemento/arena)	RELACIÓN agua/cemento a/c	MATERIALES	VOLUMEN [cm ³]
1	1:8	0.27	AGUA ARENA CEMENTO	109.62 3248 406
2	1:9	0.27	AGUA ARENA CEMENTO	109.62 3654 406
3	1:11	0.27	AGUA ARENA CEMENTO	109.62 4466 406
4	1:8	0.27	AGUA ALIVEN CEMENTO	109.62 3248 406
5	1:5:3	0.27	AGUA ARENA ALIVEN CEMENTO	109.62 2030 609 406
6	1:5	0.27	AGUA ARENA CEMENTO	219.24 4060 812

Fuente: Cano, M. – op. cit. Pág. 59.

Se adoptó dicho diseño de mezcla, al tener definido los materiales y proporciones requeridas para la mezcla de mortero de cemento, como son, la arena lavada, cemento y agua, se dio paso a su preparación.

III.3.2.1. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA PREPARACIÓN DEL MORTERO DE CEMENTO.

Se hizo pasar el agregado (arena lavada) por el tamiz N° 6, es decir, por una malla de abertura de 1/6".

Se adopto el procedimiento de mezclado manual ya que el volumen de mortero a emplear es bajo, para ello:

- Se colocó la cantidad de arena especificada en la dosificación de forma uniforme en una caja de batido.
- Se distribuyó sobre la capa de arena el cemento.
- Se mezcló los materiales secos con la pala desde ambos lados de la caja.
- Obtenida una mezcla homogénea de los materiales secos (arena y cemento) se le agregó la cantidad de agua especificada en la dosificación.
- Se mezclaron todos los materiales hasta lograr la consistencia deseada (una mezcla homogénea y húmeda, más no plástica).
- Se dejó reposar durante cinco minutos y posteriormente se remezcló nuevamente con la pala, corrigiéndose el contenido de agua de ser necesario.

III.3.2.2. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL VACIADO DEL MORTERO DE CEMENTO.

FOTO N° 12. Vaciado de la mezcla de mortero.



- Se colocó el mortero de cemento previamente elaborado, de forma uniforme a cada tercio de la altura del molde.

FOTO N° 13. Compactación de la mezcla de mortero.



- Se compactó la mezcla de mortero de forma uniforme a cada tercio de su colocación hasta completar el vaciado.

FOTO N° 14. Culminación del vaciado y compactación.

- Finalmente se emparejó con la superficie del molde y se quitó el exceso de mezcla que cayó en la base del molde.

III.3.2.3. PROCEDIMIENTOS DE DESENCOFRADO.

Considerando, que la técnica del desencofrado del bloque, es tan o más importante que el resto de los factores que intervienen para la elaboración del bloque, se establecieron diferentes procedimientos para el desencofrado.

El primero procedimiento que se adoptó fue el planteado por Cano, M. (2.002) en el que estableció:

- Se espera por media hora, para así, proceder a extraer cada prisma hexagonal de la formaleta.
- Se espera durante 10 minutos más, para que el bloque seque un poco más.
- Se extrae el molde perimetral (o molde externo) para liberar así completamente el bloque.

Luego de haber utilizado el diseño de mezcla y procedimiento de desencofrado planteado anteriormente, se obtuvo el siguiente resultado:

FOTO N° 15. Resultado del primer bloque al utilizar el diseño de mezcla y procedimiento de desencofrado planteado originalmente.



Al extraer los prismas hexagonales (antes de la liberación del molde perimetral o molde externo) se observó un desprendimiento del borde superior (definido en la figura 2.1, Pág. 10). Al liberar o abrir el molde perimetral (o molde externo) se observó que la superficie exterior del bloque quedaba adherida a la superficie interior del molde perimetral lo cual conllevaba al daño del bloque. Es lógico deducir, que al existir un cambio en el material del molde, se están variando las condiciones de su producción, por lo que los parámetros de diseño o procedimiento de desencofrado tendrían que variar.

Tras una serie de pruebas, donde lo único que se varió fue el tiempo de extracción de los prismas hexagonales (o molde interno) de observo los siguientes resultados:

- Al extraer los prismas hexagonal tras *1 hora*, se obtenía el mismo resultado de falla de borde superior y la superficie exterior del bloque quedaba adherida a la superficie interior del molde perimetral.

- Al extraer los prismas hexagonal tras 2 horas, se obtuvo falla de borde superior y la superficie exterior del bloque quedaba adherida a la superficie interior del molde perimetral en menor proporción.

FOTO N° 16. Falla de borde superior tras 4 horas.



- Tras 4 horas, se observó una mayor resistencia a la extracción de los prismas hexagonal, se obtuvo falla de borde superior y la superficie exterior del bloque quedaba adherida a la superficie interior del molde perimetral en una mínima proporción.

FOTO N° 17. Falla de borde superior tras 6 horas.



- Tras 6 horas, se observó una mayor resistencia a la extracción de los prismas hexagonal, se obtuvo falla de borde superior y la superficie exterior del bloque no quedaba adherida a la superficie interior del molde perimetral.

FOTO N° 18. Resultado tras 12 horas.



- Tras 12 horas, resulto imposible la extracción de los prismas hexagonal, por lo que hubo que romper el bloque para la liberación de los mismos.

Se observó una característica en común en los ensayos descrito anteriormente que fue una mayor adherencia del bloque con las superficies de madera, debido al uso de grasa, por tratarse de una mezcla seca de mortero de cemento. Esto se comprobó tras ensayos posteriores con diferentes tiempos, por lo que se descartó el uso de la grasa como lubricante en la formaleta.

Se seguía observando un patrón en todos los ensayos posteriores, la cual era la falla de borde superior, al igual, se observó que una vez fraguada completamente la mezcla de los bloques estos no tenían la textura ni el color de los bloques originales. Por ello se decidió hacer una serie de ensayos variando el diseño de

mezcla y los tiempos de desencofrado con la finalidad de obtener un bloque sin fallas, con la textura y color deseado.

III.3.2.3.1. VARIACIONES EMPLEADAS EN EL DISEÑO DE MEZCLA Y EN EL PROCESO DE DESENCOFRADO.

Con el propósito de facilitar la presentación de los distintos diseños de mezclas, procedimientos de desencofrado y sus resultados, (justificados en la sección anterior) se plantea definir un sistema de parámetros:

- **Parámetro A (P-A):** Proporciones de la mezcla (Cemento/arena).
- **Parámetro B (P-B):** Relación agua/cemento.
- **Parámetro C (P-C):** Tiempo en minutos entre la finalización de la compactación y la extracción de los prismas hexagonales.
- **Parámetro D (P-D):** Tiempo en minutos entre la extracción de los prismas hexagonales (molde interno), y la extracción del molde perimetral (molde externo).
- Las dosificaciones se expresarán en el siguiente orden: Agua, Arena y cemento. Esta dosificación esta calculada por unidad de bloque.

Cuadro N° 3: Parámetros utilizados para la elaboración de bloques con el molde de madera.

Bloque N°	(P-A)	(P-B)	Dosificación [cm ³]	(P-C) [min.]	(P-D) [min.]	Observaciones
1	1:5	0,27	219.24 4060 812	30	10	Se deshizo el bloque, sobro mucho material.
2	1:5	0,27	189 3500 700	60	10	Se deshizo el bloque.
3	1:5	0,27	189 3500 700	120	10	Se deshizo el bloque.
4	1:5	0,27	189 3500 700	240	10	Se deshizo el bloque.
5	1:5	0,27	189 3500 700	360	10	Se deshizo el bloque.
6	1:5	0,27	189 3500 700	480	10	Falla de borde superior, completado el proceso de secado (28dias) no presenta color ni textura deseada.
7	1:5	0,27	189 3500 700	720	10	Imposible la extracción de los prismas hexagonales.
8	1:4,5	0,27	189 3150 700	60	15	No se utilizo mas la grasa, Se deshizo el bloque.
9	1:4,5	0,27	189 3150 700	120	15	Se deshizo el bloque.
10	1:4,5	0,27	189 3150 700	240	15	Se deshizo el bloque.
11	1:4,5	0,27	189 3150 700	360	15	Se deshizo el bloque.
12	1:4,5	0,27	189 3150 700	480	15	Falla de borde superior, completado el proceso de secado (28dias) no presenta color ni textura deseada.
13	1:4	0,3	240 3200 800	120	15	Se deshizo el bloque.
14	1:4	0,3	240 3200 800	240	15	Se deshizo el bloque.
15	1:4	0,3	240 3200 800	480	15	Falla de borde superior.

16	1:4	0,3	240 3200 800	720	15	Falla de borde superior.
17	1:3,5	0,3	255 2975 850	120	15	Se deshizo el bloque.
18	1:3,5	0,3	255 2975 850	240	15	Se deshizo el bloque.
19	1:3,5	0,3	255 2975 850	480	15	Falla de borde superior.
20	1:3,5	0,3	255 2975 850	720	15	Falla de borde superior, completado el proceso de secado (28días) no presenta color ni textura deseada.
21	1:3	0,3	255 2550 850	240	10	Se deshizo el bloque.
22	1:3	0,3	255 2550 850	360	10	Falla de borde.
23	1:2,5	0,3	300 2500 1000	360	10	Falla de borde.
24	1:2,5	0,3	300 2500 1000	720	10	O.K. Bloque Sin falla de borde y con el color y textura deseada.

Fuente: Elaboración propia.

FOTO N° 19. Bloque N° 24.



- Bloque N° 24, Tras 12 horas para la extracción de los prismas hexagonales (o molde interno).

FOTO N° 20. Comparación de textura y color entre bloques.

- De izquierda a derecha, se aprecia la comparación de textura y color entre un bloque original utilizado en la elaboración de los muros de ventilación en la CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS, el bloque N° 24 y el N° 20.

Posterior a esta serie de ensayos, se adoptó el diseño de mezcla utilizado en la elaboración del bloque N° 24, el cual consta de una proporción de 1:2,5 y una relación a/c: 0,3. Este bloque, a pesar del cuidado a la hora de elaborarlo, presentaba irregularidades (mas no falla) en su borde superior; la causa de ello era la dificultad para enraizar dicho borde a la hora de compactar la mezcla de mortero. La otra dificultad que se presentó, fue la extracción de los prismas hexagonales, ya que la madera, al hidratarse (o tomar cierto contenido de humedad de la mezcla) éste se trababa con el bloque incrementando así el roce entre el bloque y la superficie de madera en contacto.

III.3.2.4. PROCEDIMIENTO PARA EL CURADO DE LOS BLOQUES.

Una vez culminado el proceso de vaciado y compactación del bloque comienza el proceso de curado, esto es fundamental especialmente en edades tempranas. Con el curado se protege el desarrollo de las reacciones de hidratación del cemento, evitando la pérdida parcial del agua de reacción por efecto de la evaporación superficial. Con éste proceso se mejoran las resistencias mecánicas, se gana impermeabilidad, se aumenta la resistencia al desgaste y la abrasión y se logra mayor durabilidad.

El propio molde, que trabaja como un encofrado, sirve como cubierta provisional en algunas de las caras del bloque, pero para los bordes superiores o para todas, una vez retirado el molde, y ya contando con un endurecimiento suficiente hay que procurar algún elemento de protección como puede ser cualquier tejido suave.

La preservación del agua en la masa se realiza de dos maneras:

1. Se evita su salida, para lo cual se recurre a métodos de cobertura.
2. Se repone la cantidad perdida, para lo cual se recurre a métodos de riego superficial.

FOTO N° 21. Fase inicial del proceso de curado.

- En el intervalo de tiempo transcurrido entre la culminación del proceso de vaciado-compactación del bloque y la extracción de los prismas hexagonales, se cubrió el borde superior (o superficie expuesta) con un paño húmedo para evitar pérdida parcial de agua.

FOTO N° 22. Fase final del proceso de curado.

- Luego de la extracción de los prismas hexagonales y liberación del molde perimetral, se retira el bloque de la base del molde y se coloca en otra superficie, en la que se riega con un aspersor periódicamente y se mantiene cubierto con un paño húmedo por 48 horas.

III.3.3. PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DEL MOLDE DE HIERRO.

Como consecuencia de los resultados antes mencionados, se adoptó la alternativa de diseñar un molde de hierro que corrija los inconvenientes o dificultades que se presentaron en la propuesta anterior para la producción artesanal de los bloques hexagonales de ventilación.

