



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Construcción Civil

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE ALBAÑILERÍA DE BLOQUES
MACIZOS DE HORMIGÓN CELULAR Y DE BLOQUES HUECOS DE
HORMIGÓN DE CEMENTO, UTILIZADO COMO MATERIAL ALTERNATIVO
EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS Y ANTEPECHOS EN OBRA AMPLIACIÓN
MALL PLAZA DE LOS RÍOS, VALDIVIA”

Tesis para optar al Título de:
Ingeniero Constructor.

Profesor Patrocinante:
Sr. Gustavo Lacrampe Holtheuer.
Ingeniero Constructor.
Constructor Civil, especialidad Obra Civiles.

ALEJANDRA ELIZABETH MARTÍNEZ DUGUET
VALDIVIA - CHILE
2009

INDICE

Resumen

Summary

Introducción

Objetivos Generales

Objetivos Específicos

Capitulo I: GENERALIDADES.

1.1.- Descripción proyecto “Ampliación Mall Plaza de los Ríos, Valdivia”	2
1.2.- Descripción de los materiales.....	3
1.2.1.- Bloques macizos de hormigón celular.....	3
1.2.1.1.- Composición de los bloques macizos de hormigón celular.....	4
a) Clasificación por dimensiones.....	5
b) Clasificación por resistencia.....	6
c) Requisito de adherencia.....	7
d) Requisito de contracción.....	7
1.2.1.2.- Propiedades de los bloques macizos de hormigón celular.....	7
a) Aislación térmica.....	8
b) Resistencia al fuego.....	9
c) Resistencia a la humedad.....	9
d) Densidad.....	10
1.2.1.3.- Ventajas Constructivas.....	11
1.2.1.4.- Productos.....	13
a) Bloques Termo Block.....	13
b) Bloques Solid Block.....	14

1.2.2.- Bloques huecos de hormigón de cemento.....	16
1.2.2.1.- Composición de los bloques huecos de hormigón de cemento.....	16
1.2.2.2.- Propiedades de los bloques huecos de hormigón de cemento.....	17
a) Aislación térmica.....	17
b) Resistencia al fuego.....	17
c) Resistencia a la humedad.....	18
d) Resistencia mecánica.....	19
e) Densidad.....	20
1.2.2.3.- Ventajas Constructivas.....	21
1.2.2.4.- Productos.....	21
a) Bloques estándar.....	21
b) Bloques con rebaje.....	22
c) Bloques con terminación piedra.....	23
d) Bloques estriados.....	24
1.2.2.5.- Observaciones.....	24

Capítulo II: METODO CONSTRUCTIVO DE MUROS PERIMETRALES.

2.1.- Sistema constructivo con bloques macizos de hormigón celular.....	27
a) Modulación.....	27
b) Colocación de la primera hilada.....	28
c) Ejecución de la albañilería.....	30
d) Juntas verticales.....	31
e) Encuentro superior.....	32
f) Zonas húmedas.....	34
g) Canalizaciones.....	34
h) Limpieza de muros.....	35
i) Observaciones.....	36

2.2.- Sistema constructivo con bloques huecos de hormigón de cemento.....	37
a) Modulación.....	37
b) Trazado de ejes.....	38
c) Colocación de la primera hilada.....	38
d) Ejecución de la albañilería.....	39
e) Juntas.....	41
f) Canalizaciones.....	42
g) Limpieza de muros.....	42
h) Refuerzos de hormigón armado.....	43
i) Hormigonado.....	46
j) Juntas de dilatación.....	47
k) Observaciones.	47

Capitulo III: SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE ANTEPECHOS.

3.1.- Construcción de antepechos con bloques macizos de hormigón celular.....	50
a) Refuerzo antepecho largos entre los 100 y 400cms.....	51
b) Refuerzo antepecho largos mayores a 400cms y menores a 700cms.....	56
c) Refuerzo antepecho largo 700cms.....	58
d) Observaciones.....	60
3.2.- Construcción de antepechos con bloques huecos de hormigón de cemento.....	60
a) Refuerzo antepecho largos mayores a 100cms y menores a 700cms.....	61
b) Refuerzo antepecho largo 700cms.....	64
c) Observaciones.....	66

Capitulo IV: ANALISIS COMPARATIVO.

4.1.- Análisis comparativo de precios en la construcción de muros.....	69
4.1.1.- Construcción de muros con bloques macizos de hormigón celular, costos.....	69
a) Análisis de materiales.....	69
b) Análisis mano de obra.....	69

c)	Análisis de precios unitarios.....	70
4.1.2.-	Construcción de muros con bloques huecos de hormigón de cemento, costos.....	70
a)	Análisis de materiales.....	70
b)	Análisis mano de obra.....	71
c)	Análisis de precios unitarios.....	71
4.1.3.-	Análisis comparativo de costos en la construcción de muros con bloques macizos de hormigón celular y bloques huecos de hormigón de cemento.....	72
4.2.-	Análisis comparativo de precios unitarios en la construcción de antepechos.....	73
4.2.1.-	Construcción de antepechos con bloques macizos de hormigón celular, costos... ..	73
a)	Análisis de materiales.....	73
b)	Análisis mano de obra.....	73
c)	Análisis de precios unitarios.....	74
4.2.2.-	Construcción de antepechos con bloques huecos de hormigón de cemento, costos.....	76
a)	Análisis de materiales.....	76
b)	Análisis mano de obra.....	76
c)	Análisis de precios unitarios.....	77
4.2.3.-	Análisis comparativo de costos unitarios en la construcción de antepechos con bloques macizos de hormigón celular y bloques huecos de hormigón de cemento.....	81
4.3.-	Análisis comparativo de costos directos en la construcción de muros y antepechos con bloques macizos de hormigón celular y bloques huecos de hormigón de cemento.....	81
4.4.-	Análisis comparativo de las propiedades de los bloques macizos de hormigón celular y los bloques huecos de hormigón de cemento.....	83

Capitulo V: CONCLUSIONES.

5.- Conclusiones..... 85

Bibliografía..... 88

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas

Tabla 1.1: Clasificación por dimensiones.....	5
Tabla 1.2: Factor de forma en función de la clase de resistencia y altura del bloque.....	6
Tabla 1.3: Requisitos de resistencia a compresión y densidad.....	7
Tabla 1.4: Conductividad Térmica.....	8
Tabla 1.5: Cuadro de Conductividad Térmica.....	8
Tabla 1.6: Resistencia al fuego de bloques macizos de hormigón celular según su espesor.....	9
Tabla 1.7: Cuadro de Densidades.....	11
Tabla 1.8: Cuadro de Dimensiones y pesos.....	14
Tabla 1.9: Propiedades.....	14
Tabla 1.10: Pallets.....	14
Tabla 1.11: Cuadro de Dimensiones y pesos.	15
Tabla 1.12: Propiedades.	15
Tabla 1.13: Pallets.	15
Tabla 1.14: Altura máxima por espesor.	15
Tabla 1.15: Requisitos de absorción máxima para los bloques huecos de hormigón de cemento.....	18
Tabla 1.16: Resistencia a la compresión.	20
Tabla 1.17: Dimensiones.	21
Tabla 1.18: Dimensiones y Peso de Bloques Estándar.	22
Tabla 1.19: Pallets.....	22
Tabla 1.20: Dimensiones y Peso de los bloques con rebaje.....	22
Tabla 1.21: Pallets.....	23
Tabla 1.22: Dimensiones y Peso de los bloques con terminación piedra.....	23
Tabla 1.23: Pallets.....	23
Tabla 1.24: Dimensiones y Peso de bloques estriados.....	24
Tabla 1.25: Pallets.....	24
Tabla 2.1: Altura máxima de muros sin refuerzos.....	28
Tabla 2.2: Composición granulométrica de los áridos para el hormigón de relleno.....	47
Tabla 4.1: Materiales utilizados en muros con bloques macizos de hormigón celular.....	69
Tabla 4.2: Desglose de precios unitarios.....	70

Tabla 4.3: Materiales utilizados en muros con bloques huecos de hormigón de cemento.....	70
Tabla 4.4: Desglose de precios unitarios.....	71
Tabla 4.5: Resumen del costo total del análisis de materiales.....	72
Tabla 4.6: Resumen del costo total del análisis de mano de obra.....	72
Tabla 4.7: Resumen del costo total en la confección de albañilerías.....	73
Tabla 4.8: Materiales utilizados en refuerzos de antepechos.....	73
Tabla 4.9: Precios unitarios en confección de antepechos con bloques macizos de hormigón celular...	74
Tabla 4.10: Materiales utilizados en refuerzos de antepechos.....	76
Tabla 4.11: Precios Unitarios en la confección de antepechos con bloques huecos de hormigón.....	78
Tabla 4.12: Resumen del costo del análisis de materiales.....	81
Tabla 4.13: Resumen del costo total del análisis de mano de obra.....	81
Tabla 4.14: Resumen del costo total en la confección de antepechos.....	81
Tabla 4.15: Costos directos netos de albañilería con bloques macizos de hormigón celular.....	82
Tabla 4.16: Costos directos netos de albañilería con bloques huecos de hormigón de cemento.....	82
Tabla 4.17: Tabla resumen de propiedades de los bloques macizos de hormigón celular y de los bloques huecos de hormigón de cemento.....	83

Figuras

Figura 1.1: Materiales componentes de los bloques macizos de hormigón celular.....	4
Figura 1.2: Horno de autoclave de vapor de agua.....	4
Figura 1.3 Cuadro de Transmitancia Térmica U.....	8
Figura 1.4: Gráfico Comparativo de Coeficiente de Absorción de Agua.....	10
Figura 1.5: Bloques Termo Block.....	13
Figura 1.6: Bloques Solid Block.....	14
Figura 1.7: Bloque Estándar.....	22
Figura 1.8: Bloque con Rebaje.....	22
Figura 1.9: Bloques con terminación piedra.....	23
Figura 1.10: Bloques estriados.....	24
Figura 2.1: Modulación Bloques macizos de hormigón celular.....	27
Figura 2.2: Tacos de poliestireno.....	29

Figura 2.3: Colocación de la primera hilada.....	29
Figura 2.4: Poliestireno Expandido.....	29
Figura 2.5: Llana dentada.....	30
Figura 2.6: Aplicación Mortero Adhesivo.....	31
Figura 2.7: Juntas de Dilatación.....	32
Figura 2.8: Cierre de fachadas.....	33
Figura 2.9: Láminas Conectoras.....	33
Figura 2.10: Fijación de láminas conectoras al hormigón armado.....	34
Figura 2.11: Acanalador Manual.....	35
Figura 2.12: Limpieza de muros.....	35
Figura 2.13: Reparación de muros.....	36
Figura 2.14: Modulación y trazado de ejes.....	38
Figura 2.15: Regla Vertical.....	39
Figura 2.16: Colocación de bloques.....	40
Figura 2.17: Colocación de bloques.....	40
Figura 2.18: Mortero de pega.....	41
Figura 2.19: Tratamiento de juntas entre bloques.....	42
Figura 2.20: Refuerzos de barras el pilares de hormigón armado.....	43
Figura 2.21: Cadenas abiertas.....	45
Figura 2.22: Cadenas Cerradas.....	46
Figura 3.1: Fijación antepechos de bloques macizos de hormigón celular.....	50
Figura 3.2: Elevación refuerzos de antepechos.....	51
Figura 3.3: Detalle 1.....	52
Figura 3.4: Corte B – B.....	53
Figura 3.5: Corte A - A.....	53
Figura 3.6: Detalle 2.....	54
Figura 3.7: Corte B – B.....	54
Figura 3.8: Detalle 3.....	55
Figura 3.9: Corte C – C.....	55
Figura 3.10: Elevación refuerzos antepechos.....	56
Figura 3.11: Detalle 2.....	57
Figura 3.12: Corte A – A.....	57
Figura 3.13: Corte B B.....	58

Figura 3.14: Elevación Refuerzos de Antepechos.....	58
Figura 3.15: Detalle 3.....	59
Figura 3.16: Detalle 4.....	60
Figura 3.17: Elevación Refuerzos de Antepechos.....	61
Figura 3.18: Disposición de armaduras en antepechos con bloques huecos de hormigón de cemento.	63
Figura 3.19: Elevación Refuerzos de Antepechos.....	64
Figura 3.20: Bloques con rebaje invertidos.....	65
Figura 3.21: Disposición de las armaduras en los antepechos.....	66
Figura 3.22: Disposición de los bloques.....	67

RESUMEN

El presente trabajo consiste en realizar un análisis comparativo de los costos involucrados en la construcción de muros y antepechos perimetrales del edificio Ampliación Mall Plaza de los Ríos ubicado en la ciudad de Valdivia.