Entre las correcciones o innovaciones que se plantearon tenemos:

- **Cambio de material:** Se adopta el hierro como material para la elaboración del molde en el cual se fabricaran los bloques hexagonales, ya que este, debidamente tratado, presenta una mayor durabilidad en comparación a la madera.
- **Cambio en el sentido de extracción de los prismas hexagonales:** En el molde de madera, los prismas hexagonales se extraían en sentido vertical hacia arriba, por lo que el borde superior del bloque era la superficie con mayor contacto y deslizamiento del molde interno, lo que ocasionaba, que al no estar suficientemente endurecida la mezcla de mortero y al ser precisamente el borde superior, la única superficie sin confinamiento, producía la falla de orilla. Para corregir lo antes citado, se ideó un sistema en donde se invierte el sentido de extracción de los prismas hexagonales, es decir, en sentido vertical hacia abajo, ya que, la base del molde presenta confinamiento, lo que impedirá las fallas de borde. Conciente de la fricción que se genera entre las superficies de los prismas hexagonales y el bloque, lo que se traduce en una resistencia a la extracción de los prismas, se ideó extraer de forma simultánea los tres prismas hexagonales con la ayuda de una manivela y un tornillo sin fin.
- **Cambio en el sistema de compactación:** Teniendo en cuenta que una mayor y mejor compactación de la mezcla de mortero se traduce

en un menor tiempo de extracción de los prismas hexagonales y mejor consistencia del bloque, se ideó un sistema de palanca, con una plancha huella del bloque, debidamente reforzado. Con este sistema, también se corrige las irregularidades que se presentaba en la superficie superior (o no confinada) de los bloques elaborados en el molde de madera ya que la compactación se realizaría de forma uniforme.

- ***Implantación de un diseño ergonómico:*** Con la finalidad de hacer más cómodo el proceso de producción de los bloques se incorporaron todos los sistemas o cambios antes mencionados en una superficie alta o mesa de trabajo, en la cual, el operador de pie, lleva a cabo el vaciado y compactación del bloque. Para la extracción de los prismas hexagonales el operador se podrá sentar frente al molde, para una mayor comodidad a la hora de operar la manilla sujeta al tornillo sin fin que hace descender los prismas hexagonales de forma simultánea.
- ***Reducción en el tiempo de producción:*** Todas las correcciones o innovaciones antes mencionadas se traducen en un menor tiempo de producción de los bloques hexagonales de ventilación a pesar de continuar siendo un sistema de producción artesanal.

- **Materiales y equipos.**

- Plancha de hierro de 3mm de espesor.
- Sección tubular cuadrada de 2" x 2".
- Sección tubular cuadrada de 1,5" x 1,5".
- Sección tubular rectangular de 1,5" x 1".
- 5 bisagras.
- Tornillo sin fin de ½" de diámetro con 4 tuercas.
- 7 Tornillos con sus respectivas arandelas y tuercas de ½".
- 4 Topes plásticos para sección tubular cuadrada de 1,5" x 1,5".

- 1 Tope plástico para sección tubular cuadrada de 2" x 2"
- ¼ Galón fondo industrial metalminió.
- Soldadora y Electrodo.
- Esmeril de disco.
- Caladora.
- Segueta.
- Lima para metal.
- Mandarina.
- Cinta métrica
- Nivel de tres burbujas.

- **Procedimiento.**

Esta Máquina, definida así, ya que presenta un conjunto de mecanismos, fue bautizado por el autor desde su concepción como la "GY2004". Esta se elaboró en función de las medidas del bloque tipo I (Ver anexo A). En el molde de madera, los prismas hexagonales presentan la misma altura del bloque. Considerando que en esta máquina esta concebida la extracción de los prismas hexagonales de forma descendente, estas deberán tener una altura mayor para que sobresalgan en la parte inferior de la meza, en la cual deslizaran en una guía para darle estabilidad a los prismas hexagonales cuando estén en su posición mas alta, posición que se empleara al momento de producir los bloques hexagonales de ventilación.

Lo primero que se hizo fue mandar a doblar en un taller de herrería (por no contar con los elementos necesarios para la precisión de dobles que se requería) 3 planchas de 25cm x 16,5cm a un ángulo de 120° cada 5,5cm los cuales fungirían la función de guía para los 3 prismas hexagonales. Simultáneamente se cortaron 18 planchas de 25cm x 5,5cm (con los cuales se armarían los 3 prismas hexagonales) y 6 hexágonos planos de 5,5cm de lado los que se utilizarían como tapa para cerrar los prismas hexagonales.

Una vez cortadas las planchas que conforman los prismas hexagonales, se procedió a presentar con un par de puntos de soldadura cada plancha hasta conformar cada prisma hexagonal, una vez verificada las medidas y precisión en la presentación de cada plancha se procedió a ejecutar una soldadura de penetración completa en cada bisel en “V” de 60° que se forma.

FOTO N° 23. Prismas hexagonales.



- Terminado el proceso de soldadura de los prismas hexagonales se paso el esmeril en cada vértice para enrazar cada una de las superficies que lo conforman.

FOTO N° 24 Corte de planchas guías de los prismas hexagonales.

- Al recibir las 3 planchas dobladas por el taller de herrería se procedió a cortarlos con el esmeril a 10cm de cada lado, obteniendo así 6 planchas de 10cm de largo con 5,5cm ante cada dobles interno.

FOTO N° 25 Plancha base.

- Se cortó una plancha de 55cm x 55cm que funge como base o superficie de la mesa, en ella se cortaron tres hexágonos tras los cuales deslizaran los prismas hexagonales.

FOTO N° 26 Marco de la plancha base.

- Se cortaron 4 secciones tubulares cuadradas de 1,5" x 1,5" x 55cm, a las cuales, en sus extremos se les cortaron unos biseles a 45° y se soldaron entre si contra la plancha base con unos puntos de soldadura.

FOTO N° 27 Soldadura de las planchas guías.

- Se presentaron los tres prismas hexagonales y las 6 planchas guías contra la base, y se soldaron entre si, las planchas guías de dos en dos con los prismas hexagonales dentro de ellos para asegurar la precisión.

FOTO N° 28 Elaboración del molde perimetral.

- Se cortaron las 12 planchas que conforman el molde perimetral o molde externo con las medidas de cada superficie externa del bloque y se unieron con unos puntos de soldadura para asegurar la precisión.

FOTO N° 29 Soldadura de las bisagras en el molde perimetral.

- Se soldaron las 5 bisagras, 2 en cada punto a articular en la parte posterior del molde y una en la parte frontal, la cual trabaja como pasador para la apertura o aseguramiento de cierre del molde perimetral.

FOTO N° 30 Fijación del molde perimetral contra la base.



- Se fija el molde perimetral en su parte posterior únicamente contra la base asegurando previamente la precisión de las medidas.

FOTO N° 31 Soldadura del sistema de extracción de los prismas hexagonales.



- Se soldó 4 secciones tubulares cuadradas de 1,5" x 1,5" x 80cm de forma vertical y perpendicular a la base. Se soldó una chapa en la parte inferior de los prismas hexagonales y una sección tubular cuadrada de 1,5" x 1,5" x 68cm de forma diagonal entre 2 de las patas por cuyos centros se pasó el tornillo sin fin a través de unas tuercas.

FOTO N° 32 Aseguramiento de la sección tubular transversal.

- Se fija la manivela en la parte inferior del tornillo sin fin sobre una tuerca que impide el desplazamiento del mismo, una vez asegurado la precisión del desplazamiento de los prismas hexagonales en sus dos sentidos, se aseguro la sección tubular transversal que trabaja como guía del tornillo, base de la manivela y apoyo para el desplazamiento de los prismas hexagonales.

El sistema de compactación consta de una sección tubular cuadradas de 2" x 2" x 49,5cm orientada de forma vertical, en la cual, en su parte inferior se le soldó una plancha de 12cm x 12cm, de esta manera se fija a la mesa con unos tornillos, y en su parte superior se articuló la palanca de compactación que esta conformada por una sección tubular rectangular de 1,5" x 1" x 63cm. En dicha palanca de compactación se colocó otra articulación donde sale un vástago, articulada a su vez en su otro extremo con una plancha huella reforzada. La plancha huella, es una plancha que tiene la misma geometría y forma que la superficie no confinada del molde, ésta desliza dentro del molde para llevar a cabo la compactación de la mezcla de mortero de cemento a la hora del vaciado. Finalmente se pinto todo el molde con fondo industrial metalminió y se engraso la guía de desplazamiento de los prismas hexagonales.

FOTO N° 33 Detalle final del desplazamiento de los prismas hexagonales.

- Para la apreciación de detalles, se dejó abierto un lado del molde perimetral, en la foto superior se aprecia la posición de los prismas hexagonales utilizados para el vaciado de la mezcla de mortero, al girar la manilla, de forma anti-horario los prismas hexagonales descienden de forma simultánea a través de las guías que se encuentran en la parte inferior de la plancha base, tal como se aprecia en la imagen inferior. La guía y la parte inferior de los prismas hexagonales que se encuentran en contacto al estar este último en su posición más alta se encuentran perfectamente lubricadas con grasa grafitada.

FOTO N° 34 Detalle del sistema de compactación en su posición inicial.



- En la imagen izquierda, se puede apreciar el detalle de la posición de la palanca de compactación en su punto mas alto al momento de compactar la mezcla de mortero, en la imagen derecha se aprecia en detalle la plancha huella, la cual desliza entre el molde perimetral y los prismas hexagonales en el proceso de compactación, esta plancha huella esta reforzada con una serie de vástagos articulado en la parte superior a un vástago que lo une a través de otra articulación a la palanca de compactación. De igual forma, se aprecia una pieza en ángulo en el vértice del molde perimetral, el cual, funge de aseguramiento para garantizar que no hayan desplazamiento del molde perimetral en el momento del vaciado o compactación ya que el mismo esta unido a la plancha base únicamente en su parte posterior.

FOTO N° 35 Detalle del sistema de compactación en su posición final.

- En este ultimo detalle, se aprecia en la imagen superior la posición de la palanca de compactación en el primer tercio de la altura del prisma hexagonal y en la imagen inferior se aprecia la forma en la que desplaza la plancha huella a través de los prismas hexagonales a la hora de compactar, cabe resalta que dicha plancha huella llega hasta la posición mas baja del encofrado pero a fines ilustrativos, el mismo se dejo a un tercio de su altura.

III.3.4. FABRICACIÓN DE LOS BLOQUES CON EL MOLDE DE HIERRO.

En base a los parámetros utilizados para la elaboración de los bloques con el molde de madera y en vista a los resultados obtenidos (ver cuadro N° 3 Pág. 43), se decidió hacer una serie de pruebas con diferentes proporciones para así evaluar los resultados obtenidos con el molde de hierro, pero en general, se adoptó como diseño de mezcla:

- Relación agua/cemento, $a/c=0,3$
- Proporción cemento/arena: 1:2,5

Al tener definido los materiales y proporciones requeridos para la mezcla de mortero de cemento, como son, la arena lavada, cemento y agua, se dio paso a su preparación.

- **Preparación de la mezcla de mortero de cemento:**

En la sección III.3.2.1. "*Procedimiento general para la preparación del mortero de cemento*", se adoptó el término "*general*", ya que este no depende del tipo o propuesta de molde para su elaboración. Razón por la cual, en esta sección, se adopta el mismo procedimiento. (Ver Pág. 35).

- **Vaciado del mortero de cemento:**

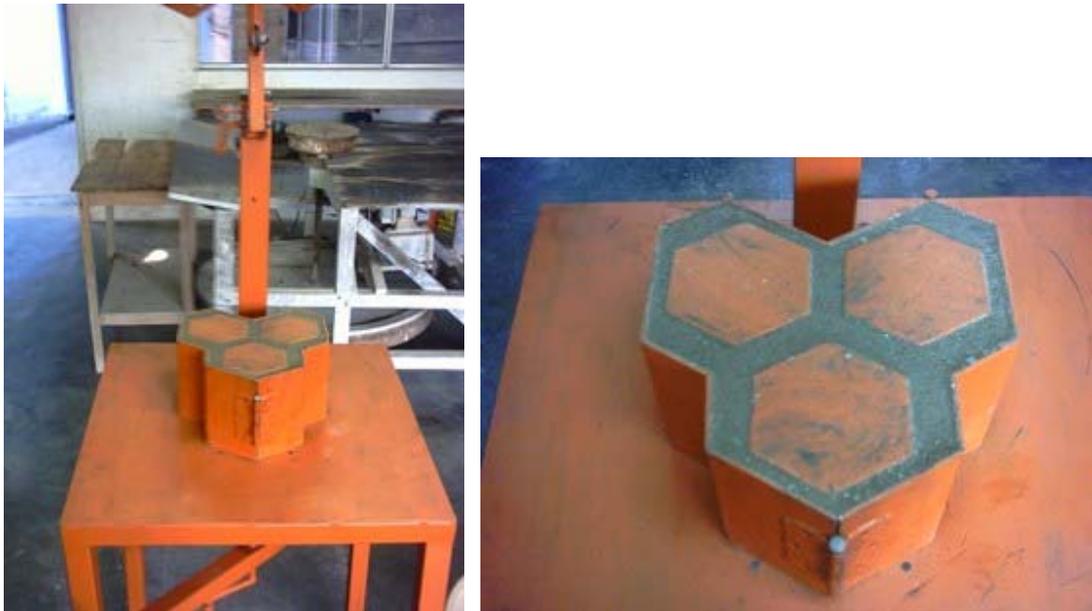
De igual manera, En la sección III.3.2.2. "*Procedimiento general para el vaciado del mortero de cemento*" (Ver Pág. 36), se establecen los pasos a seguir para llegar a cabo dicha acción, con la única salvedad, que la compactación de la mezcla en el molde de hierro, se lleva a cabo con el sistema diseñado para tal fin, que es la palanca de compactación con la plancha huella.