Para realizar el análisis comparativo se estudiará el sistema constructivo de dos tipos de bloques, los bloques de hormigón celular y los bloques huecos de hormigón de cemento, además se analizarán las soluciones constructivas para la confección de antepechos recomendadas por los fabricantes de cada tipo de bloque a modo de determinar la alternativa mas económica a utilizar.

SUMMARY

The present work consists of realizing a comparative analysis of the costs involved in the construction of walls and breastworks of the building perimeter Mall Plaza de los Ríos located in Valdivia's city.

To realize the comparative analysis will be studied the constructive system of two types of blocks, the aerated concrete blocks and hollow blocks of cement concrete, in addition will be analyzed the constructive solutions for the confection of breastworks recommended by the manufacturers of every type of block to determine the most economical alternative to use.

INTRODUCCION

La albañilería a través del tiempo se ha convertido en uno de los sistemas constructivos más utilizados en la construcción de muros de viviendas y edificios.

En la actualidad podemos encontrar una serie de materiales que se utilizan en la confección de albañilerías, como los ladrillos de arcilla, bloques de hormigón de cemento, bloques macizos de hormigón celular, entre otros, los cuales se caracterizan principalmente por su resistencia a la compresión y su baja o nula resistencia a la flexión.

Debido a esto las albañilerías se deben reforzar utilizando diversos métodos, como el uso de barras de acero, perfiles metálicos o elementos de hormigón armado, y de esta manera lograr que sean capaces de resistir los diversos esfuerzos a los que se ve sometido un muro.

Es por esto que a la hora de ejecutar un proyecto de albañilería se hace necesario analizar el tipo de material a utilizar, ya que si bien éste puede ser económico, al existir la necesidad de reforzarlo aumentan los costos, como es el caso del proyecto Ampliación Mall Plaza de los Ríos que se analizará en la presente tesis, en el que debido al uso de bloques macizos de hormigón celular como solución constructiva, requirió de diversos refuerzos, los que a su vez provocaron el uso de materiales y mano de obra adicional a la contemplada en esta parte del proyecto.

Debido a lo anterior se propone en la presente tesis la utilización de bloques macizos de hormigón de cemento como material alternativo de menor costo para la confección de muros y antepechos perimetrales de albañilería en la obra Ampliación Mall Plaza de los Ríos.

Para verificar esta información se realizará un análisis comparativo de costos entre el material alternativo y los bloques de hormigón celular, el que involucrará los materiales y la mano de obra que los fabricantes de cada tipo de bloque indican de acuerdo a las necesidades del proyecto.

OBJETIVOS GENERALES

- Demostrar que la utilización de bloques huecos de hormigón de cemento como material alternativo en la confección de albañilerías, es más económico que el uso de bloques macizos de hormigón celular en la construcción de los muros perimetrales de la obra “Ampliación Mall Plaza de los Ríos, Valdivia”.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Comparar presupuestariamente la construcción de muros y antepechos de albañilería utilizando dos materiales con distintas propiedades en el edificio “Ampliación Mall Plaza de los Ríos, Valdivia” utilizando bloques macizos de hormigón celular y bloques huecos de hormigón de cemento.

CAPITULO I
GENERALIDADES

1.1.- DESCRIPCION PROYECTO “AMPLIACION MALL PLAZA DE LOS RIOS, VALDIVIA”.

La obra “Ampliación Mall Plaza de los Ríos”, desde ahora en adelante “Ampliación Mall Plaza”, se encuentra ubicada en calle Arauco esquina de calle Walter Schmidt en la ciudad de Valdivia. Esta obra consiste en la construcción de un edificio con una superficie total de 17.170 m², consta de 11 pisos, 2 subterráneos destinados a estacionamientos, 5 pisos destinados a tienda comercial y 4 pisos destinados a una clínica. Para el desarrollo de la presente tesis enfocaremos nuestro estudio en la construcción de los muros y antepechos perimetrales de los pisos quinto al octavo, denominados “Torre”.

En el presente trabajo se estudiará el sistema constructivo de dos tipos de materiales utilizados en muros y antepechos de albañilería, los que se deberán levantar entre losas, pilares y vigas de hormigón armado. La altura máxima de los muros será de 270cms con un ancho máximo de 700cms, mientras que los antepechos tendrán 104cms de alto y su ancho variará según las dimensiones de las ventanas que recibirán.

Para la construcción de los muros y antepechos de la obra Ampliación Mall Plaza, se deberán tener presente las Especificaciones Técnicas de Arquitectura que se refieren a la construcción de un edificio destinado a centro comercial y a una clínica particular. De estas, se mencionarán a continuación los puntos que trascienden en el proyecto a ejecutar en la presente tesis.

a) Para tabiques de cerramiento perimetrales se indica lo siguiente:

- Se contempla tabiquería de relleno sobre la base de albañilería con bloques de hormigón celular.
- El espesor del tabique será de 15cms, aceptándose variaciones de 1cms.
- Los muros y/o antepechos se materializarán considerando las recomendaciones, el procedimiento de instalación, herramientas y todos los pasos señalados por el fabricante.
- Los muros perimetrales no reciben carga estructural debido a que esta se encuentra distribuida en los pilares, vigas y losas del edificio. Por esta razón se pueden escoger materiales que no sean diseñados para recibir cargas estructurales.

b) El revestimiento exterior debe cumplir con las siguientes características:

- Para evitar las filtraciones de agua hacia el interior del edificio se deberá utilizar mortero hidrófugo o estuco en base a mortero de cemento y arena más una dosificación de impermeabilizante tipo Sika 1 o similar, según las indicaciones del fabricante.
- El estuco se aplicará sobre los muros de hormigón armado y albañilería con bloques, el espesor debe ser de 2cms.
- Sobre el estuco se aplicará pintura del tipo textura orgánica Sipa de grano medio, colores SR 5223-P / SR 1114 –P, antes de pintar se deberá aplicar una mano de Acondicionador de superficies cuyo color deberá ser similar a la pintura de terminación. Las pinturas se aplicaran según las indicaciones del fabricante.

c) Ventanas y puertas:

- Se contempla en el perímetro de la torre ventanas y puertas con marcos de aluminio.
- Las dimensiones, hojas y demás detalles se ejecutaran según lo indicado en los planos específicos y de detalles.
- La ubicación de estos elementos está determinada por los planos de arquitectura.

1.2.- DESCRIPCION DE LOS MATERIALES.

1.2.1.- Bloques de hormigón macizos de hormigón celular.

Los bloques macizos de hormigón celular fueron creados para imitar las ventajas de la madera, tales como el aislamiento, solidez y trabajabilidad, dejando de lado las desventajas de este material como la fragilidad el mantenimiento y la combustibilidad del material, además con la utilización de este material se logra un fácil manejo, transporte y colocación. Su creación data del año 1924, pero su masificación se logra a fines de la Segunda Guerra Mundial, con el fin de reconstruir las ciudades debido a su rápida instalación.

Este sistema constructivo es más liviano que los demás sistemas existentes en el mercado debido al reemplazo de los agregados tradicionales por otros con menor densidad, e incorporando además la utilización de poliestireno expandido cuya densidad varía entre los 10 y 20kg/m³ dependiendo de la resistencia que se desee obtener.

1.2.1.1.- Composición del los bloques macizos de hormigón celular.

El hormigón celular se obtiene a través de la mezcla dosificada de arena de sílice, cemento y cal, a la que posteriormente se le agrega agua en cantidad necesaria hasta crear una mezcla homogénea. Finalmente, luego del proceso de amasado se le incorpora un agente expansor en base a polvo de aluminio, este material reacciona creando millones de microesferas de aire distribuidas al interior de la mezcla, lo que determina su estructura molecular y le confiere sus propiedades termomecánicas, que permiten su uso tanto para muros estructurales como para tabiques divisorios.

Figura 1.1: Materiales componentes de los bloques macizos de hormigón celular.



Fuente: www.xella.cl

Cuando la mezcla está homogénea, se vacía en moldes de acero y se transporta al proceso de corte, para posteriormente dejarla fraguar en un horno de autoclave de vapor de agua durante 12 horas, es decir, una cámara de vapor presurizada, obteniéndose así un bloque macizo y resistente. Durante el proceso de fraguado, parte del material silíceo fino reacciona químicamente con los componentes de origen calcáreo tales como cal y cal liberada durante la hidratación del cemento. Los productos de la hidratación tienen una estructura micro cristalina con una superficie específica mucho menor que la que se obtiene por curado normal.

Figura 1.2: Horno de autoclave de vapor de agua.



Fuente: www.xella.cl

En la actualidad este material es conocido como Hormigón Celular Curado en Autoclave, el cual posee las siguientes características:

- Sólido.
- Aislante térmico.
- Fácil de trabajar.
- Incombustible.
- Durable.
- Económico.

Este material cumple con la Norma Alemana Din 1053 y la Norma Chilena NCh2432 Of.1999 “Bloques macizos de hormigón celular – Especificaciones”, que establece la clasificación y requisitos de los bloques macizos de hormigón celular. En esta norma se define al hormigón celular como un material de densidad seca menor a 1,2kN/m³, obtenido al mezclar cemento, arena, agua y algún agente aditivo o producto químico especial que incorpore microburbujas de aire o de gas, pudiendo también contener otros materiales finamente molidos como cal hidratada, cuarzo, entre otros en cantidades apropiadas. Además clasifica a los bloques según sus dimensiones y resistencia, lo cual detallará a continuación.

a) Clasificación por dimensiones.

Según el ancho del bloque en función del espesor del muro, se clasifican en series, la variación máxima de las dimensiones es de + / - 1,5mm en cualquier dimensión, esta norma indica 6 series las cuales mencionan en la siguiente tabla, pudiéndose establecer otras series para satisfacer especificaciones particulares de obra.

Tabla 1.1: Clasificación por dimensiones, mm.

Serie	Largo	Ancho	Alto
75	625	75	200
100	625	100	200
125	625	125	200
150	625	150	200
200	625	200	200
250	625	250	200

Fuente: NCh2432 Of.1999, Bloques macizos de hormigón celular.

b) Clasificación por resistencia.

La resistencia a la compresión de los bloques se determina con el ensayo de probetas obtenidas a intervalos regulares cada 1000m³ de hormigón fabricado. Se confeccionan 6 probetas cúbicas de arista igual a 100mm con un contenido de humedad que varía entre un 15% y un 25% en masa.

Las probetas se cargan durante 1 minuto o hasta rotura de modo que el esfuerzo a compresión aumenta en una razón de:

- 0,05MPa por segundo para resistencia grado 2.
- 0,10MPa por segundo para resistencia grado 4.
- 0,15MPa por segundo para resistencia grado 6.
- 0,20MPa por segundo para resistencia grado 8.

La resistencia es el resultado de la media aritmética de los 6 bloques y se calcula mediante la siguiente formula:

$$f_p = \frac{P}{S} * k$$

Donde:

k: Factor de forma.

P: Carga.

S: Área de carga.

Tabla 1.2: Factor de forma en función de la clase de resistencia y altura del bloque

Clase de resistencia	Espesor del bloque, mm	Factor de forma, <i>k</i>
2	Todos los espesores	1
4, 6, 8	115, 120, 124, 125	1
	175, 186, 190, 199	1,1
	240, 249	1,2

Fuente: NCh2432 Of.1999, Bloques macizos de hormigón celular

La resistencia a la compresión está relacionada con su densidad, es decir, a mayor densidad, mayor resistencia. Según los resultados del ensayo de resistencia, los bloques se clasifican en grados, como lo indica la siguiente tabla:

Tabla 1.3: Requisitos de resistencia a compresión y densidad.

Grado	Resistencia Mínima a la Compresión, Mpa		Densidad máxima, Kg/m ³
	Individual	Promedio de 5 unid	
2	2	2,5	600
4	4	5	700
6	6	7,5	800

Fuente: NCh2432 Of.1999, Bloques macizos de hormigón celular

Nota: pueden establecerse grados de resistencia superiores a 6, siempre que la densidad seca máxima no sea superior a 1200Kg/m³.

La resistencia a la tracción directa, es alrededor del 15 al 35% de la resistencia a la compresión, su medición es más sensible a las condiciones de ensayo que la determinación de la resistencia a compresión, debido a que un aumento en el contenido de humedad provoca una disminución en el valor de esta resistencia.

c) Requisito de adherencia.

La adherencia entre los bloques y el mortero adhesivo de capa delgada, debe tener una resistencia a los 28 días mayor o igual a 0,4MPa, la que se determinará según lo establecido en la norma Nch2258/1.

d) Requisito de contracción.

Este requisito hace referencia al cambio relativo de longitud de los bloques macizos de hormigón celular durante su desecación, es decir, la retracción por secado convencional del hormigón celular. La contracción máxima es de 0,3mm/m determinada según el procedimiento A4 del Anexo A en la norma NCH2432 Of1999.

1.2.1.2.- Propiedades de los bloques macizos de hormigón celular.

A continuación se mencionan las principales propiedades de los bloques de hormigón celular.

a) **Aislación térmica.**

Una de las propiedades más importantes de un material al momento de diseñar es su capacidad de aislar térmicamente, la cual se encuentra dada por la conductividad térmica del material. El hormigón celular se caracteriza por tener una muy baja conductividad térmica, haciendo a este material altamente aislante.

Tabla 1.4: Conductividad Térmica.

Densidad máxima, Kg/m ³	Λ , W/mK
600	0,13
700	0,16
800	0,19

Fuente: Características Técnicas Hebel.

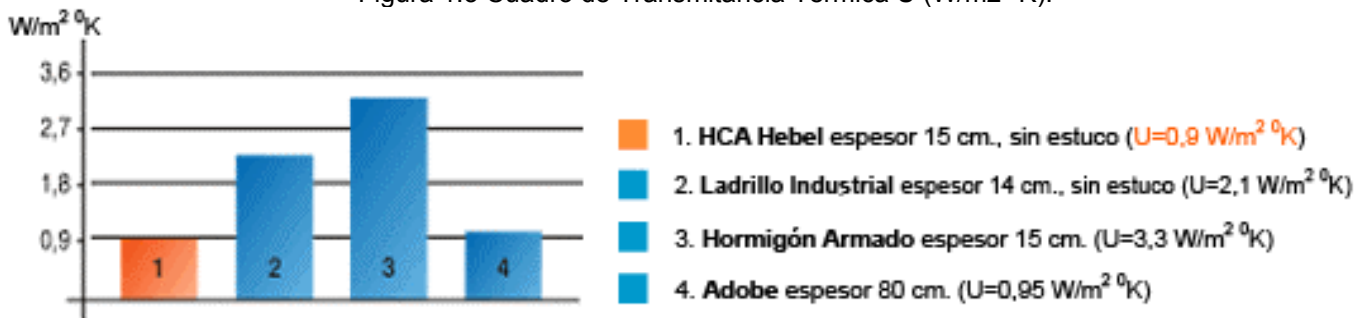
Tabla 1.5: Cuadro de Conductividad Térmica.

Descripción del material	Densidad, Kg/m ³	Λ , W/mK
Bloque macizo HC	700	0,16
Ladrillo cerámico perforado	1.200	0,5
Madera	800	0,2
Hormigón armado	2.400	1,6
Adobe	-	0,9

Fuente: Norma NCh853 Of91.

Esta capacidad aislante de los bloques se traduce en un alto porcentaje de ahorro en el consumo de energía para calefaccionar los espacios de hasta un 50%, haciendo innecesario gastos adicionales en aislación, además disminuye las emisiones de CO₂ a la atmosfera producidas por calefacción y el gasto de aire acondicionado en verano, logrando un máximo confort en el interior de la construcción.

Figura 1.3 Cuadro de Transmitancia Térmica U (W/m² °K).



Fuente: Norma NCh 853 Of. 91.

Como podemos observar en la figura 1.3 la transmitancia térmica de los bloques macizos de hormigón celular es considerablemente más baja respecto a los demás materiales de construcción.

b) Resistencia al fuego.

El hormigón celular es un material que no contiene materias combustibles, ya que sus componentes son de origen mineral, lo que proporciona una alta resistencia al fuego logrando resistir altas temperaturas durante períodos de tiempo más prolongados que cualquier otro material de construcción sólida, además no emite gases tóxicos y vapores al medio ambiente.

Un ejemplo de esto es una pared de bloques macizos de hormigón celular de 15cms de espesor, que permanece intacta luego de estar 3 horas sometida a 1.200°C, lo cual permite obtener certificaciones hasta F-180.

Tabla 1.6: Resistencia al fuego de bloques macizos de hormigón celular según su espesor.

Espesor Muro (cm)	Resistencia al Fuego
7,5	F-90
10	F-150
12,5	F-150
15	F-180
20	F-180

Fuente: IDIEM, Universidad de Chile.

De esta forma se afirma que los bloques son un material ideal para la construcción de muros cortafuego, viviendas pareadas, hospitales y zonas de alto riesgo en industrias donde se manejan y almacenan productos inflamables. Además los bloques satisfacen todas las exigencias de la normativa chilena vigente (Nch935/1 Of.97) que regula la prevención de incendio en edificios, ofreciendo así, una máxima seguridad en todo tipo de construcciones.

c) Resistencia a la humedad.

Existen tres diferentes orígenes del agua en el hormigón celular, la primera se produce inmediatamente después del autoclave, ya que el hormigón contiene aproximadamente 30% de agua en peso del material seco, el cual se pierde después de unos pocos años por absorción, la segunda,

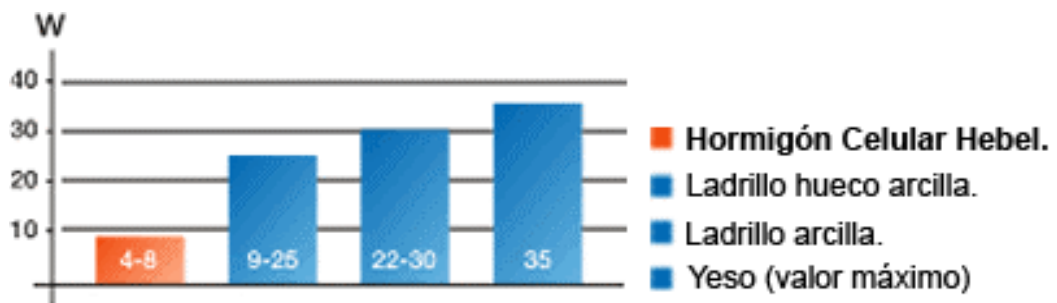
por medio de condensación capilar debido al aumento de la humedad relativa que lo rodea, y la tercera, por succión capilar en caso de estar en contacto directo con agua en estado líquido, ya que el hormigón absorberá el agua rápidamente.

La presencia de celdas esféricas cerradas, distribuidas homogéneamente en su estructura, determina una baja capilaridad y absorción de agua de las unidades de hormigón celular, reduciendo la fluctuación de humedad, que se traduce en:

- Mayor resistencia al agua, dado que su estructura impide la transferencia de humedad por capilaridad.
- Reduce las diferencias de temperatura por lo que la fluctuación de la humedad es menor.

Los bloques presentan una absorción total final inferior respecto a otros materiales, como lo indica la figura 1.4.

Figura 1.4: Gráfico Comparativo de Coeficiente de Absorción de Agua (W).



Fuente: Características Técnicas de Hebel.

d) Densidad.

La densidad seca de los bloques macizos de hormigón celular varía entre 200kg/m³ y 1000 kg/m³, siendo mayor su densidad de uso debido al contenido de humedad del hormigón y a la armadura presente. El contenido de humedad con que se entregan los bloques inmediatamente después de fabricado puede ser de un 25% al 35% sobre la masa del material seco, la que se pierde a medida que se seca el material con el transcurso del tiempo.

Por esta razón la densidad de los bloques macizos de hormigón celular es menor que los demás materiales utilizados comúnmente en albañilería, alcanzándose diferencias superiores a un 50%, como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 1.7: Cuadro de Densidades.

Materiales	Kg/m3
Hormigón Celular	650
Ladrillo macizo de arcilla	1.650
Ladrillo hueco de arcilla	1.400
Bloque hueco de hormigón	2.000
Hormigón Armado	2.400

Fuente: Universidad Católica del Norte.

1.2.1.3.- Ventajas Constructivas

Los bloques conforman un sistema constructivo que permite ejecutar construcciones de forma rápida, eficiente y económica, cumpliendo con los más altos estándares de calidad.

A continuación se mencionan las principales ventajas de la construcción con los bloques macizos de hormigón celular

- Trabajabilidad: los bloques se pueden cortar, perforar, acanalar, ranurar, lijar, modular y debastar fácilmente con serrucho de mano o sierra de hinchable eléctrica, obteniéndose las formas deseadas para realizar muros curvos u otro tipo de diseño. De esta forma se pueden lograr grandes ventajas en faenas complementarias, por ejemplo las instalaciones eléctricas y de agua potable.
- Aislación de plagas: su composición inorgánica es inhabitable para cualquier organismo.
- No es tóxico: No representa ningún grado de toxicidad para el ser humano ni para el medio ambiente, tanto en su elaboración como en su utilización.
- Durabilidad: posee características de durabilidad superiores frente a la humedad, no se degrada bajo ninguna condición climática, resiste de manera eficiente los ciclos de congelación o deshielo, la formación de hongos, el ataque de insectos y la acción de elementos químicos.