El proceso de mezclado, vaciado y compactación se puede llevar a cabo en 15 minutos.

III.3.4.1. Procedimiento de desencofrado.

En el proceso de fabricación de los bloques hexagonales con el molde de hierro se adoptó un único procedimiento de desencofrado, como producto de las observaciones y resultados obtenidos con el mismo.

FOTO N° 36 Primer paso en el proceso de desencofrado.



- Una vez finalizado el proceso de compactación, enrase del bloque y remoción del exceso de mezcla que cae en la base del molde, se procede a esperar 10 minutos para obtener un endurecimiento inicial.

FOTO N° 37 Segundo paso en el proceso de desencofrado.



- Transcurrido este tiempo, se procede a girar la manivela en sentido anti-horario que se encuentra en la parte inferior de la superficie de trabajo hasta hacer descender por completo los prismas hexagonales.

FOTO N° 38 Tercer paso en el proceso de desencofrado.



- Inmediatamente después de haber descendido los prismas hexagonales, se abre el molde perimetral, (el cual consta de una parte fija y una articulada a cada extremo de la misma), para ello hay que retirar el pasador que mantiene unidas dichas partes móviles. Con lo cual queda completamente liberado el bloque hexagonal.

III.3.4.2. Variaciones empleadas en el diseño de mezcla y en el proceso de extracción del bloque.

Lo primero que se quiso comprobar fue la factibilidad o viabilidad en la utilización de la grasa como lubricante en todas las superficies que se encuentran en contacto con el bloque en el molde.

Tras una serie de ensayos, se pudo observar, que no presentaba inconvenientes su utilización en los prismas hexagonales ni en las superficies móviles o articuladas del molde perimetral, sin embargo, presentaba adherencia en la parte posterior del molde perimetral o sección fija de la misma.

FOTO N° 39 Adherencia del bloque en la superficie fija del molde perimetral al utilizar grasa como lubricante.



Esta adherencia entre la parte posterior del bloque y la superficie fija del molde perimetral, imposibilitaba la extracción de los bloques de la máquina artesanal ya que todos rompían al intentar sacarlos. El único caso, en el que el bloque no rompía, era en el cual, se esperaba 8 horas para su extracción de la máquina, tiempo en el que el bloque adquiría un endurecimiento suficiente, por al fin y al cabo, siempre existía la adherencia.

Dicha observación se presentaba de forma similar en los moldes de madera, (descrita en el párrafo tercero de la página 40). Razón por la cual se descarta el uso de grasa para lubricar las superficies del molde que se encuentran en contacto con el bloque. Únicamente se emplea la grasa, para lubricar aquella sección de los prismas hexagonales que se encuentra por debajo de la mesa base, la cual, está en contacto con las planchas guías.

Con la finalidad de facilitar la presentación de los diseños de mezcla, dosificaciones y observaciones en la producción de bloques con el molde de hierro, se hará uso de los parámetros previamente establecidos (definidos en la página 41).

En todos los casos que se describen en la siguiente tabla, el parámetro (P-D)=0, ya que con este molde, una vez retirados los prismas hexagonales se abre el molde perimetral de forma inmediata, liberando el bloque.

Las dosificaciones se expresaran en el siguiente orden: Agua, Arena y cemento. Esta dosificación esta calculada por unidad de bloque.

Cuadro N° 4: Parámetros utilizados para la elaboración de bloques con el molde de hierro.

Bloque N°	(P-A)	(P-B)	Dosificación [cm ³]	(P-C) [min.]	Observaciones
B-1	1:4	0,30	240 3200 800	10	<i>ROMPIO:</i> El bloque quedó completo, pero al intentar tomarlo o retirarlo de forma inmediata de la base se deshizo. Requiere más tiempo para un mayor endurecimiento.
B-2	1:4	0,30	240 3200 800	10	<i>INTACTO:</i> El bloque quedó completo, se dejo 8 horas para un mayor endurecimiento y se retiro satisfactoriamente.
B-3	1:3,5	0,3	255 2975 850	10	<i>ROMPIO:</i> El bloque quedó completo, pero al intentar retirarlo de la base tras 1 hora se deshizo. Requiere más tiempo para un mayor endurecimiento.
B-4	1:2,5	0,3	300 2500 1000	10	<i>ROMPIO:</i> El bloque quedó completo, pero al intentar retirarlo de la base tras 4,5 horas se deshizo. Requiere más tiempo para un mayor endurecimiento.

FOTO N° 40 Desmoronamiento del bloque al intentar retirarlo de la base.

Este desmoronamiento del bloque al intentar retirarlo de la base se presentaba debido a que el mortero no ha adquirido suficiente consistencia, tiene que transcurrir aproximadamente 7 horas, para que el bloque tenga la consistencia tal que se pueda retirar de la base sin que rompa, en consecuencia, se decidió hacer una serie de pruebas con un acelerador de fraguado (Ver anexo C) para así disminuir el tiempo de espera de su extracción, ya que este, se había convertido en un factor que afectaba la producción debido a que los bloques, al desmoldar a los 10 minutos quedaban intactos y en buen estado, pero había que retirarlos para poder fabricar el próximo bloque.

Cabe destacar, que ningún bloque presentó falla de orilla ni desmoronamientos al extraer los prismas hexagonales o abrir el molde perimetral, todos los desmoronamientos se presentaban al intentar tomar o retirar los bloques de la base como se explico anteriormente.

Las dosificaciones en el cuadro N° 5, se expresaran en el siguiente orden: Agua, Aditivo, Arena y cemento. Esta dosificación esta calculada por unidad de bloque.

Cuadro N° 5: Parámetros utilizados para la elaboración de bloques con el molde de hierro (se incorpora acelerador de fraguado en la dosificación).

Bloque N°	(P-A)	(P-B)	Dosificación [cm ³]	(P-C) [min.]	Observaciones
B-5	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	15	<i>ROMPIO:</i> El bloque quedó completo, pero al intentar tomarlo o retirarlo de forma inmediata de la base se deshizo. Requiere más tiempo para un mayor endurecimiento.
B-6	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	15	<i>INTACTO:</i> El bloque quedó completo, se dejó 8 horas para un mayor endurecimiento y se retiró satisfactoriamente.
B-7	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO:</i> El bloque quedó completo, se dejó 8 horas para un mayor endurecimiento y se retiró satisfactoriamente.
B-8	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	60	<i>ROMPIO:</i> El bloque quedó completo, pero al intentar retirarlo de la base tras 1 hora se deshizo. Requiere más tiempo para un mayor endurecimiento. La extracción de los prismas hexagonales se dificulta tras 60 minutos.

A pesar de que con el acelerador de fraguado se obtiene la resistencia nominal tras 7 días, 1 hora no es suficiente para adquirir una consistencia tal que me permita extraer intacto el bloque de la mesa base. No se descarta el seguir utilizando el acelerador de fraguado, ya que el mismo disminuirá los lapsos de espera, de 28 días a tan solo 7 días, para la realización de los ensayos posteriores.

Sin embargo, se decidió hacer una modificación al molde para optimizar así los tiempos de producción, en dicha modificación, se planteó crear un sistema de planchas bases intercambiables. Se levantó el molde perimetral, para ello se cortó y soldó una tira de lamina de hierro de 3mm en la parte posterior o sección fija del molde perimetral, quedando así levantadas las dos secciones laterales articuladas 3mm respecto a mesa base, posteriormente se cortó una plancha de acrílico laminado con la forma de la sección fija del molde perimetral (corte en V) y con las tres aberturas respectivas para que los prismas hexagonales pudieran pasar a través de ella, esta lamina de acrílico laminada también presenta un espesor de 3mm.

FOTO N° 41 Implementación de un sistema de planchas intercambiables para la extracción de los bloques.



Se utilizó el acrílico laminado para hacer las planchas intercambiables por ser un material del cual ya se disponía, a pesar de que lo ideal, hubiese sido hacer una serie de planchas de hierro de 3mm para el intercambio sistemático entre bloque y bloque. Esto último no se realizó por limitaciones de carácter económico.

Cuadro N° 6: Parámetros utilizados para la elaboración de bloques con el molde de hierro (se incorpora sistema de plancha intercambiable).

Bloque N°	(P-A)	(P-B)	Dosificación [cm ³]	(P-C) [min.]	Observaciones
B-9	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	15	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 4 horas para retirar el bloque de la plancha por no contar con otra para continuar la producción de bloques.
B-10	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	15	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 2 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-11	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>ROMPIO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero al intentar retirar el bloque de la plancha intercambiable tras 45 minutos se deshizo.

B-12	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>ROMPIO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero al intentar retirar el bloque de la plancha intercambiable tras 1 hora se deshizo.
B-13	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	15	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-14	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	15	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 2 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-15	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	15	<i>ROMPIO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero al intentar retirar el bloque de la plancha intercambiable tras 2 horas se deshizo.
B-16	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	15	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero se espero 8 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-17	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	15	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 4 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-18	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	15	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 4 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-19	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>ROMPIO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero al intentar retirar el bloque de la plancha intercambiable tras 2 horas se deshizo.
B-20	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	15	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-21	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-22	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-23	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero se espero 8 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-24	1:2,5	0,3	Igual al anterior.	10	<i>ROMPIO</i> : al intentar retirar el bloque de la plancha intercambiable tras 2 horas se deshizo.

B-25	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-26	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>ROMPIO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero al intentar retirar el bloque de la plancha intercambiable tras 2,5 horas se deshizo.
B-27	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero se espero 8 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-28	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-29	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-30	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-31	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-32	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero se espero 8 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-33	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-34	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-35	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha.
B-36	1:2,5	0,3	250 50 2500 1000	10	<i>INTACTO</i> : la plancha con el bloque se retiró de forma inmediata satisfactoriamente. Pero hubo que esperara 3 horas para retirar el bloque de la plancha. - Se daño la máquina.

Fuente: Elaboración propia.

FOTO N° 42 Daño ocasionado en la máquina.

Luego de fabricar 36 bloques, la tuerca que esta unida a la manivela, se incrusto en la parte inferior de la sección tubular cuadrada colocada en forma diagonal. Al extraer dicha tuerca se pudo apreciar que la misma quedo completamente cóncava debido a que se fue desgastando la abertura a través de la cual pasa el tornillo sin fin en la sección tubular. Esto tiene su explicación en que el torque que se genera en esa tuerca al girar la manivela, combinado con la tensión que ella transmite a la sección tubular diagonal al hacer descender los prismas hexagonales va desgastando a ambas superficies. Este daño impidió continuar con la producción de bloques.

III.3.4.3. Procedimiento para el curado de los bloques.

Este procedimiento difiere un poco al planteado en la sección III.3.2.4. (Pág. 45), debido a que los parámetros de tiempo en la extracción de los prismas hexagonales en ambos casos difieren notablemente y debido a que en este caso, solo transcurría 10 minutos entre la finalización de la compactación y la extracción del bloque a través del sistema de plancha intercambiables.

FOTO N° 43. Fase inicial del proceso de curado.

- Una vez extraída la plancha con el bloque de la maquina artesanal, se coloca sobre una superficie en la que se riega con un aspersor periódicamente y se mantiene cubierto con un paño húmedo por 48 horas.

FOTO N° 44. Fase final del proceso de curado.

- Posteriormente se finalizó el proceso de curado de los bloques regándolos con una manguera en forma de roció cada 12 horas por 7 días.

III.4. NORMATIVA Y MÉTODO DE ENSAYO.

Para llevar a cabo un ensayo es necesario regirse por normativas, para ello se adoptan definiciones que aparecen en la norma Venezolana COVENIN 42-82 “*Bloques huecos de concreto*”, esta norma establece las características, propiedades y requisitos mínimos que deben cumplir los bloques huecos de concreto para ser utilizados en la construcción, así como la metodología de ensayos a seguir.