- Rapidez de construcción: Los bloques se pegan con mortero cementicio predosificado utilizando una pala dentada, con la que se realizan juntas de gran precisión en una sola pasada. El mortero utilizado es de fraguado rápido, lo que permite levantar muros sin limitación de hiladas diarias en altura. Además los bloques pesan $\frac{1}{4}$ de lo que pesa el hormigón tradicional, garantizando rapidez y economía, con un equilibrado comportamiento estructural.
- Economía: debido a las dimensiones de los bloques se logra un mayor avance diario en obra comparado con la instalación de otros materiales, lográndose reducir los costos de mano de obra, además no requiere aislación térmica adicional.
- Máximo aprovechamiento del material: los bloques tienen una baja producción de escombros y los eventuales cortes sobrantes pueden reutilizarse, disminuyendo la pérdida de material.
- Versatilidad: Los bloques pueden ser utilizados para ejecutar tabiquerías y elementos estructurales de albañilería armada o reforzada, tanto en el interior como en el exterior de una edificación. También se puede utilizar en combinación con otros materiales como hormigón armado, albañilería de ladrillo, estructuras metálicas y otros.
- Capacidad estructural asísmica: debido a su peso ligero, disminuye la masa sísmica de los muros y tabiques, por lo mismo es recomendado especialmente para zonas de alta actividad sísmica.
- Disminución drástica de morteros, estucos y enlucidos, debido a que las cerámicas o enchapes pueden ser aplicados en forma directa sobre los bloques, previa limpieza, evitando las faenas de estuco previas. De esta manera se logra disminuir costos en materiales de terminación.
- Precisión dimensional: Durante el proceso de producción, el bloque es cortado con gran exactitud en sus medidas estándar o especiales.
- Producto ecológico: el proceso productivo es de muy baja contaminación ya que no incluye sustancias nocivas, consume poca energía, no produce ningún tipo de polución y ahorra energía en forma pasiva en las construcciones.

1.2.1.4.- Productos.

Los bloques pueden ser utilizados en la construcción de albañilerías y en elementos no estructurales como tabiques. En la actualidad se fabrican dos tipos de bloques, estos se diferencian entre si según el uso que se les dará:

- Termo Block: Muros estructurales.
- Solid Block: Tabiques.

A continuación daremos a conocer las características más importantes de los distintos tipos de bloques.

a) Bloques Termo Block.

Figura 1.5: Bloques Termo Block.



Fuente: www.xella.cl

Los bloques Termo Block están diseñados para utilizarse en muros estructurales debiendo ser capaces de resistir cargas tales como su propio peso, losas de hormigón armado y/o techos, entre otras, pudiéndose utilizar en combinación con otros materiales.

La construcción con bloques Termo Block es simple, ya que utiliza los sistemas tradicionales de albañilería armada y confinada. Una de las ventajas de construir con estos bloques es que sólo se necesitan 8 bloques por metro cuadrado, disminuyendo los costos de transporte, almacenaje, mano de obra y tiempos de instalación.

Tabla 1.8: Cuadro de Dimensiones y pesos.

Bloque (cms)	Largo (cms)	Alto (cms)	Espesor (cms)	Peso unitario (Kg)	Cada bloque equivale a
62,5 x 20 x 15	62,5	20	15	12,5	0,125 m ²
62,5 x 20 x 17,5	62,5	20	17,5	15	0,125 m ²
62,5 x 20 x 20	62,5	20	20	17	0,125 m ²

Fuente: Características Técnicas de Hebel.

Tabla 1.9: Propiedades.

Bloque (cms)	Transmitancia térmica U (W/ m ² °K)	Resistencia al fuego
62,5 x 20 x 15	0,90	F 180
62,5 x 20 x 17,5	0,79	F 180
62,5 x 20 x 20	0,70	F 180

Fuente: Características Técnicas de Hebel.

Tabla 1.10: Pallets.

Bloque (cms)	Bloques por pallet	Cada pallet equivale a
62,5 x 20 x 15	108	13,50 m ² (aprox.)
62,5 x 20 x 17,5	96	12,00 m ² (aprox.)
62,5 x 20 x 20	84	10,50 m ² (aprox.)

Fuente: Características Técnicas de Hebel.

b) **Bloques Solid Block.**

Figura 1.6: Bloques Solid Block.

Fuente: www.xella.cl

Solid Block es un bloque sólido diseñado para ser usado en la construcción de tabiques, obteniéndose tabiques aplomados de simple terminación, seguros y económicos. Estos bloques se pueden utilizar como tabiques divisorios y combinarse con otros materiales.

Los bloques utilizados en la construcción de tabiques deben quedar dilatados de la estructura para permitir que la ésta se mueva sin inducir esfuerzos sobre los tabiques, ya sea en condiciones normales como durante un sismo.

Tabla 1.11: Cuadro de Dimensiones y pesos.

Bloque (cms)	Largo (cms)	Alto (cms)	Espesor (cms)	Peso unitario (Kg)	Cada bloque equivale a
62,5 x 40 x 7,5	62,5	40	7,50	12,50	0,250 m ²
62,5 x 40 x 10	62,5	40	10,00	17,00	0,250 m ²
62,5 x 40 x 12,5	62,5	40	12,50	21,00	0,250 m ²

Fuente: Características Técnicas de Hebel.

Tabla 1.12: Propiedades.

Bloque (cms)	Transmitancia térmica U (W/m ² °K)	Resistencia al fuego
62,5 x 40 x 7,5	1,57	F 90
62,5 x 40 x 10	1,26	F 150
62,5 x 40 x 12,5	1,05	F 150

Fuente: Características Técnicas de Hebel.

Tabla 1.13: Pallets.

Bloque (cms)	Bloques por pallet	Cada pallet equivale a
62,5 x 40 x 7,5	108	27,00 m ² (aprox.)
62,5 x 40 x 10	84	21,00 m ² (aprox.)
62,5 x 40 x 12,5	66	16,00 m ² (aprox.)

Fuente: Características Técnicas de Hebel.

Tabla 1.14: Altura máxima por espesor.

Espesor (cms)	Altura Máxima sin refuerzos (cms)
7,5	270
10	330
12,5	370
15	420

Fuente: Características Técnicas de Hebel.

1.2.2.- Bloques huecos de hormigón de cemento.

La creación de los bloques huecos de hormigón de cemento responde a la necesidad de abaratar costos en la construcción de muros de albañilería, creándose así un material de dimensiones mayores que los ladrillos cerámicos, los cuales hasta ese momento, eran el material más utilizado.

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

1.2.2.1.- Composición de los Bloques huecos de hormigón de cemento.

La norma Nch182.Of55 nos indica "Bloque hueco de hormigón de cemento: es un elemento que se emplea en construcciones, cuya alma puede tener uno o mas espacios huecos y cuyas paredes están constituidas por gravilla, arena y cemento".

Los bloques huecos de hormigón de cemento están compuestos por cemento, arena, gravilla y aditivos, una vez que los materiales se pesan hasta obtener la dosificación deseada se mezclan en una hormigonera a la cual se le incorpora agua iniciándose el proceso de amasado, finalizado el amasado la mezcla es transportada hacia una prensa que se encarga de apisonar y proporcionar la compactación necesaria mediante microvibrado dando forma a los bloques. Una vez realizado este proceso, los bloques son vaciados y transportados mediante rodillos, listos para comenzar la etapa de fraguado.

Terminado el proceso de fabricación, que tarda en total 20 minutos aproximadamente, los bloques son curados al vapor durante 5 días para mantener la humedad y evitar de esta forma que absorban el agua del mortero de pega o del estuco; además con este proceso se logran resistencias mecánicas mas altas y una mayor estabilidad dimensional.

En cuanto a normativas los bloques deben cumplir con las normas chilenas Nch181 Of65 que hace referencia a las condiciones que deben cumplir los bloques huecos de hormigón de cemento, y la norma Nch182.Of55 que establece los procedimientos para ensayar bloques huecos de hormigón de cemento.

1.2.2.2.- Propiedades de los Bloques huecos de hormigón de cemento.

a) Aislación térmica.

La conductividad térmica de cada material nos indica si estos son buenos o malos aislantes del calor, ya que ésta determina la capacidad de transmitir el calor a través de ellos.

Los bloques huecos de hormigón de cemento poseen una conductividad térmica igual a $0.918 \text{ W/m}^2\text{C}$, esto nos indica que los bloques no son un material buen aislante del calor, ya que mientras menor sea este valor mayor es la capacidad del material de aislar el calor.

Lo mismo se puede apreciar del valor de la transmitancia térmica debido a que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo indica que para la zona en la que se ubica el edificio Ampliación Mall Plaza se acepta un valor máximo de $1,6 \text{ W/m}^2\text{C}$, y el valor de la transmitancia de los bloques huecos de hormigón de cemento corresponde a $3,10 \text{ W/m}^2\text{C}$.

b) Resistencia al fuego.

La resistencia al fuego varía según el espesor de los bloques, alcanzando resistencias hasta F-150 debido a los compuestos de origen mineral, a continuación se indican los valores de resistencia según el espesor del bloque:

- Bloques $39 \times 19 \times 14 \text{ cms}$: F-120.
- Bloques $39 \times 19 \times 19 \text{ cms}$: F-150.

c) Resistencia a la humedad.

La resistencia a la humedad de los bloques está determinada en la norma Nch1928 Of1993, la cual indica que la absorción máxima de agua de los bloques depende de la densidad se estos, según lo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1.15: Requisitos de absorción máxima para los bloques huecos de hormigón de cemento.

Densidad del bloque de hormigón, kg/m³	Absorción máxima, l/m³
Menor que 1.700	290
entre 1.700 y 2.000	240
mayor que 2.000	210

Fuente: Nch1928 Of1993.

Esta norma además indica que el contenido máximo de agua de los bloques no deberá exceder del 40% de la cantidad de agua fijada como absorción máxima por metro cúbico de bloque macizo, es importante que los bloques posean el contenido de agua adecuado debido que al momento de secarse sufren leves contracciones, las cuales pueden provocar grietas en el muro.

Para obtener los valores mencionados anteriormente se debe obtener el peso de los bloques sometidos a distintas condiciones de acuerdo a su respectivo procedimiento, los cuales se mencionan a continuación:

- Peso de la muestra sumergida y en suspensión (Pss): Los bloques se sumergen durante 24 horas en agua tibia (entre 15 y 25°C) y luego se pesan suspendidos de un alambre y completamente sumergidos en agua.
- Peso de la muestra húmeda (Ph): Luego de obtener el peso del bloque sumergido en agua, se saca de ésta y se deja destilar por un minuto sobre una malla de alambre de no menos 9,51mm de abertura, para posteriormente quitarle el agua superficial visible con un paño ligeramente humedecido y pesarlo.

- o Peso de la muestra seca (Ps): El bloque una vez ya saturado de agua se coloca en un horno entre los 100 y 115° C, secándolo hasta alcanzar un peso constante el cual corresponde al peso de la muestra seca.

La cantidad de absorción de agua de los bloques se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$A = \frac{Ph - Ps}{Ph - Pss} \times 1000$$

Donde:

A: Absorción, en Kg/m³

Ph, Ps, Pss: deben estar en Kg.

1000: Peso del agua a 4° C, en Kg/m³.

El contenido de humedad de la muestra en el momento de la selección, expresada en porcentaje, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{Pm - Ps}{Ph - Ps} \times 100$$

Donde:

C: Contenido de humedad, en %.

Pm: Peso de la muestra al momento de seleccionarla, en Kg.

Ph, Ps: en Kg.

d) Resistencia mecánica.

La resistencia a la compresión de los bloques está limitada por lo especificado en las normas Nch182 Of.55 "Ensayo Bloques de Hormigón" y la norma Nch181.Of65 "Bloques Huecos de Hormigón de Cemento".

La norma Nch182 Of.55 indica que se deberán tomar 6 bloques de muestra por cada mil de producción, de los cuales 5 serán destinados para el ensayo "Resistencia a la Compresión". A estos bloques se les deberá colocar en ambas superficies de carga una capa de mortero plástico, con un espesor no superior a 3mm, con el fin de obtener un mayor paralelismo entre ellas. Entre la preparación de una y otra cara deberá haber un intervalo de 6 horas como mínimo y 24 horas como máximo, en el caso de existir alguna imperfección en el mortero, se deberá reemplazar por uno

nuevo. Por último, el estuco de la última capa, se dejará fraguar un mínimo de 6 horas antes de ensayar la muestra.