Entre las principales características tenemos la clasificación, la norma COVENIN 42-82 determina que los bloques se clasifican según el uso y los agregados utilizados.

- **Según su uso:**

- *Tipo A:* Para paredes de carga, expuestas o no a la humedad.
- Clase A1: Para paredes de carga expuestas a la humedad.
- Clase A2: Para paredes de carga no expuestas a la humedad.
- *Tipo B:* Para paredes que no soportan cargas o para paredes divisorias.
- Clase B1: Para paredes que no soportan cargas expuestas a la humedad.
- Clase B2: Para paredes que no soportan cargas no expuestas a la humedad

- **Según los agregados:**

- *Pesados:* fabricado con agregados normales o convencionales, con una densidad mayor o igual a 2000 Kg/m^3 .
- *Semipesados:* fabricado con una mezcla de agregados normales y livianos, con una densidad entre 2000 Kg/m^3 y 1400 Kg/m^3
- *Livianos:* fabricado con agregados livianos, con una densidad inferior a 1400 Kg/m^3

- **Dimensiones.**

Los bloques trabajan en conjunto y debe procurarse que las características y dimensiones de todos los bloques sean similares ya que estas diferencias pueden afectar notablemente el resultado final.

Adicionalmente de la clasificación, los bloques se identifican por sus medidas en el siguiente orden: largo, alto y ancho. Así, por ejemplo, un bloque 40 x 20 x 15 tiene aproximadamente 40cm de largo, 20cm de alto y 15cm de ancho.

Generalmente se fabrican con diferentes anchos (10, 15, 20, 25, 30cm) pero con una altura y largo constante (40x20), por esta razón comúnmente se denomina a los bloques por el ancho, pero las medidas con las cuales se denominan los bloques no son sus medidas reales, siempre tienen un centímetro menos en cada lado, es decir, un bloque de 40x20x10 realmente mide 39x19x9. La razón de esto es que los bloques cuando se unan para formar la pared, tendrán unas juntas de aproximadamente 1cm, así la suma del bloque y la junta completaran los 40x20.

La norma establece las siguientes medidas para los bloques:

Cuadro N° 7: Dimensiones de los bloques de concreto.

Denominación Ordinaria [cm]	Dimensiones normales [cm]	Dimensiones modulares [cm]
10	39 x 19 x 9	40 x 20 x 10
15	39 x 19 x 14	40 x 20 x 15
20	39 x 19 x 19	40 x 20 x 20
25	39 x 19 x 24	40 x 20 x 25
30	39 x 19 x 29	40 x 20 x 30

Fuente: Norma COVENIN 42-82 “*Bloques huecos de Concreto*”

Como se observa en la siguiente figura, los bloques presentan paredes y nervios, también para estas secciones de los bloques existen unos espesores mínimos establecidos en la norma, dependiendo de la clasificación del bloque.

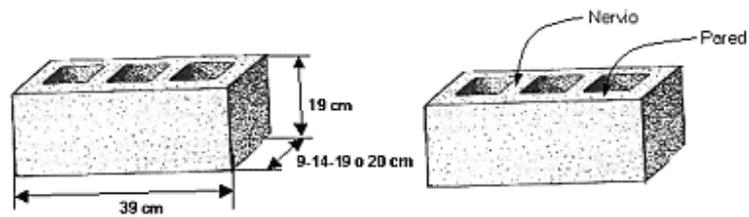


Fig. 3.1. Características de un bloque hueco de concreto.

Cuadro N° 8: Espesores mínimos para los bloques.

Tipo de Bloque. [cm]	Tipo A: Espesor de la pared. [cm]	Tipo A: Espesor de nervios. [cm]	Tipo B: Espesor de la pared. [cm]	Tipo B: Espesor de nervios. [cm]
10	1.9	1.9	1.3	1.3
15	2.2	2.2	1.5	1.5
20	2.5	2.5	1.7	1.7
25	2.8	2.8	1.9	1.9
30	3.2	3.2	2.2	2.2

Fuente: Norma COVENIN 42-82 "Bloques huecos de Concreto"

- **Resistencia.**

La norma especifica los valores mínimos para cada tipo de bloque, independientemente de sus dimensiones.

Cuadro N° 9: Resistencia a la compresión de bloques de concreto.

Tipo de Bloque	Promedio 3 Bloques	Mínimo 1 Bloque
A1	70 [kg/cm ²]	55 [kg/cm ²]
A2	50 [kg/cm ²]	40 [kg/cm ²]
B1 – B2	30 [kg/cm ²]	25 [kg/cm ²]

Fuente: Norma COVENIN 42-82 “*Bloques huecos de Concreto*”

Para realizar los ensayos se requiere de equipos especiales y de la asistencia de un laboratorio. Pero a continuación se sugieren varios métodos prácticos, pero obviamente no científicos, para verificar la resistencia de los bloques en campo.

- Al golpearlo ligeramente el sonido del bloque de buena calidad es sonoro y metálico, por el contrario uno de baja calidad presenta un sonido sordo y hueco.
- También se puede rayar el bloque con un elemento duro (clavo, destornillador, etc.) sobre una de sus caras y verificar que al pasar el elemento el material no se desmorona.

La apariencia, es una característica muy amplia y puede abarcar varios puntos, pero entre los principales se pueden considerar:

- El bloque no debe presentar grietas paralelas a la carga.
- La superficie del bloque debe ser uniforme y asegurar la adherencia del friso.
- La textura debe ser firme y no presentar desmoronamiento del material.
- Los bordes no deben presentar irregularidades y deshacerse con facilidad.
- El color debe ser gris claro y no blanquecino.

- **Ensayo de compresión.**

La máquina para el ensayo debe tener suficiente capacidad de producir la rotura de los bloques, al igual que estar provista de dos platos de carga, uno de estos debe ir montado sobre una rótula esférica, preferiblemente el que se apoya en la parte superior del bloque de ensayo; los platos de carga de acero deben tener una dureza no inferior a 60 Rc, de superficie lisa con una tolerancia de 0,25mm y un diámetro de 15cm, el centro de la superficie esférica de la rótula debe coincidir con el plato correspondiente.

La superficie de los bloques donde se va a aplicar la carga en el ensayo, se deben cubrir con una capa de yeso especial, con una resistencia no menor a 245Kg/cm^2 , dicha capa no debe tener mas de 3,2mm, no se permite la reparación de la pasta una vez fraguada.

Se debe hacer 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, se utilizaran 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 periodo que no sea menor de un minuto, ni mayor de 2 minutos, de acuerdo a la carga máxima soportada.

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^2). La superficie bruta es el área completa de una sección del bloque perpendicular a la dirección de carga incluyendo los huecos del bloque.

III.5. CONSTRUCCIÓN DEL MURO PROTOTIPO.

Se resolvió construir un muro prototipo (Ver anexo D) de 1 metro x 1 metro, para lo cual se requirió de 16 bloques, la construcción de dicho muro se llevo a cabo en el IMME (Instituto de Materiales y Modelos Estructurales).

FOTO N° 45 Inicio de la construcción del muro prototipo.

- Se colocó un plástico en el piso, sobre el cual se preparo una mezcla de mortero de cemento con un aditivo acelerador de fraguado para pegar los bloques, se colocó mortero encima del plástico para que rellenara la parte interior del bloque.

FOTO N° 46 Formación de filas o hileras de bloques.

- Se fue humedeciendo las paredes de los bloques antes de aplicarles el mortero, se colocó uno a uno los bloques revisando con el nivel de tres burbujas su correcta alineación.

FOTO N° 47 Formación de la segunda fila o hilera de bloques.

- Al observar detenidamente esta imagen y la anterior, se puede apreciar con claridad, como al colocar 4 bloques en forma cuadrada, se forma un hexágono en la unión de ellos, de igual dimensión a cualquiera de los otros, esta es la razón por la cual hay paredes o nervios de diferente espesor.

FOTO N° 48 Remate de la parte superior del muro prototipo.

- La parte superior del muro prototipo se enrazó con mortero y se verifico con un nivel para asegurar una superficie completamente horizontal.

FOTO N° 49 Muro Prototipo listo para ser ensayado.



- Transcurrida una semana desde su fabricación, el muro prototipo ya está listo para ser ensayado, en este punto se puede apreciar la precisión a la hora de armar el muro, así como la exactitud de los bloques que lo conforman.

IV.1. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MOLDE.

Se diseñó un molde de madera en función de las medidas del bloque patrón, el cual, arrojó como resultado que al intentar extraer los prismas hexagonales (o molde interno) en menos de 12 horas ello se traducía en daño al bloque, concretamente, falla o desmoronamiento del borde superior, esto a su vez se convertía en un inadecuado nivel de producción ya que afectaba notablemente los tiempos de fabricación, a pesar de tratarse de una propuesta para la producción artesanal.

Para corregir dichas deficiencias, se diseñó una segunda propuesta de molde en base a las observaciones recopiladas, el cual presenta una serie de cambios e implementaciones como son:

- Se implementó el hierro como material para la elaboración del molde.
- Se invirtió el sentido para la extracción de los prismas hexagonales.
- Se implementó un sistema de compactación a través de una palanca.
- Se implementó un diseño ergonómico para la comodidad de la operación de la máquina.
- Se implementó un sistema de extracción de planchas intercambiables para retirar el bloque de la máquina.

Con ello se obtuvo una máquina para la producción artesanal de bloques, el cual requiere un solo operador que puede fabricar *un bloque cada 15 minutos*. Considerando que el proceso de mezclado y compactación del mortero se puede realizar en dicho tiempo, mientras transcurren los 10 minutos para la extracción del bloque de la máquina a través del sistema de planchas intercambiables, el operador puede ir preparando la próxima mezcla de mortero, transcurrido este tiempo, el operador retira el bloque de la máquina, coloca la próxima plancha y compacta la mezcla en 5 minutos. Obteniendo así, un sistema, que cumple los requerimientos de diseño y producción artesanal.

IV.2. BLOQUE HEXAGONAL.

Al evaluar los resultados y observaciones obtenidos en el proceso de fabricación de los bloques, se adoptó como diseño de mezcla el siguiente:

- Relación agua/cemento, $a/c=0,3$
- Proporción cemento/arena: 1:2,5

Ya que estos son los mas parecidos, en color y textura, a los bloques originales que se utilizaron para la fabricación de los muros de ventilación de la CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS.

El bloque obtenido, es un bloque sin imperfecciones de ningún tipo, y cumple con las dimensiones requeridas para la restauración de dichos muros de ventilación, entre las principales características que este presenta tenemos:

- Peso de $5,0 \pm 0,1$ Kg / unidad
- Superficie de $189,6 \text{ cm}^2$
- Altura de 15 cm
- Volumen de 2844 cm^3
- Densidad de $1758 \pm 35 \text{ Kg/m}^3$
- El 55,4% de volumen total del bloque es hueco.

Según la norma COVENIN 42-82 "Bloques huecos de concreto" este bloque se clasifica:

- *Según su uso:* Se considera clase B1.
- *Según los agregados:* Se considera Semipesado.

Este bloque cumple con los métodos prácticos para la verificación de un bloque en campo definidos en la página 74, y con las condiciones de apariencia expresadas en la página 75, (descrito por la norma COVENIN 42-82).

Dicha norma, también hace referencia a unos criterios de resistencia a compresión que deben de cumplir los bloques huecos rectangulares de concreto (definidos en la pagina 74), dicha evaluación directa al bloque hexagonal no se realizó debido a que este no es un bloque estándar de 40cm x 20cm y debido a que la forma real en que estos trabajan es de forma vertical, con el vértice de unión hacia arriba, y al rematar, o rellenar dicho vértice para un posible ensayo, variaría la forma real en el que este trabaja, es por ello, que se decidió hacer un ensayo de carga de gravedad al muro prototipo, para así poder evaluar el comportamiento de los bloques hexagonales en conjunto, que es como trabajan en realidad.

En cuanto a su durabilidad, a pesar de que los morteros de mezcla seca o no plástica pueden ser más sensibles a los ataques de agentes químicos debido a su porosidad y capacidad de absorción lo que se traduciría en desgaste, este bloque tiene una proporción de agregado fino o arena baja¹⁴, lo que incrementa su durabilidad al hacerla menos porosa, combinada con una relación agua/cemento (α) que también condiciona la durabilidad, la cual esta por debajo de los valores máximos establecidos en la norma COVENIN 1753:2003 para condiciones ambientes muy agresivos hace de este bloque un elemento durable en condiciones de intemperie.

¹⁴ La norma ASTM C-270 establece que el agregado fino suelto debe estar entre 2,25 y 3 veces (la suma) de cemento (y cal si la hubiere) utilizado, bien sea para morteros de pega de mampostería, morteros de mampostería reforzada o morteros de relleno.

IV.3. CONSTRUCCIÓN DEL MURO PROTOTIPO.

Al terminar la construcción del muro prototipo se pudo observar la precisión o exactitud obtenida en los bloques, ya que la unión sucesiva de ellos va formando secciones de hexágonos, los cuales quedaron iguales a los hexágonos que conforma cada bloque y al ver el conjunto se pierde de vista las uniones de los mismos, quedando un muro conformado por secciones huecas prismáticas hexagonales regulares, equidistantes y simétricas. (Ver foto N° 49).

IV.4. ENSAYO DE CARGA DE GRAVEDAD.

FOTO N° 50 Muro Prototipo antes del ensayo.



Este ensayo se realizó en el IMME (instituto de Materiales y Modelos Estructurales) para lo cual se colocó el muro prototipo con la ayuda de una grúa dentro de la máquina de ensayos. Para la realización del ensayo de compresión de mureta se colocó en la máquina la viga de acero reforzada (plato de carga) acoplada a la rótula esférica, el eje del centro de la mureta se hizo coincidir con el centro de la viga o plato de carga.

FOTO N° 51 Muro Prototipo después del ensayo.

Una vez verificada la correcta colocación de la mureta se dio inicio al ensayo, en el cual se aplicó la carga de forma gradual a una velocidad constante, en este ensayo se obtuvo como carga última 2.900 Kg.

Como se puede apreciar el muro falló a 45° de forma diagonal hasta el centro de la misma, esto se debe a que cuando los esfuerzos flectores son despreciables, los esfuerzos de tracción diagonal se hacen máximos y numéricamente igual a los esfuerzos cortantes. La resistencia a la tracción diagonal es muy baja, la falla es frágil y la curva esfuerzo-deformación en compresión es prácticamente lineal hasta la falla. Las grietas del mortero se producen siempre por tracción, los esfuerzos de compresión que resultan excesivos se alivian mediante la aparición de grietas de tracción paralelas a las trayectorias principales de compresión que son perpendiculares a las de tracción, en otras palabras, la falla nos traza la dirección del bulbo de esfuerzos de compresión, y perpendicularmente a ella se traza el bulbo de esfuerzos a tracción.

El método de diseño aceptado por la normal Sismorresistente COVENIN 1756 es el método de rotura, el cual requiere que las cargas de servicio o las solicitaciones que están generen se incrementen mediante factores de mayoración para así obtener la resistencia requerida (q_u), la cual debe ser por lo menos igual a la resistencia nominal (q_n) reducida por un factor de minoración de resistencia o coeficiente de ineficiencia llamado (Φ),

$$q_u \leq \Phi q_n$$

En el método de diseño de rotura el factor de seguridad se incorpora de dos formas, la primera a través de una mayoración de las cargas de servicio y la segunda por medio del factor de reducción o de influencia Φ . Este último provee cierto margen de reserva, que permite prever posibles fallas de la propia concepción asumida del comportamiento estructural de la pieza, del control de calidad en la fabricación entre otras.

Esta norma, adopta el valor de $\Phi=0,7$ en aplastamiento del concreto¹⁵, si consideramos que la superficie del muro a través de la cual se aplico la carga en el ensayo es de 100cm x 15cm (este último, despreciable ante el primero) obtenemos que:

$$q_n = 2.900 \text{ Kg/m}$$

Por lo que:

$$q_u \leq 0,7 \times 2.900 \text{ Kg/m}$$

$$q_u \leq 2.030 \text{ Kg/m}$$

Adicionalmente tenemos que la resistencia a compresión de la mureta la podemos expresar:

$$r_c = 2.900 \text{ Kg} / (100\text{cm} \times 15\text{cm})$$

$$r_c = 1,93 \text{ Kg/cm}^2$$

¹⁵ Landa, C. Editorial Sidetur, Pág. 43. Interpretación de las normas de concreto armado (2.000)

- Se puede concluir que la maquina artesanal de hierro, diseñada, construida y bautizada por el autor como “GY2004” es adecuada para la producción de bloques hexagonales que se requieren en la restauración de los muros de ventilación de la CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS, ya que ésta, es capaz de producir con un operador 4 bloques/hora, lo que en una jornada laboral de trabajo de 8 horas se traduce a 32 bloques.
- El diseño de mezcla, del mortero de cemento empleado es apropiado para la elaboración de los bloques hexagonales ya que cumplen con las normativas que lo regulan.
- El bloque hexagonal producido por la máquina artesanal “GY2004” es adecuado para la restauración de los muros de ventilación ya que estos cumplen tanto con las normativas que lo regulan como con los requerimientos de color, textura, acabado y dimensiones que presentan los bloques originales.
- El muro prototipo construido con dichos bloques demostró que tanto las secciones huecas prismáticas hexagonales del bloque, como las que se generan en sus uniones son uniformes.
- Los bloques hexagonales de ventilación a pesar de no estar concebido para la elaboración de muros portantes, ya que son bloques de mampostería que se utilizan con una estructura de confinamiento definida, son capaces de soportar una sollicitación de 2.900 Kg/m.

- Se recomienda utilizar la máquina artesanal “GY2004” para la elaboración de los bloques necesarios para la restauración de los muros de ventilación de la CIUDAD UNIVERSITARIA DE CARACAS.
- Se recomienda realizar 16 planchas de hierro de 3mm de espesor, debidamente enumeradas para con ello abarcar los requerimientos del sistema de planchas intercambiables utilizados en la producción de bloques en la “GY2004”, no se requieren un mayor numero de planchas, ya que habrán transcurrido 4 horas entra la elaboración del bloque N° 1 y el N° 16, tiempo suficiente para retirar el bloque de la primera plancha utilizada y reutilizar estas de forma sistemática para la continuación de la producción.
- Se recomienda adoptar el diseño de mezcla formulado en la página N° 59 para la preparación de mortero de cemento a ser utilizado en la fabricación de los bloques hexagonales.
- Se recomienda adoptar un plan de mantenimiento a la “GY2004”, entre la cual se debe contemplar el engrasar el tornillo sin fin, los prismas hexagonales que conforman el molde interno que se encuentra debajo de la mesa base (en contacto con la guía de extracción) y pintarlo con fondo industrial periódicamente para así preservar, evitar deterioros y obtener un mejor provecho de esta máquina.
- Se recomienda establecer las coordinaciones entre el departamento de estructuras de la Universidad Central de Venezuela (U.C.V) y el Comité de Preservación y Desarrollo (COPRED) para garantizar la adecuada restauración de los muros de ventilación conformados por los bloque hexagonales.

AGOSTINI, Areys (2003). ***Instalaciones Pertenecientes a una Edificación***. Buenos Aires, Argentina.

Asociación Argentina del bloque de hormigón. <http://www.aabh.org.ar/> [consulta Septiembre 15 de 2004].

BABARESCO, Aura (1994). ***Las Técnicas de la Investigación***. Maracaibo, 2^{da} Edición. Editorial universitaria.

BAZÁN, Meli (2002). ***Diseño Sísmico de Edificios***. D.F, México, Editorial Limusa.

BENGARAY, Manuel (1999). ***Manual para la Ejecución del Trabajo Especial de Grado (T.E.G)***. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de Civil, Departamento de Ingeniería Vial, 2^{da} Edición.

CANO, M, (2002). ***Propuesta de Diseño y Producción de Bloques Hexagonales para la Restauración de las Paredes de Ventilación de la Ciudad Universitaria***. TEG.FI-UCV.

CHÁVEZ, Nilda (1994). ***Introducción a la Investigación Educativa***. Maracaibo, Editorial ARS Gráfica.

Fondonorma, COVENIN 42-82 ***Bloques Huecos de Concreto***.

Fondonorma, COVENIN 1753:85 ***Estructuras de Concreto Armado Para Edificaciones***.

Fondonorma, COVENIN 1753:2003 ***Proyecto y Diseño de Obras de Concreto Estructural***.

HERNÁNDEZ, Sampieri, Roberto y Otros (1991). ***Metodología de la Investigación***. México. Editorial McGraw-Hill.

LANDA, Carlos (2000). ***Interpretación de las Normas de Concreto Armado***. Caracas, 2^{da} Edición. Editorial Sidetur.

PARKER y AMBROSE (2000). ***Diseño Simplificado de Estructuras de Madera***. D.F, México, 2^{da} Edición. Editorial Limusa.

PORRERO, Joaquín y Otros (1996). ***Manual del Concreto***. Caracas, 1^{ra} Edición. Editorial Sidetur.

PORRERO, Joaquín y Otros (2004). ***Manual del Concreto Estructural***. Caracas, 1^{ra} Edición. Editorial Sidetur.

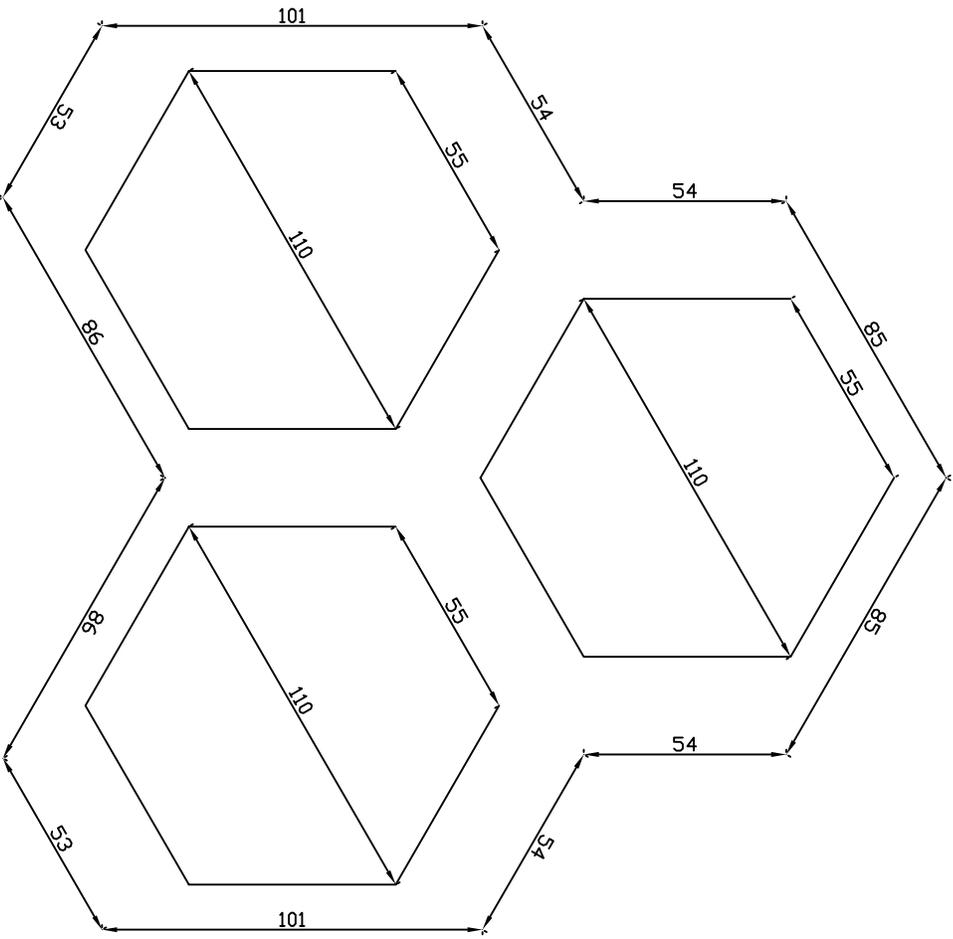
SANCHEZ, Diego. ***Tecnología del Concreto y del Mortero***. Pontificia Universidad Javeriana.

SANCHEZ, J y MORENO, R. (2002). ***Fabricación y Caracterización de Bloques Aligerados de Suelo Cemento***. TEG.FI-UCV.

SMITH, S. (1976). ***La Obra de Fabricación de Ladrillo***. Barcelona, España. Editorial Blume.

TAMAYO Y TAMAYO, Mario (1994). ***El Proceso de la Investigación Científica***. Editorial Limusa.