El esfuerzo de compresión se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{W}{A}$$

Donde:

C: Esfuerzo a la compresión, en Kg/cm².

W: Carga máxima indicada por la máquina, en Kg.

A: Promedio de las superficies totales de las caras superior e inferior del bloque, en cm².

El término medio del esfuerzo de compresión de todos los ejemplares representará el esfuerzo de compresión del lote, el cual deberá cumplir con la resistencia mínima de los bloques especificados en la norma Nch181.Of65, y que se detallará a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 1.16: Resistencia a la compresión.

Clase	Resistencia Mínima a la Compresión	
	Promedio de 5 Bloques (Kg/cm ²)	Individual Mínimo (Kg/cm ²)
A	45	35
B	22,5	17,5

Fuente: Norma Chilena Nch181.Of65

La norma chilena Nch181 Of65 clasifica a los bloques en dos clases:

- o Clase A: Bloques para muros soportantes, deben soportar 45kg/cm², utilizados en muros que reciben cargas.
- o Clase B: Bloques para tabiques o muros no soportantes, deben resistir 22,5 Kg. /cm².

e) Densidad.

La densidad de los bloques huecos de hormigón de cemento en estado seco es de 2.000 Kg/m³.

1.2.2.3.- Ventajas Constructivas.

- Texturas superficiales y colores: sin la necesidad de revestimientos superficiales ni materiales adicionales, esto se puede lograr colocando los bloques formando aparejos, disponiendo las juntas entre los bloques de diferentes dimensiones, de manera de formar dibujos geométricos. Otra manera de lograr una terminación superficial es utilizando bloques con terminación superficial incorporada en sus caras externas mediante diferentes texturas, dibujos o colores.
- Sistema constructivo estructuralmente versátil y eficiente.
- Bajos costos de construcción
- Se pueden diseñar formas especiales para resolver diversas partes del muro.

1.2.2.4.- Productos.

La siguiente tabla nos indica las dimensiones típicas de los bloques, las cuales tendrán una tolerancia estándar de +/-3mm.

Tabla 1.17: Dimensiones.

Ancho, mm	Alto, mm	Largo, mm	Unión, mm	Volumen Nominal, mm
240	190	390	10	250x200x400
190	190	390	10	200x200x400
140	190	390	10	150x200x400

Fuente: Norma Chilena Nch 181 Of 65.

Se podrán fabricar bloques de distintas dimensiones a las señaladas en la tabla 1.16, siempre y cuando se cumplan con los requisitos señalados en las normativas.

Para la construcción de muros que dan hacia el exterior no se podrán utilizar bloques con ancho menor o igual a 100mm, los que se deberán impermeabilizar.

a) Bloques Estándar.

Estos bloques se caracterizan por su facilidad de uso, tanto en las soluciones constructivas simples como estructurales, pudiendo ser utilizados en muros soportantes, logrando de esta forma una construcción asísmica.

Figura 1.7: Bloque Estándar.



Fuente: Catálogo Prefabricados Grau.

A continuación en la tabla 1.17 se pueden apreciar las diferentes dimensiones de este tipo de bloques con sus respectivos pesos y superficies útiles a cubrir.

Tabla 1.18: Dimensiones y Peso de Bloques Estándar.

Bloque, cms.	Largo, cms.	Alto, cms.	Espesor, cms.	Peso Unitario, Kg.	Cada bloque equivale a
39 x 19 x 14	39	19	14	14,7	0,0741 m ²
39 x 19 x 19	39	19	19	18,7	0,0741 m ²

Fuente: Manual de Instalación de Bloques y Enchapes Bottai.

Tabla 1.19: Pallets.

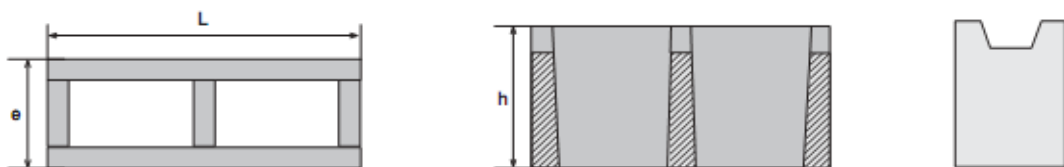
Bloque, cms.	Bloques por pallet	Cada pallet equivale a
39 x 19 x 14	120	8,892 m ² (aprox.)
39 x 19 x 19	88	8,892 m ² (aprox.)

Fuente: Bottai Hnos. S. A.

b) Bloques con rebaje.

Este tipo de bloque gracias a su diseño especial con rebaje es utilizado en la construcción de cadenas en albañilerías armadas.

Figura 1.8: Bloque con Rebaje.



Fuente: Catálogo Prefabricados Grau

En la tabla 1.20 se muestran las dimensiones de los bloques con rebaje.

Tabla 1.20: Dimensiones y Peso de los bloques con rebaje.

Bloque (cms)	Largo (cms)	Alto (cms)	Espesor (cms)	Peso Unitario (Kg)	Cada bloque equivale a
39 x 19 x 14	39	19	14	13,5	0,0741 m ²
39 x 19 x 19	39	19	19	16,3	0,0741 m ²

Fuente: Manual de Instalación de Bloques y Enchapes Bottai.

Tabla 1.21: Pallets.

Bloque, cms.	Bloques por pallet	Cada pallet equivale a
39 x 19 x 14	120	8,892 m ² (aprox.)
39 x 19 x 19	88	8,892 m ² (aprox.)

Fuente: Bottai Hnos. S. A.

c) Bloques con terminación piedra.

Los bloques con terminación piedra poseen la ventaja que reducen los costos de terminaciones, debido a que no se necesita ningún tipo de tratamiento para obtener una terminación rugosa.

Figura 1.9: Bloques con terminación piedra.



Fuente: Catálogo Prefabricados Grau.

Tabla 1.22: Dimensiones y Peso de los bloques con terminación piedra.

Bloque (cms)	Largo (cms)	Alto (cms)	Espesor (cms)	Peso Unitario (Kg)	Cada bloque equivale a
39 x 19 x 14	39	19	14	14,3	0,0741 m ²
39 x 19 x 19	39	19	19	20	0,0741 m ²

Fuente: Manual de Instalación de Bloques y Enchapes Bottai.

Tabla 1.23: Pallets.

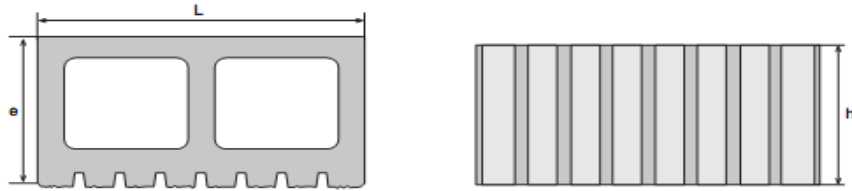
Bloque, cms.	Bloques por pallet	Cada pallet equivale a
39 x 19 x 14	120	8,892 m ² (aprox.)
39 x 19 x 19	88	8,892 m ² (aprox.)

Fuente: Bottai Hnos. S. A.

d) Bloques estriados.

Al igual que los bloques con terminación piedra, los bloques estriados reducen los costos de terminaciones exteriores en muros, debido a su superficie estriada.

Figura 1.10: Bloques estriados.



Fuente: Catálogo Prefabricados Grau.

Tabla 1.24: Dimensiones y Peso de bloques estriados.

Bloque (cms)	Largo (cms)	Alto (cms)	Espesor (cms)	Peso Unitario (Kg)	Cada bloque equivale a
39 x 19 x 19	39	19	19	20	0,0741 m ²

Fuente: Catálogo Prefabricados Grau.

Tabla 1.25: Pallets.

Bloque, cms.	Bloques por pallet	Cada pallet equivale a
39 x 19 x 19	88	8,892 m ² (aprox.)

Fuente: Catálogo Prefabricados Grau.

1.2.2.5.- Observaciones.

- Si una o mas muestras no cumplen con la resistencia a la compresión o con la absorción máxima de agua requerida, se debe repetir el ensayo con el doble de muestras. Si en el nuevo ensayo una o mas unidades fracasan, se dividirá el lote en 4 partes iguales del cual se han sustraído las muestras, para el caso del ensayo a la compresión se deberá tomar el 1% con un mínimo de 5 bloques de cada parte, y se procederá a aceptar o rechazar cada parte por separado. Para el ensayo de absorción se tomará como mínimo 1 bloque de cada parte, y se procederá a aceptar o rechazar cada parte por separado.
- Los bloques Clase A rechazados por falla en el ensayo de compresión se podrán utilizar como bloques Clase B, sólo si estos bloques cumplen con las prescripciones para este tipo de bloques.

- Todos los bloques deberán estar libres de grietas u otros defectos visuales, que puedan afectar su durabilidad y resistencia.
- En el mercado existen diferentes piezas de bloques para la construcción de muros como los bloques esquineros, centrales, enchapes.
- Los colores que se pueden encontrar en el mercado son: gris, café, rojo, amarillo.

CAPITULO II

METODO CONSTRUCTIVO DE MUROS

PERIMETRALES

2.1.- SISTEMA CONSTRUCTIVO CON BLOQUES MACIZOS DE HORMIGÓN CELULAR.

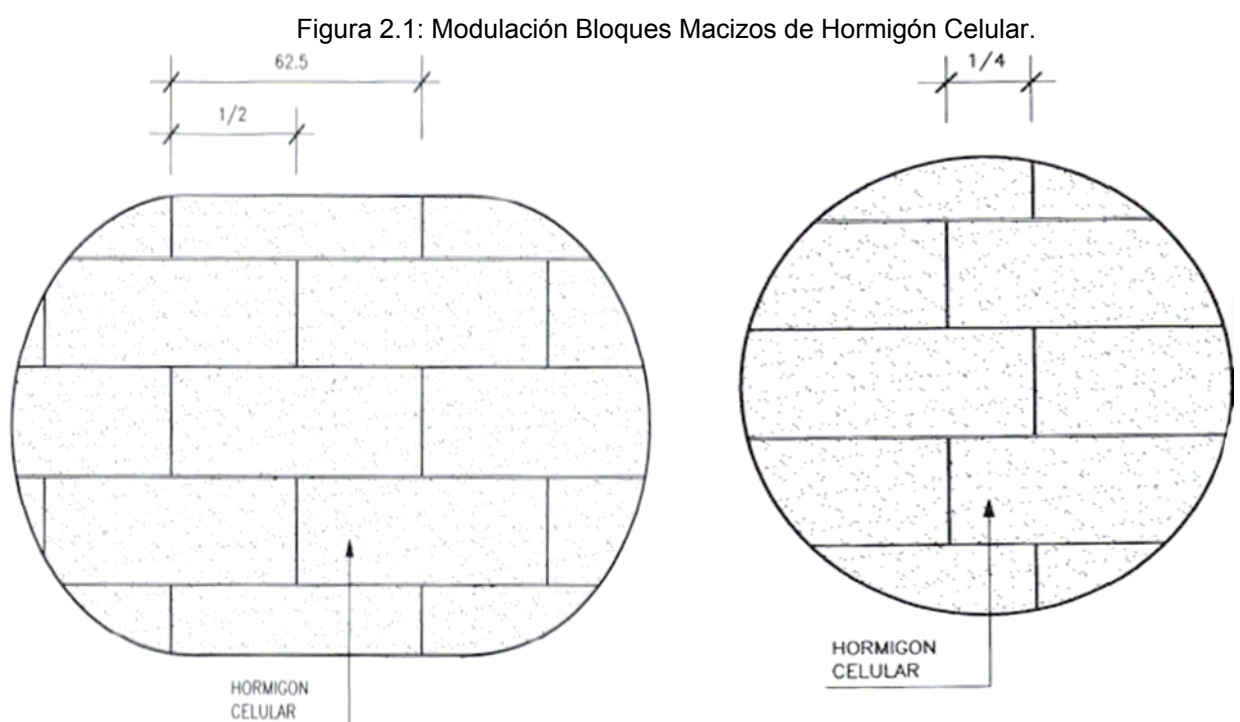
En la construcción de los muros perimetrales del edificio Ampliación Mall Plaza se utilizarán los bloques macizos de hormigón celular del tipo Termo Block, en su formato 62,5x15x20cms, cumpliendo con la exigencia establecida en las especificaciones técnicas.