ANEXO A



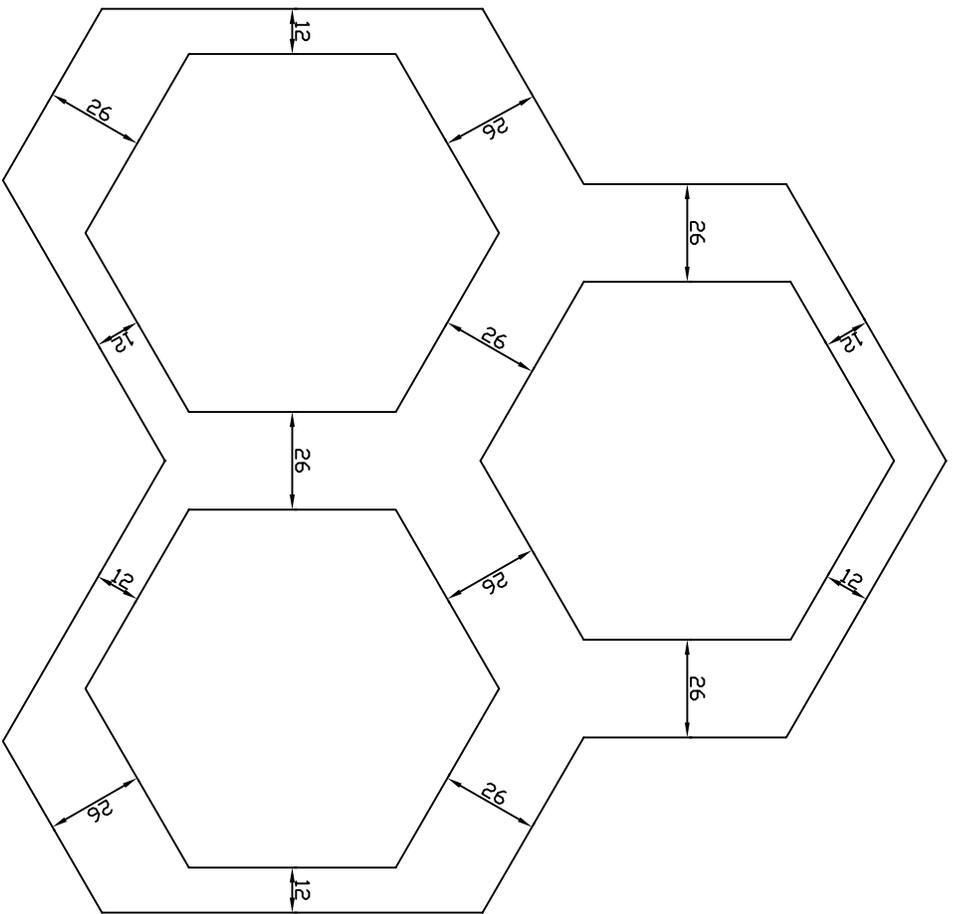
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERIA - DEPARTAMENTO DE CIVIL
 DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

BLOQUE HEXAGONAL MEDIDAS DEL BLOQUE HEXAGONAL

TUTOR: Ing. RODOLFO OSERS DIBUJ: JORGE BALOGH

ESCALA: 1:2 HOJA N° 1/5





UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERIA - DEPARTAMENTO DE CIVIL
 DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

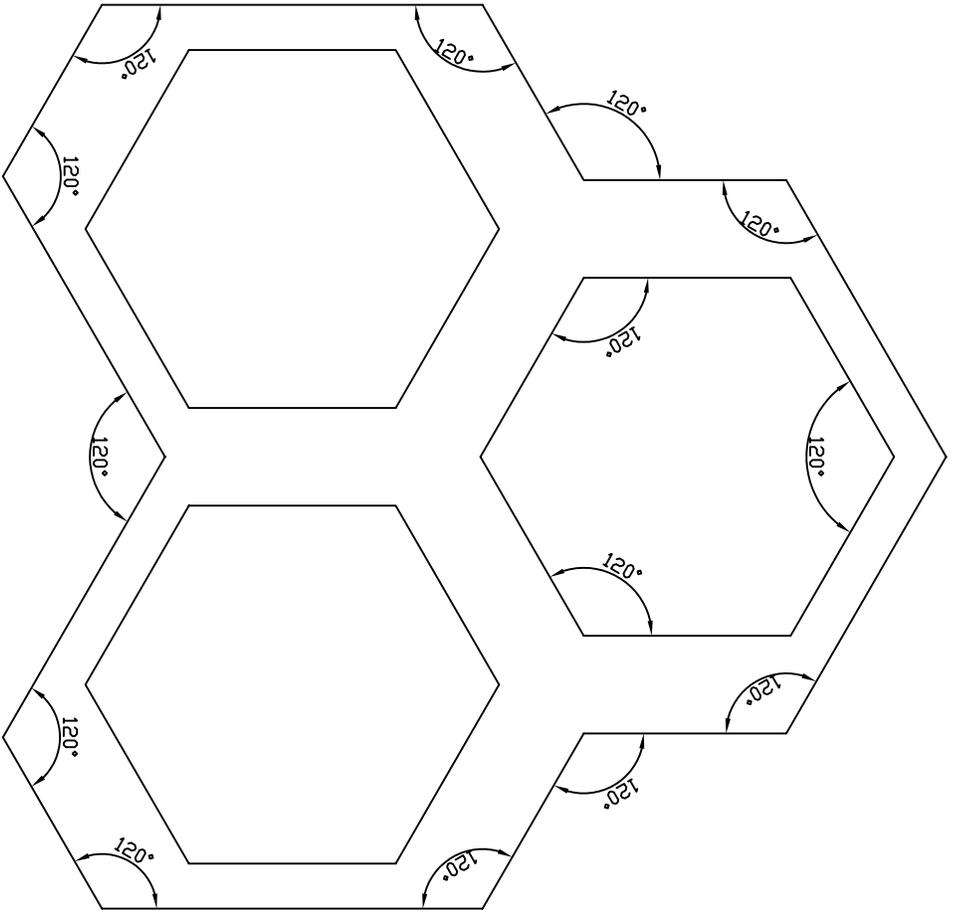
BLOQUE HEXAGONAL. MEDIDAS DEL BLOQUE HEXAGONAL

TUTOR: Ing. RODOLFO OSERS DIBUJÓ: JORGE BALOGH

ESCALA: 1:2



Hoja N°
2/5



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA - DEPARTAMENTO DE CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

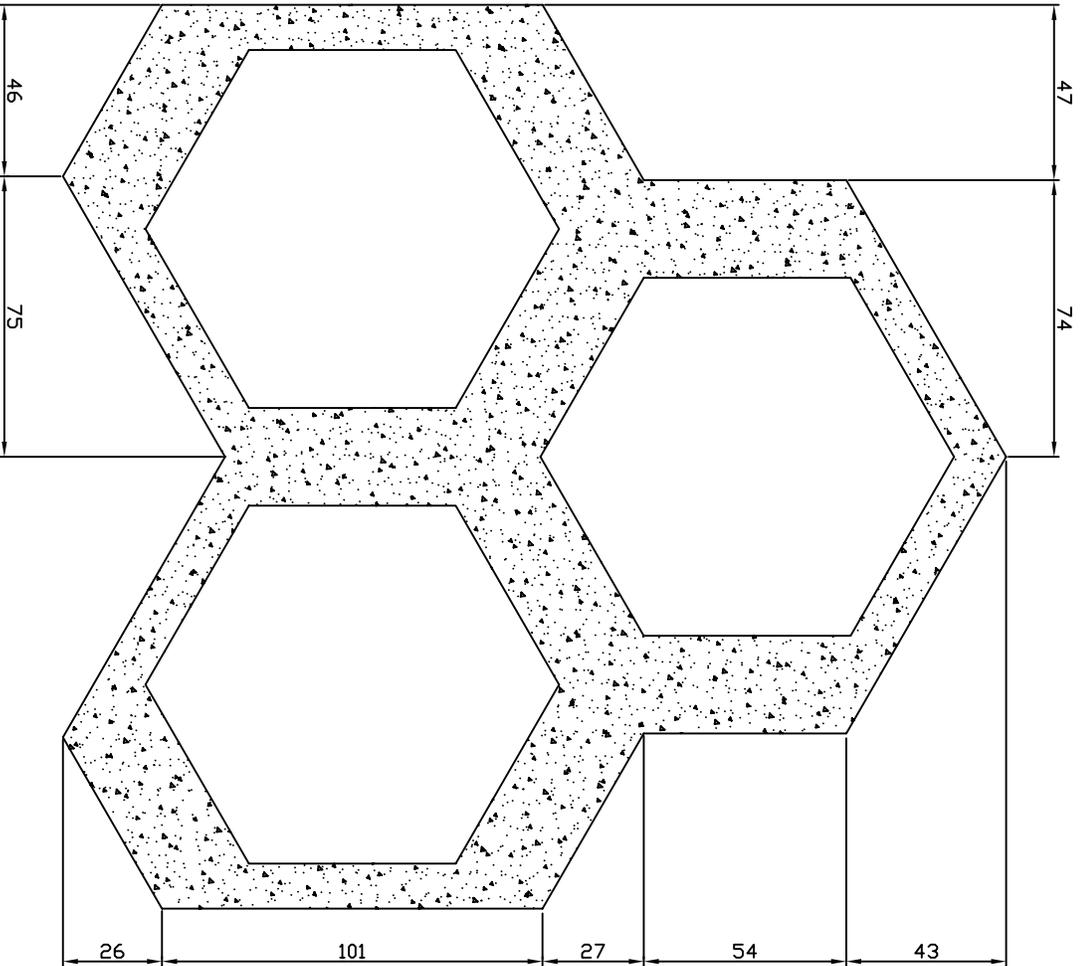
BLOQUE HEXAGONAL. MEDIDAS DEL BLOQUE HEXAGONAL

TUTOR: Ing. RODOLFO OSERS DIBUJÓ: JORGE BALOGH

ESCALA: 1:2



HOJA N°
3/5

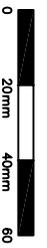


UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERIA - DEPARTAMENTO DE CIVIL
 DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

BLOQUE HEXAGONAL. MEDIDAS DEL BLOQUE HEXAGONAL

TUTOR: Ing. RODOLFO OSERS DIBUJÓ: JORGE BALOGH

ESCALA: 1:2



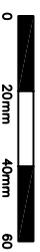
HOJA N° 4/5

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA - DEPARTAMENTO DE CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

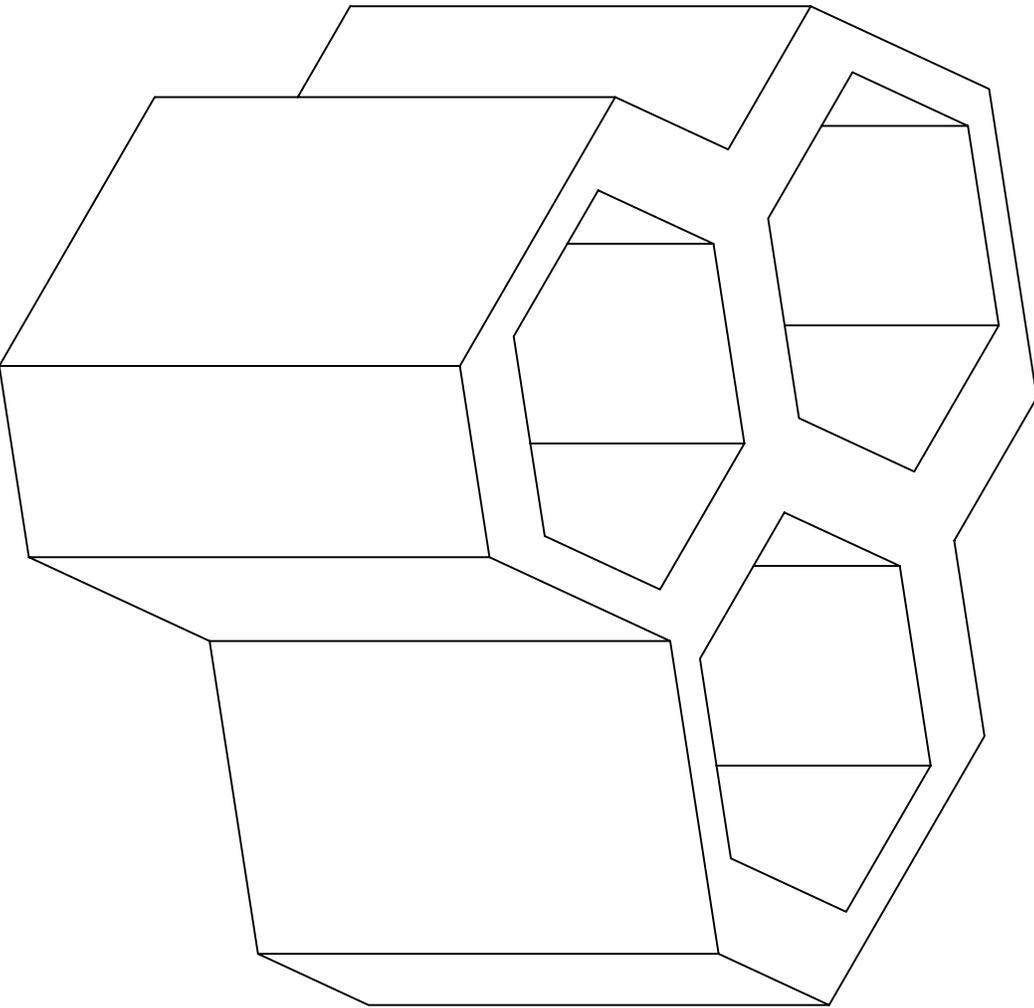
BLOQUE HEXAGONAL. VISTA DEL BLOQUE HEXAGONAL 3D