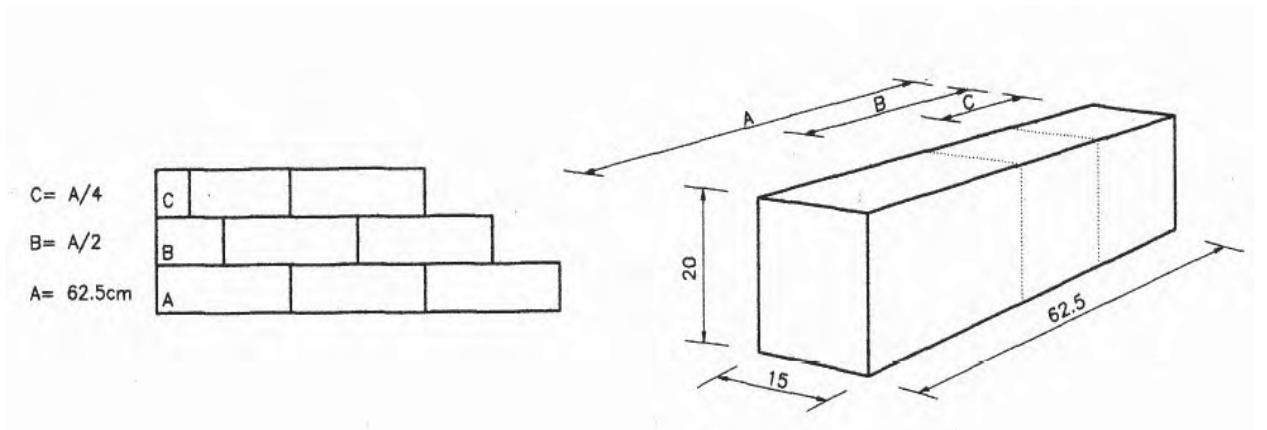
Debido a que el edificio ha sido diseñado para que las cargas estructurales recaigan sobre las vigas y pilares de hormigón armado se deberá trabajar con el concepto de tabiquería flotante o aislada de la estructura, de esta forma los movimientos de la estructura del edificio debido a sismos u otras fuerzas, no recaerán en los tabiques de hormigón celular.

Por esta razón se utilizará el sistema constructivo de los bloques Solid Block, es decir la albañilería se deberá dilatar 2cms de la estructura de hormigón armado en todo el perímetro común y en los encuentros en ángulo recto entre los bloques.

a) Modulación:

En la confección de muros se debe considerar una traba entre los bloques al igual que en cualquier otro tipo de albañilería, procurando que la traba producida sea de 30cms, sin embargo ésta puede ser menor hasta 15cms.





Fuente: Manual Técnico Hebel.

Según la altura del tabique a construir, se recomienda un espesor mínimo en los bloques, para que de esta forma, estos sean capaces de resistir las solicitaciones sin la utilización de refuerzos que impone la normativa vigente. En la siguiente tabla se indica el espesor del tabique en relación a su altura

Tabla 2.1: Altura máxima de muros sin refuerzos.

Espesor (cms)	Altura máxima sin refuerzos (cms)
7,5	270
10	330
12,5	370
15	420

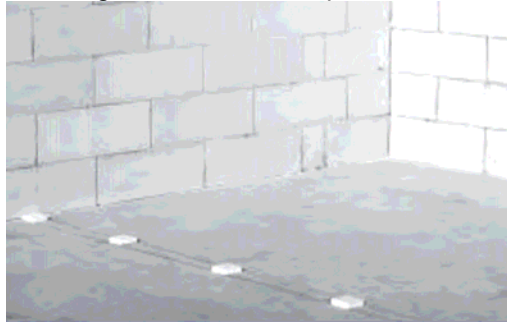
Fuente: Manual Técnico Hebel.

b) Colocación de la primera hilada.

La primera hilada de bloques se debe asentar en tacos de poliestireno expandido de alta densidad que permitan apoyar los bloques en sus extremos, como se puede apreciar en la figura 2.2. Estos tacos de poliestireno deberán colocarse cada 62.5cms y deberán tener como dimensiones 10cms de longitud, 2cms de espesor, y el ancho deberá tener una dimensión igual al espesor del bloque a utilizar.

También se pueden utilizar tacos de madera, pero hay que tener precaución en dejar los 2cms de dilatación que corresponden.

Figura 2.2: Tacos de poliestireno.



Fuente: Manual Técnico Hebel.

Luego de haber limpiado la superficie en la cual se asentará la primera hilada, se procederá a asentar los bloques sobre los tacos de poliestireno o madera, y pegar los bloques uno con otro aplicando en sus caras verticales un adhesivo estructural en base a mortero cementicio predosificado con una pala dentada.

Figura 2.3: Colocación de la primera hilada.



Fuente: Manual Técnico Hebel.

Una vez fraguada la junta adhesiva de la primera hilada se deberá inyectar espuma de poliuretano en cada uno de los espacios entre los tacos y la losa. Al finalizar la ejecución del tabique es importante retirar los tacos utilizados inicialmente y posteriormente rellenar los espacios con espuma de poliuretano expandido.

Figura 2.4: Poliestireno Expandido.



Fuente: Manual Técnico Hebel.

Previo a la aplicación del poliuretano las superficies deben estar limpias y humedecidas con agua vaporizada, posteriormente se aplica el poliuretano con el tarro invertido, procurando que la espuma rellene por completo la junta, una vez que la espuma haya expandido, se corta con un cuchillo cartonero.

El poliuretano expandido permite un buen anclaje mecánico, aislación térmica y acústica, además forma una membrana flexible que permite absorber las deformaciones de la estructura. Esta espuma puede estándar o resistente al fuego, siendo este último tipo el que se utilizará en el presente proyecto.

c) **Ejecución de la albañilería.**

Una vez ejecutada la primera hilada, estando estable, nivelada, y una vez que ésta a fraguado por completo, se puede comenzar a ejecutar el resto de la albañilería.

Antes de comenzar a aplicar adhesivo en las hiladas, se deberá verificar el cumplimiento de las dos siguientes situaciones:

- o Las superficies a adherir deberán encontrarse libres de partículas de polvo, en caso contrario se deberán limpiar con una escobilla.
- o La primera hilada no debe tener problemas de diferencias de nivel entre los bloques, de ser así, estas se deberán solucionar desbastando los bloques con una llana dentada hasta alcanzar una perfecta nivelación.

Figura 2.5: Llana dentada



Fuente: Manual Técnico Hebel.

Una vez cumplidas las exigencias nombradas en el párrafo anterior se procederá a aplicar el adhesivo. Este se debe colocar sobre la totalidad de las superficies a pegar con una cuchara dentada,

formando una capa de 3mm de espesor, sobre el cual se coloca el bloque y se asienta con un martillo de goma, el bloque está correctamente asentado cuando el adhesivo revienta hacia el exterior en toda la junta de pega.

Figura 2.6: Aplicación Mortero Adhesivo.



Fuente: Manual Técnico Hebel.

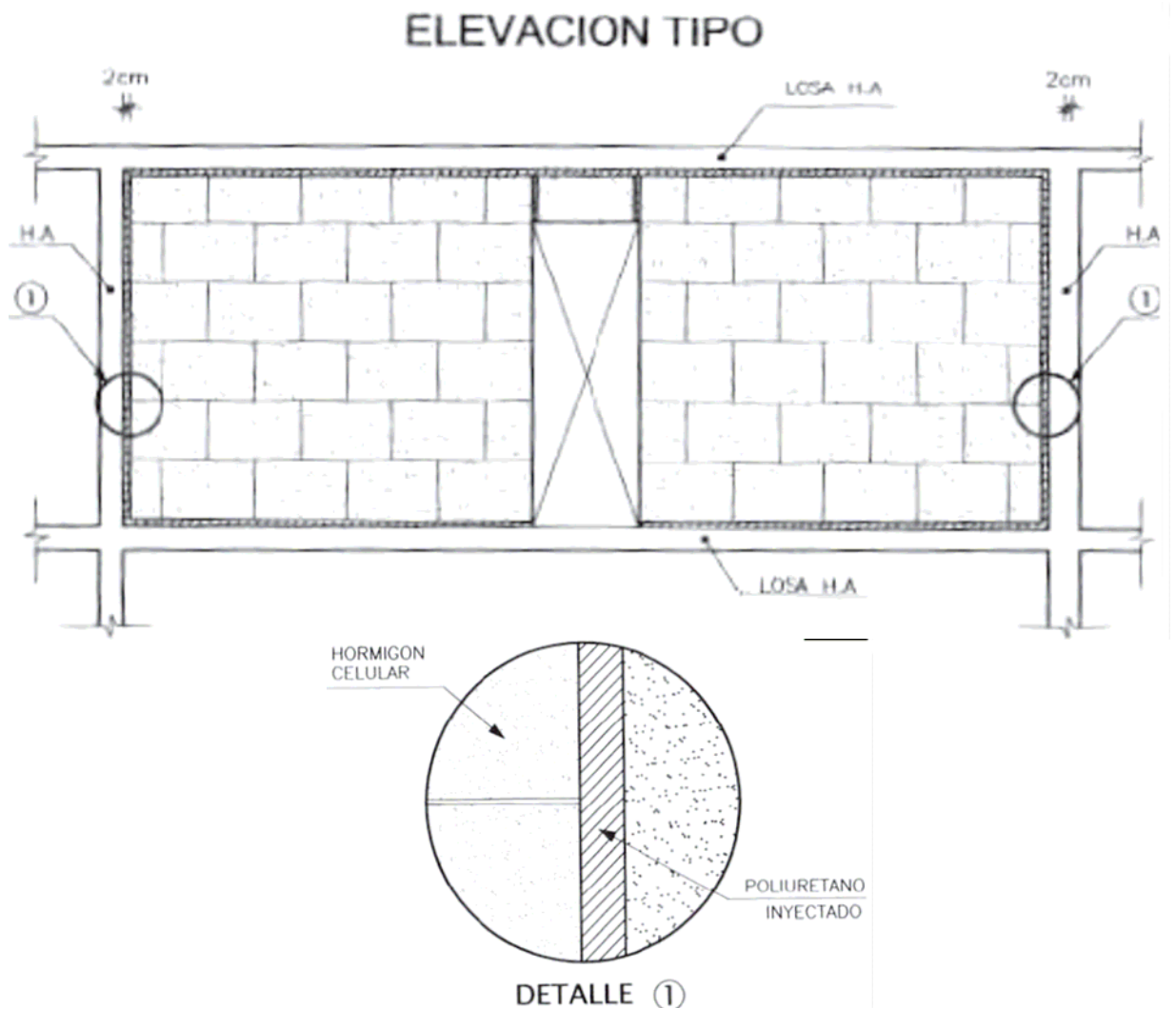
d) Juntas verticales.