TUTOR: Ing. RODOLFO OSERS DIBUJÓ: JORGE BALOGH

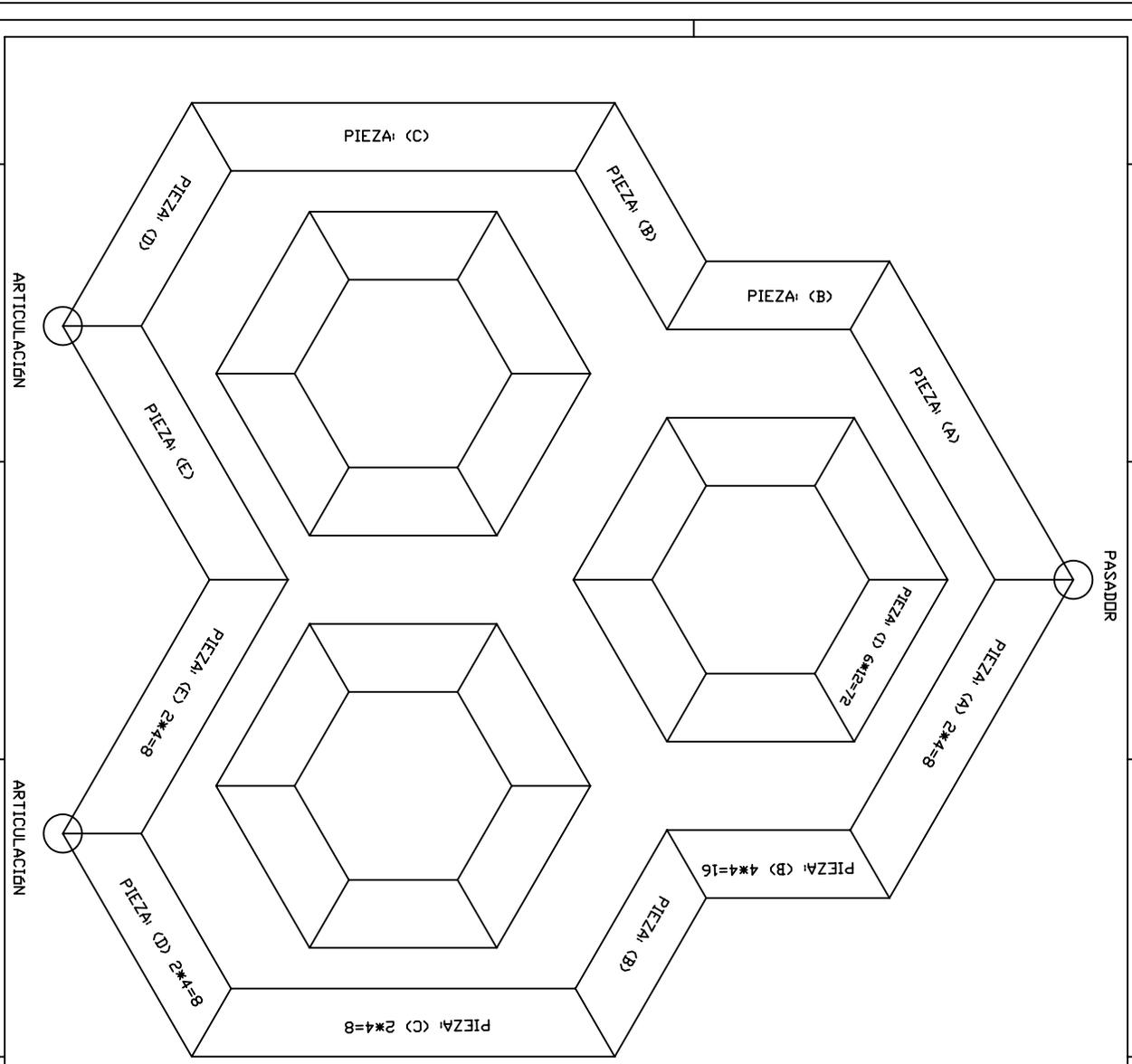
ESCALA: 1:2



Hoja N°
5/5



ANEXO B



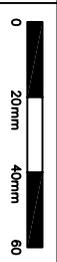
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERIA - DEPARTAMENTO DE CIVIL
 DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

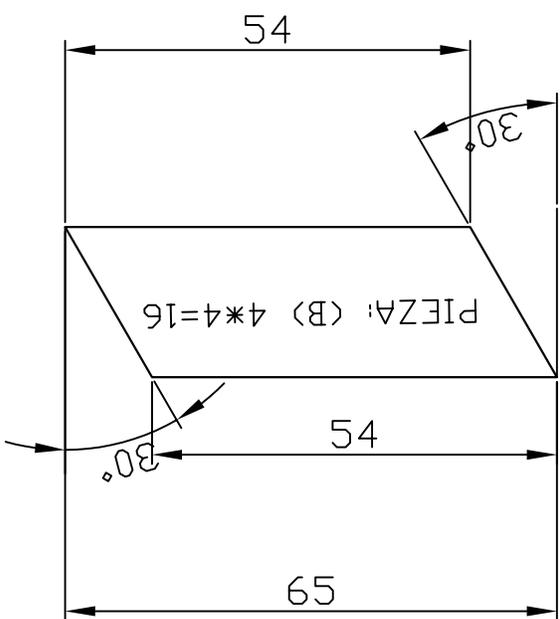
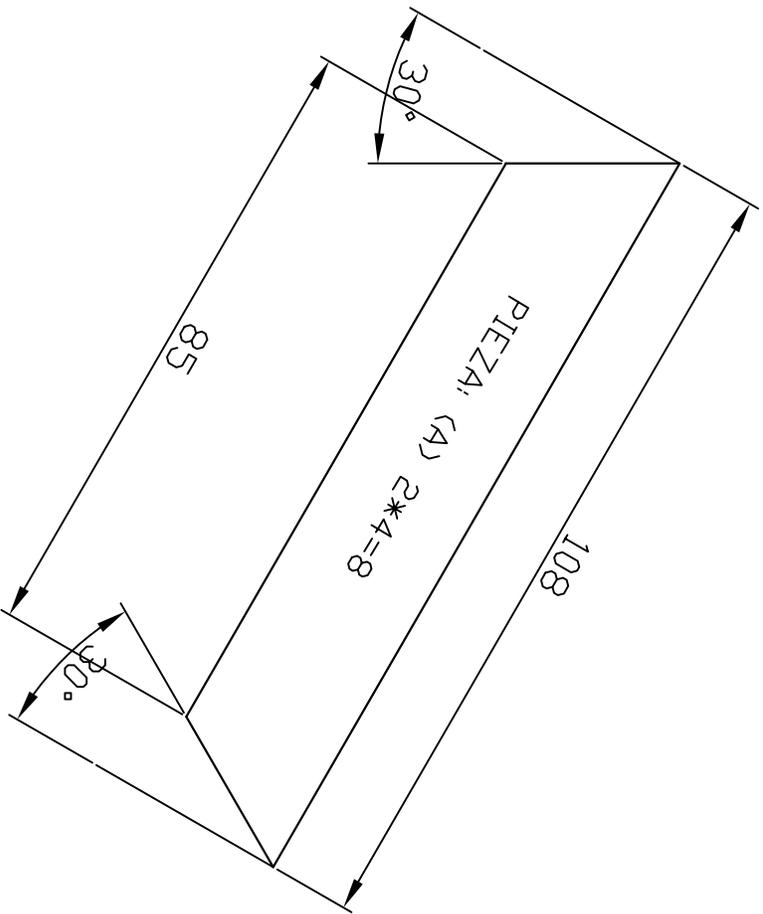
BLOQUE HEXAGONAL DESPIECE MOLDE DE MADERA

TUTOR: Ing. RODOLFO OSERS DIBUJÓ: JORGE BALOGH

ESCALA: 1:2

HOJA N° 1/4

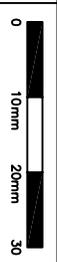


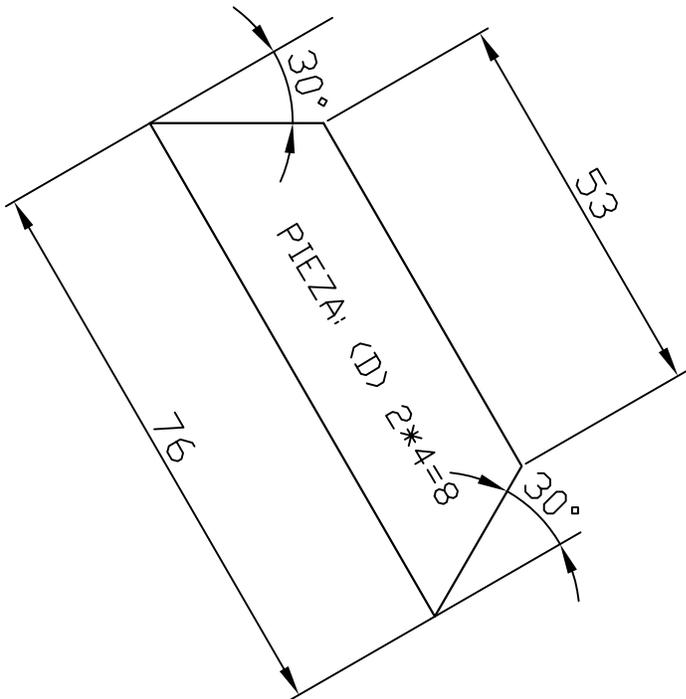
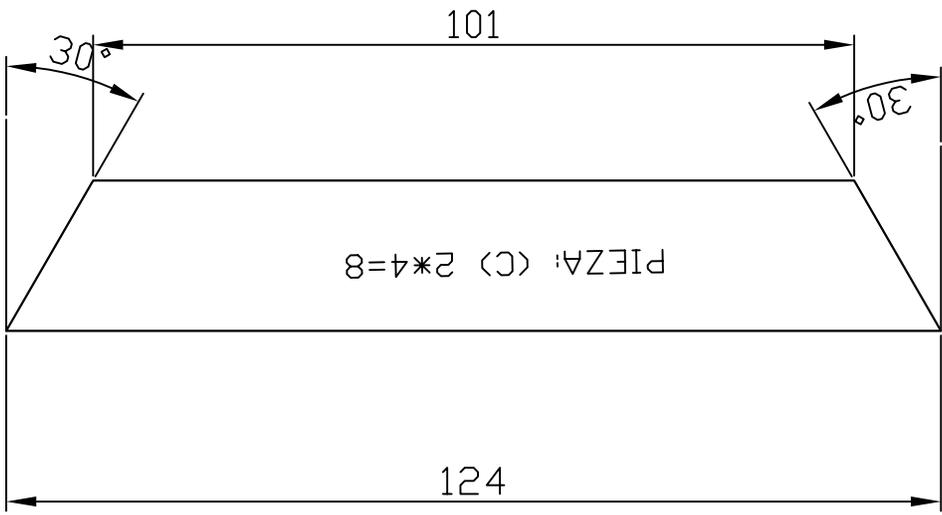


UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERIA - DEPARTAMENTO DE CIVIL
 DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