Las juntas de dilatación deben existir en los siguientes casos:

- Encuentros en ángulo entre tabiques de hormigón celular.
- Perímetro de dinteles.
- Unión de tabiques con bloques macizos de hormigón celular y cualquier otro tipo de tabiquería, o elementos estructurales.
- Cruce de tabiques con juntas de pavimento.

En las uniones verticales de elementos estructurales con bloques se deberá considerar una junta de dilatación de 2cms de espesor, en la cual se inyectará poliuretano, de manera que llene por completo la junta entre ambos materiales. Este mismo procedimiento se debe aplicar en las juntas entre tabiques cuando se produce un cambio de ángulo o un encuentro en 90°. También es preciso ejecutar una dilatación vertical de 1cm de espesor en aquellos tabiques cuya longitud, en un mismo plano sin quiebres, supere los 6 metros de longitud, o cuando los tabiques superen los 15m².

Figura 2.7: Juntas de Dilatación.



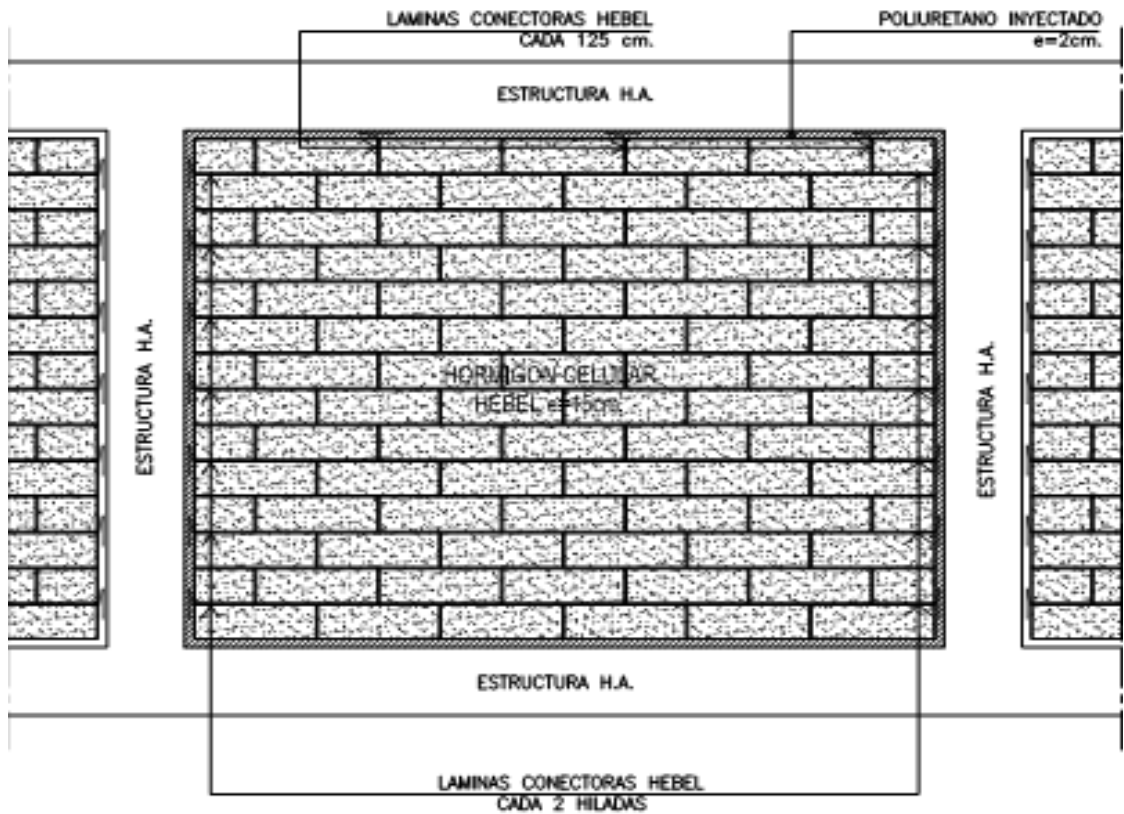
Fuente: Manual Técnico Hebel.

e) Encuentro superior.

En las edificaciones de altura existe un problema en particular, el cual es la deformación vertical que se produce en las estructuras de piso de hormigón armado, envigados metálicos, etc., este problema debe ser solucionado, de lo contrario puede generar esfuerzos sobre los tabiques. La solución consiste en crear una junta de dilatación entre la estructura y la albañilería la que posteriormente es rellenada con un material flexible.

Para evitar el volcamiento de los tabiques, la fijación de estos elementos con losas o cielos de hormigón armado u otro material, se realiza con espuma de poliuretano expandido y láminas conectoras, las que se deberán colocar cada 125cms en juntas horizontales y cada hilada por medio en juntas verticales.

Figura 2.8: Cierre de fachadas.



Fuente: Fichas Técnicas Hebel, Cierre de Fachadas.

Las láminas conectoras son elementos de anclaje de 30x3cms y 1mm de espesor con un tratamiento anticorrosivo, las que se deben fijar a la losa de hormigón armado.

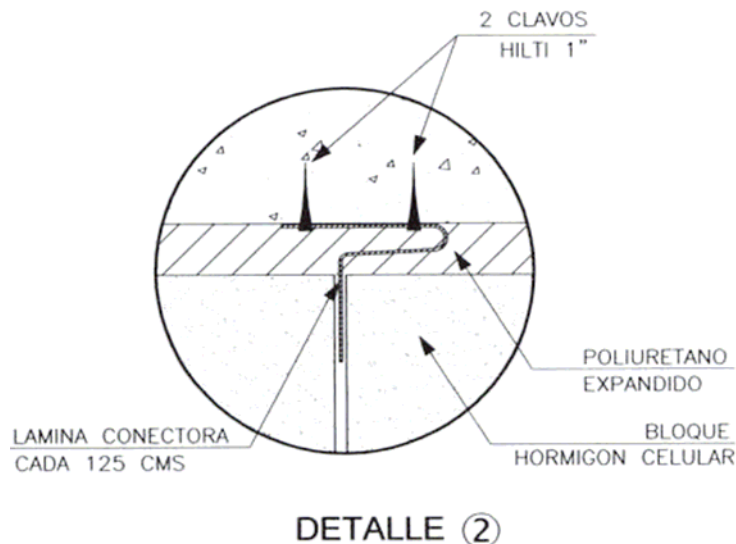
Figura 2.9: Láminas Conectoras.



Fuente: Manual Técnico Hebel.

El procedimiento de fijación consiste en dividir la lámina en tres tramos de 10cms cada uno, el primer tramo se une a la losa de hormigón con dos clavos de concreto de 1 pulgada mediante un martillo disparador tipo Hilti o similar, luego se dobla el segundo tramo de lámina conformando una C y por último el tercer tramo de la lámina se dobla nuevamente conformando una S la que se deja incorporada en la junta de pega de los bloques.

Figura 2.10: Fijación de láminas conectoras al hormigón armado.



DETALLE ②
Fuente: Manual Técnico Hebel.

f) Zonas húmedas.

Para evitar posibles filtraciones de agua en zonas que reciben agua en forma directa se deben impermeabilizar las juntas de dilatación horizontal y vertical, la impermeabilización se logra utilizando una membrana impermeable y flexible con un desarrollo mínimo de 15cms a ambos lados de la junta.

g) Canalizaciones.

Las canalizaciones eléctricas y sanitarias se pueden ejecutar con gran facilidad con un acanalador manual, disco de corte o caladora eléctrica, evitando la utilización de cinceles o golpes de ningún tipo.

La profundidad de las canalizaciones no debe ser mayor a 1/3 del espesor del bloque, estas canalizaciones se deben rellenar en un 100% con mortero reparador predosificado, especialmente diseñado para restituir los bloques ya que contempla pequeños trozos de bloques, de manera que al

ser aplicado se mantenga la textura, densidad, trabajabilidad y resistencia. No se recomienda la utilización de otro tipo de material como mortero ya que al tener distintas cualidades con el hormigón celular pueden aparecer grietas y afectar la adherencia.

Figura 2.11: Acanalador Manual.

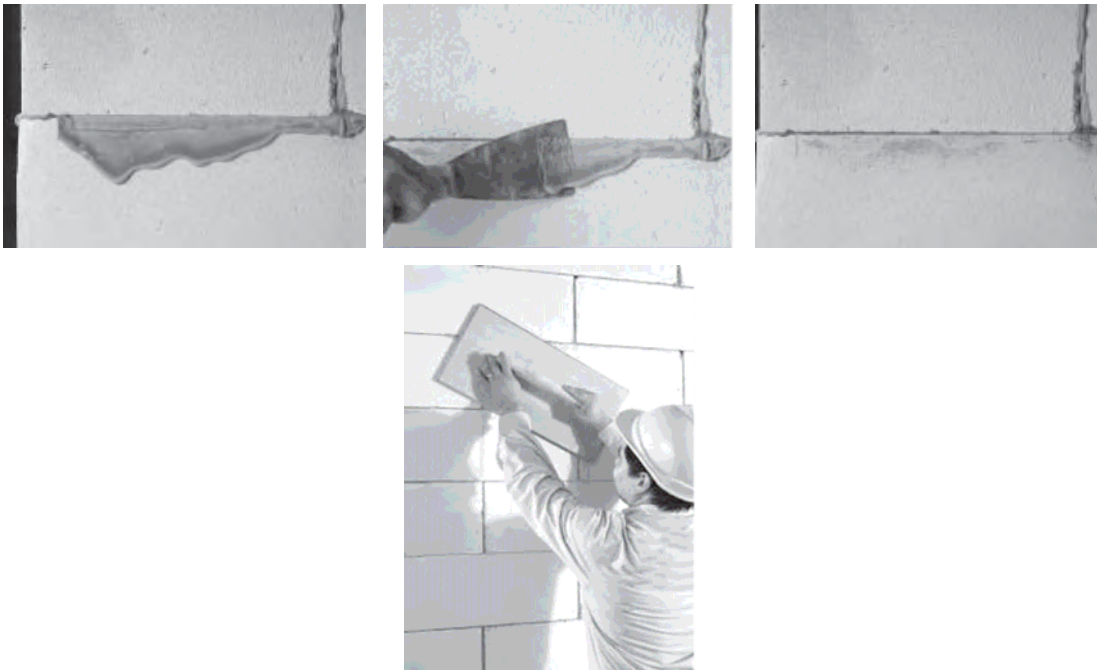


Fuente: Manual Técnico Hebel.

h) Limpieza de muros.

Una vez seco el adhesivo estructural sobrante puede ser fácilmente removido con una espátula metálica, a continuación se deberá lijar la superficie de los bloques con un platocho con lija, permitiendo así una terminación de gran precisión.

Figura 2.12: Limpieza de muros.

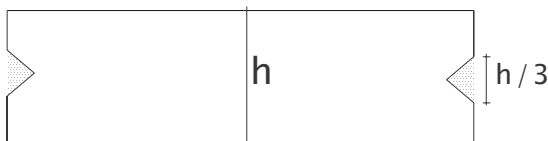


Fuente: Manual Técnico Hebel.

i) Observaciones.