BLOQUE HEXAGONAL DESPIECE MOLDE DE MADERA
 TUTOR: Ing. RODOLFO OSERS DIBUJ: JORGE BALOGH

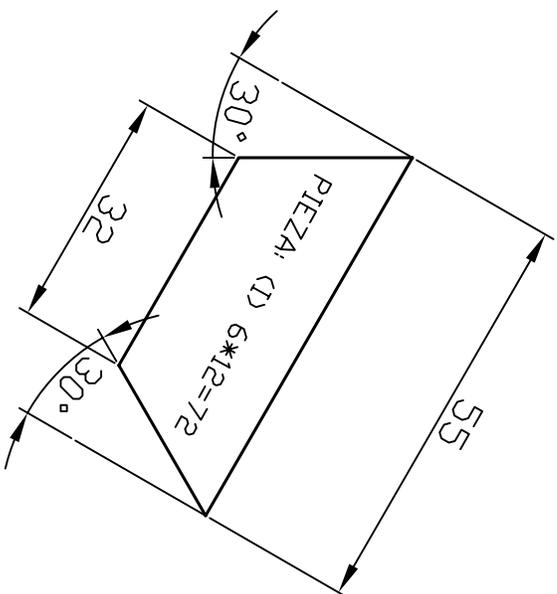
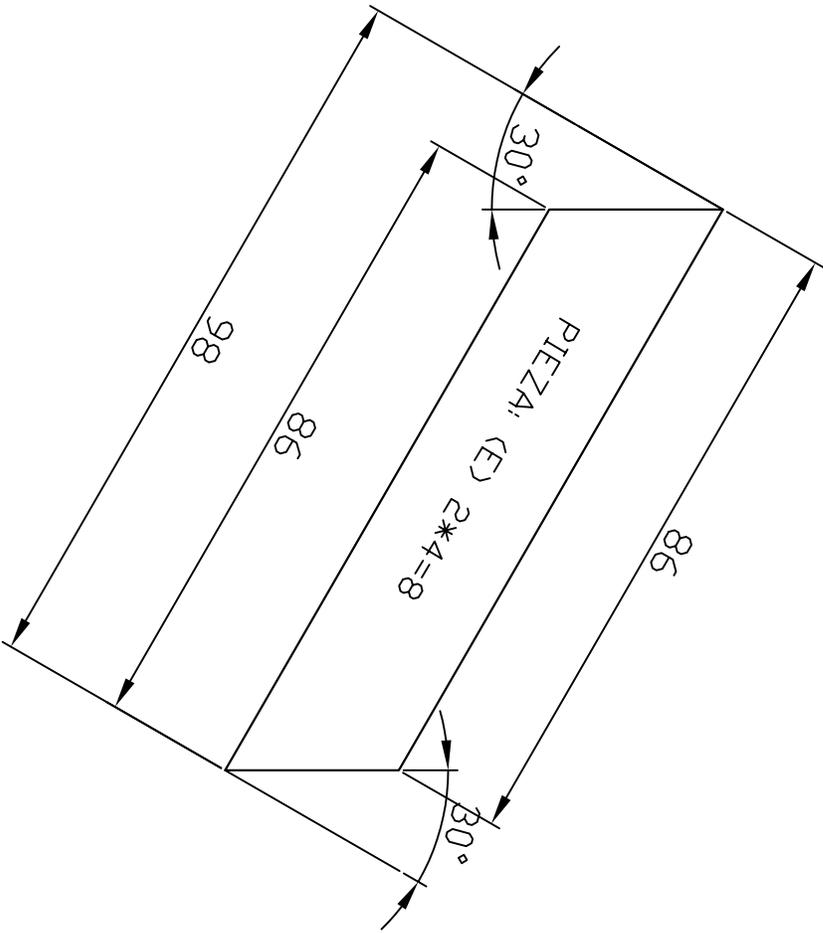
ESCALA: 1:1 HOJA N° 2/4





UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA		BLOQUE HEXAGONAL	DESPIECE MOLDE DE MADERA
FACULTAD DE INGENIERIA - DEPARTAMENTO DE CIVIL			
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS			
TUTOR:	Ing. RODOLFO OSERS	DIBUJÓ:	JORGE BALOGH
ESCALA:	1:1	HOJA N° 3/4	



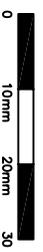


UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
 FACULTAD DE INGENIERIA - DEPARTAMENTO DE CIVIL
 DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

BLOQUE HEXAGONAL. DESPIECE MOLDE DE MADERA

TUTOR: Ing. RODOLFO OSERS DIBUJÓ: JORGE BALOGH

ESCALA: 1:1



Hoja N° 4/4

ANEXO C

ACELCRET 202

ADITIVO ACELERADOR DEL FRAGUADO

DESCRIPCIÓN:

ACELCRET 202 es un aditivo reductor de agua, acelerador del fraguado del concreto. Incrementa la resistencia del concreto a todas las edades.

RECOMENDADO PARA:

ACELCRET 202 permite al constructor remover con mayor anterioridad los encofrados, en lo que se traduce en un programa de producción mas rápido. Un acelerado programa de construcción significa mayores beneficios al contratista.

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS:

- Mejora la trabajabilidad
- Mayores resistencias a todas las edades
- Mejores acabados de superficies
- Rápido desencofrado

INFORMACIÓN TÉCNICA:

El fraguado del cemento podrá reducirse en más de una hora añadiendo 16 onzas por saco de cemento de **ACELCRET 202**. Para aceleraciones del fraguado mayores de 3 horas, es necesario añadir, 64 onzas de **ACELCRET 202** por saco de cemento.

La resistencia de un concreto standard que contenga **ACELCRET 202** podrá exceder la de 28 días en tan solo 7 días.

La resistencia a los 28 días del concreto con **ACELCRET 202** será 1 ½ veces mayor a la de un concreto sin **ACELCRET 202**.

EL **ACELCRET 202** puede ser usado en cualquier tipo de concreto reforzado, excepto en los casos explicados en las limitaciones anteriores.

ESPECIFICACIONES Y NORMAS:

- COVENIN 356, TIPO C
- ASTM C-494 - TIPO C
- CRD C-87 - TIPO C
- AASHTOM-194 - TIPO C

MODO DE EMPLEO:

Se agrega al agua de la mezcla del concreto en la cantidad recomendada, preferiblemente por medio de dispositivos dosificadores.

PRESENTACIÓN:

Latas de 5 galones (19 Lts.)
Tambores de 55 galones (208 Lts.).

PRECAUCIONES Y LIMITACIONES:

ACELCRET 202 no se recomienda para concreto pretensado, postensados o concretos, que contengan elementos de aluminio, ni en combinación con cemento tipo V. Cuando se usa con otros aditivos, cada aditivo deberá ser introducido a la mezcla por separado.



**EFFECTO DEL ADITIVO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO
TEMPERATURA DE MEZCLADO Y CURADO 23°C**

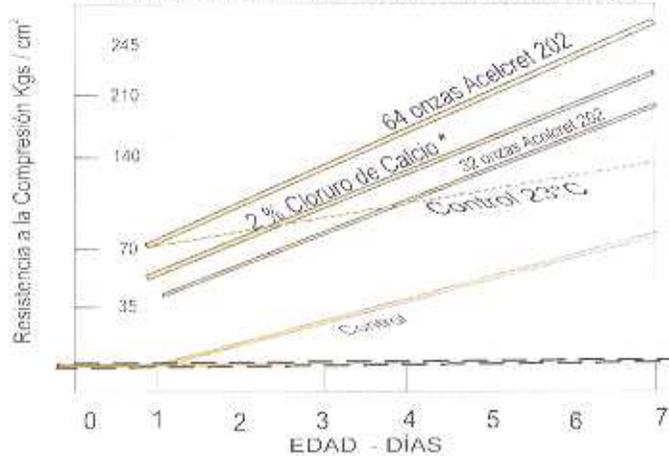


**EFFECTO DEL ADITIVO SOBRE EL TIEMPO DE FRAGUADO
TEMPERATURA DE MEZCLADO Y CURADO 23°C**



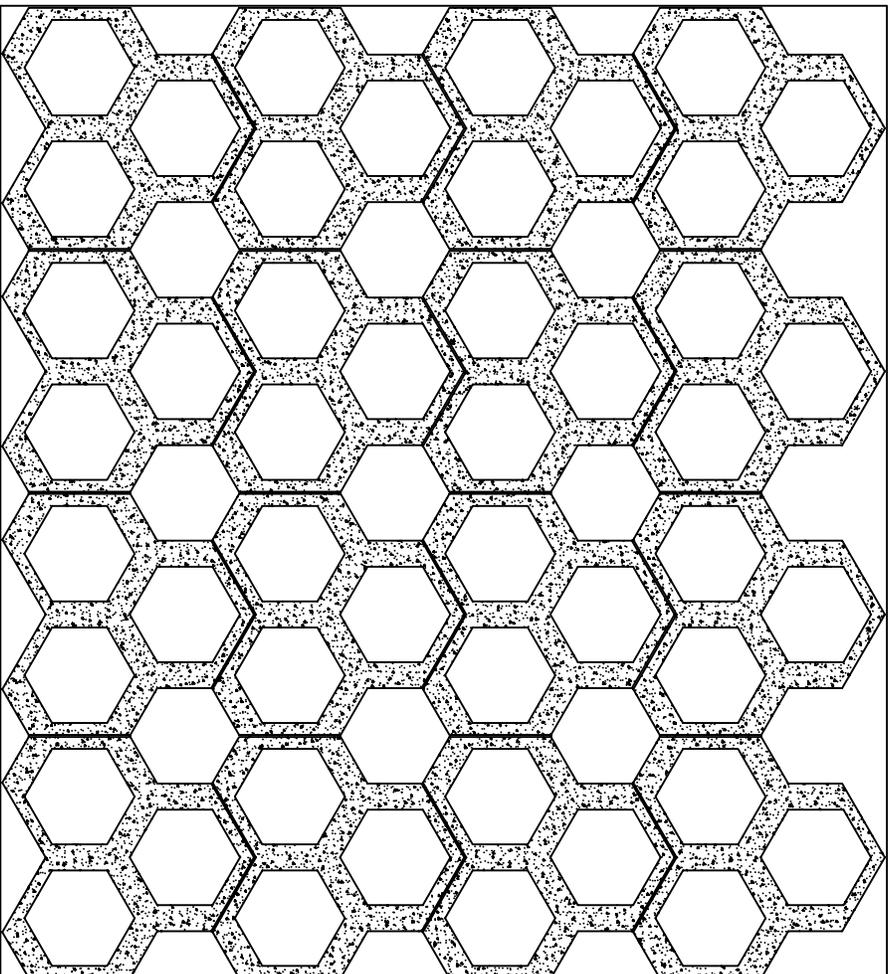
*: 2 % del peso del cemento fr Cloruro de Calcio es la máxima concentración que se pueda añadir al concreto según especificaciones ASTM

EFFECTO DEL ADITIVO SOBRE LA RESISTENCIA



ANEXO D

Limite de emrase con mortero de unione



16 Bloques hexagonales

Proporciones:
cemento/arena: 1:2,5
agua/cemento: 0,3

Mortero de unión:

Proporciones:
cemento/arena: 1:2,5
agua/cemento: 0,4

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA - DEPARTAMENTO DE CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS

BLOQUE HEXAGONAL. MURO PROTOTIPO

TUTOR: Ing. RODOLFO OSERS DIBUJÓ: JORGE BALOGH

ESCALA: 1/7,5



HOJA N°
1/1

ANEXO E

COSTO DE LA REALIZACIÓN DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO.

Descripción	Cantidad [u]	Costo Unitario [Bs/u]	Sub-Total [Bs]
Molde de madera.	4	40.000	160.000
Molde de hierro.	1	650.000	650.000
Cemento	3	10.770	32.310
Arena lavada	20	1.730	34.600
Aditivo Acelcret	1	95.900	95.900
Ensayo de compresión de mureta en el IMME	1	60.000	60.000
Total			1.032.810

Precio unidad de bloque con aditivo.

Según dosificación expresada en el cuadro N° 6 (Pág. 66)

Descripción	Cantidad [Lts]	Costo Unitario [Bs/Lts]	Sub-Total [Bs]
Arena lavada (1.730Bs/saco rinde 13 Lts)	2,5	133	333
Cemento (10.770Bs/saco rinde 33,7 Lts)	1	320	320
Aditivo Acelcret (95.900 Bs/cuñete de 19 Lts)	0,05	5.047	252
Total			905

Precio unidad de bloque sin aditivo.

Según dosificación expresada en el cuadro N° 6 (Pág. 66)

Descripción	Cantidad [Lts]	Costo Unitario [Bs/Lts]	Sub-Total [Bs]
Arena lavada (1.730Bs/saco rinde 13 Lts)	2,5	133	333
Cemento (10.770Bs/saco rinde 33,7 Lts)	1	320	320
Aditivo Acelcret (95.900 Bs/cuñete de 19 Lts)	0	5.047	0
Total			652

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

INSTITUTO DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

FACULTAD DE INGENIERIA

CIUDAD UNIVERSITARIA - CARACAS

APARTADO 50361 SABANA GRANDE - 105

R. I.F. N° J-171696-3

U.C.V.

FACTURA A N° 13329

Caracas, 11 de OCTUBRE de ~~19~~X 2004

Señor: JORGE BALOGH

DEBE

ENSAYO DE UNA MURETA A BSE DE BLOQUES HEXAGONALES,
PETICION DE ENSAYO No. 2310, INFORME No. 209903.

60.000,00
=====

SON BS. SESENTA MIL EXACTOS

FORMA DE PAGO: EFECTIVO

CANCELADO:



CORD. SERVICIO
SERGIO RODRIGUEZ