- No se deben utilizar trozos de bloques de dimensiones inferiores a 10cms de alto y largo.
- En los casos donde la altura de piso a cielo no corresponda a números enteros de bloques, se deberá cortar bloques con una altura menor a la de fabricación. Estos bloques de ajuste deberán ser ubicados en la zona intermedia del muro, no en la base o en la parte superior.
- Los tabiques no deben quedar solidarios ni a los rellenos de piso ni a enlucidos de cielo.
- Las láminas conectoras se utilizan para dar afianzamiento fuera del paño de la albañilería, por esta razón siempre se deben conectar a los elementos de apoyo resistentes, tales como muros, losas, vigas, etc.
- Las uniones entre bloques que no estén completamente rellenas con adhesivo se deben reparar antes de aplicar cualquier enlucido o mortero, en caso que esto ocurra se debe realizar un corte triangular a un tercio de la altura en ambos bloques y su profundidad debe ser también de un tercio el espesor del bloque. El espacio se debe rellenar con Sikalisto Repair Plus y Colmaxif 32 como puente de adherencia.

Figura 2.13: Reparación de muros.



Fuente: Elaboración propia.

- Si la albañilería está expuesta a la intemperie, ésta se debe revestir con mortero u otro producto que sea impermeable al agua y permeable al vapor de agua para permitir que los bloques “respiren”, es decir, que permita la liberación de la humedad propia de la obra para evitar condensaciones interiores.
- En el caso que existan juntas de pavimento se debe dejar una junta vertical de dilatación entre tabiques con bloques macizos de hormigón celular de 1cms de espesor, la cual debe seguir el mismo sentido de la junta de pavimento.

2.2.- SISTEMA CONSTRUCTIVO CON BLOQUES HUECOS DE HORMIGON DE CEMENTO.

Las especificaciones técnicas del edificio Ampliación Mall Plaza indican que el espesor de los muros exteriores debe ser de 15cm, esto nos presenta una dificultad debido a que los bloques huecos de hormigón de cemento se fabrican con 14cms de espesor, por esta razón la solución constructiva para el centímetro de diferencia será aumentar el espesor de el estuco exterior hidrófugo colocando una capa de 3cms de espesor.

El mortero de pega y el estuco que se utilizará para pegar y revestir los muros según corresponda será predosificado, se debe procurar que el estuco permita el paso de aire en los muros, para evitar posibles condensaciones en la superficie de los bloques al interior del edificio, además ambos deberán ser pintables.

a) Modulación.

Antes de comenzar a colocar la primera hilada de bloques, en los muros se debe trazar la distribución de estos en planta en relación al ancho de los vanos de puertas y de ventanas, y en relación con las esquinas, ya que se deben dejar siempre bloques enteros o en mitades. Además se debe hacer coincidir las hiladas con el comienzo inferior de los vanos de ventanas y con la altura de dinteles de puertas y ventanas.

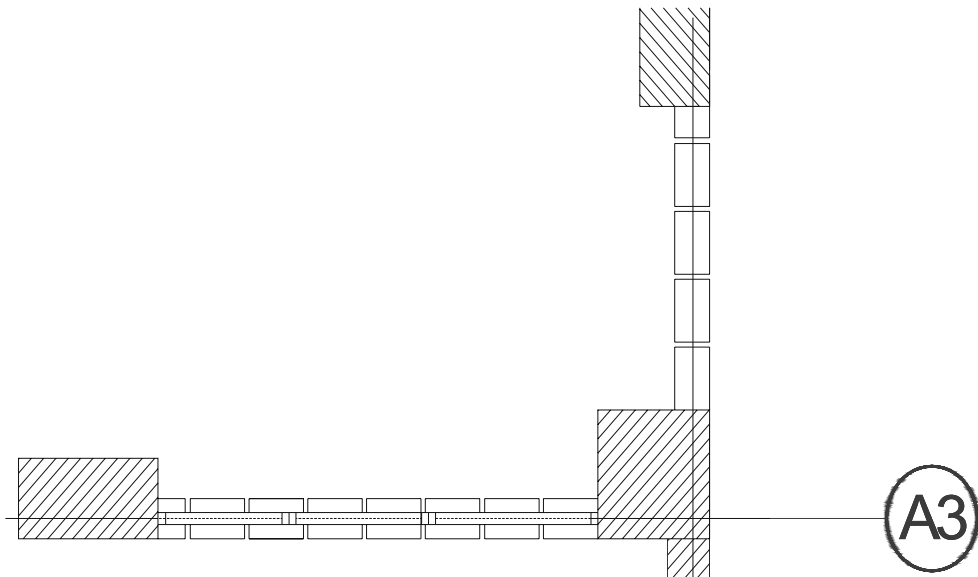
Conocer con anticipación la ubicación de los bloques, además de los explicado en el párrafo anterior, nos sirve para determinar la ubicación de las barras verticales que van ancladas a la losa en albañilerías armadas.

Por último, en la confección de la albañilería se debe considerar una traba entre bloques que debe ser mayor o igual a $\frac{1}{4}$ de la longitud de la unidad de albañilería, de manera que se produzcan juntas verticales discontinuas.

b) Trazado de ejes.

Antes de comenzar a levantar el muro es importante trazar los ejes donde irán los bloques, ya que en estos ejes se colocará la primera hilada que servirá de guía para el resto de la albañilería. La ubicación de los vanos debe quedar definida en esta etapa.

Figura 2.14: Modulación y trazado de ejes.



Fuente: Elaboración Propia.

c) Colocaron de la primera hilada.

Antes de colocar la primera hilada se debe verificar que la superficie donde se colocaran los bloques esté perfectamente nivelada y libre de escombros, a continuación se procederá a extender una capa de mortero y pegar un bloque en cada extremo del muro, a continuación se completará la hilada con los demás bloques.

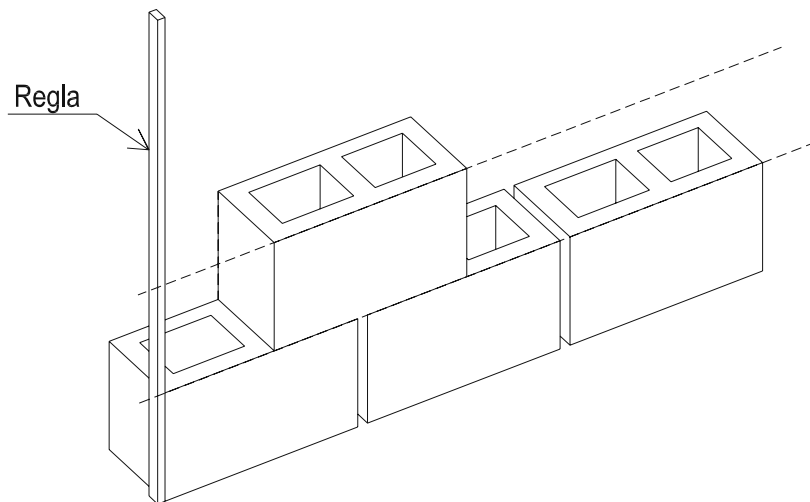
En albañilería confinada se debe dejar una distancia de 2cms entre la armadura del pilar y el bloque; y en caso de no existir pilares en los extremos debido a que el bloque llega hasta la esquina, éste se debe colocar con exactitud en relación a ambos ejes. En el caso de la presente tesis, donde los pilares ya están hormigonados, se debe dejar una separación de 2cms entre el bloque y el pilar.

d) Ejecución de la albañilería.

Colocada la primera hilada de bloques, se procede a colocar en los extremos de cada tramo una regla vertical con el fin de marcar las alturas de cada hilada con una lienza las que nos servirán de guía.

Cabe mencionar que es de suma importancia cuidar la ubicación exacta de estas reglas, ya que estas son las encargadas de determinar el parámetro principal del muro.

Figura 2.15: Regla Vertical.



Fuente: Elaboración Propia.

Una vez que la primera hilada, las reglas y las lienzas están tendidas como corresponde se procede a levantar el muro, para ello se debe colocar una capa de mortero de pega en la cara superior de los bloques ya colocados en su sitio, se recomienda extender el mortero en tramos cortos de tres bloques como máximo de manera de evitar que el mortero se ponga rígido por pérdida de humedad antes de recibir el nuevo bloque. Además, se deberá colocar una capa de mortero en las caras laterales de los bloques antes de asentarlos en la hilada procurando darles una forma piramidal o de bordes inclinados.

Figura 2.16: Colocación de bloques.



Fuente: www.corblock.com

Una vez colocada la capa de mortero se asienta el bloque contra la albañilería adyacente dándole pequeños golpes de manera que escurra el mortero hacia los costados.

Figura 2.17: Colocación de bloques.



Fuente: www.corblock.com

La consistencia y trabajabilidad del mortero juega un papel muy importante, debido a que éste se debe adherir totalmente a los bloques, sin escurrir, hasta dejar en su sitio la unidad que se coloca.

Si al colocar el bloque sobre el mortero este no escurre hacia los costados se debe levantar el bloque y aumentar la cantidad de mortero. Si la mezcla escurre hacia los costados siguiendo hacia abajo y existe una separación entre los bloques, o si esta separación aumenta con cada golpe que se les da a los bloques para asentarlos, quiere decir que la mezcla está muy fluida, esto se soluciona dándole una mayor consistencia.

Una forma de verificar que la consistencia de la mezcla es la correcta, es colocando una porción de mortero sobre la llana metálica, sin que ésta escurra al ponerla en posición vertical.

Figura 2.18: Mortero de pega.



Fuente: www.corblock.com

Es importante que el mortero contenga la cantidad de agua suficiente, si posee mucha agua se puede dificultar la ubicación exacta del bloque en el muro, tarda mas en fraguar y limita el número de hiladas que pueden colocarse de una vez.

No se deben levantar más de 5 a 8 hiladas en un solo día dependiendo del clima existente. En invierno se recomienda instalar 5 hiladas como máximo y en verano 8 hiladas. Esto se debe a que el fraguado del mortero existente en las hiladas anteriores no es capaz de recibir cargas mayores, pudiéndose producir deformaciones.

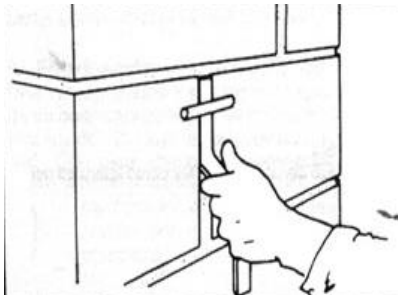
El plomo del muro se debe verificar constantemente, ya que la dirección vertical de estos se puede ver afectada debido al empuje del hormigón en caso de hormigonar los pilares.

La norma Nch1928 establece que para muros con dimensiones menores o igual a 3 metros la desviación vertical máxima debe ser 0,2%.

e) Juntas.

Si no se desea colocar ningún tipo de revestimiento exterior a los bloques, se debe realizar un tratamiento a la juntas de pega, este tratamiento consiste en realizar canterías en el mortero presionándolo hacia el interior en una profundidad de 5mm como máximo respecto a la arista de la unidad inferior, antes que este endurezca por completo.

Figura 2.19: Tratamiento de juntas entre bloques.



Fuente: Manual de Albañilerías Armadas de Bloques Bottai.

La resistencia y adherencia del mortero de pega depende de que el cemento logre el mayor grado de hidratación posible, para lograr esto y así evitar la rápida evaporación del agua de amasado se deben humedecer las caras expuestas del mortero durante 7 días con la ayuda de un fumigador, o bien, utilizando compuestos de sellado en la superficie del mortero de pega.

f) **Canalizaciones.**

Se deben evitar los cortes en los bloques por razones estéticas y estructurales, por esta razón es conveniente utilizar los huecos interiores de los bloques para la colocación de los ductos y cañerías verticales y bloques rebajados para los ductos horizontales. Por ello es importante prever la disposición de los ductos con anterioridad a la colocación de los bloques y además coordinar su colocación junto con la elevación de la albañilería, previendo longitudes y uniones que permitan efectuar los empalmes necesarios.

Los espacios necesarios para las conexiones exteriores como enchufes, interruptores, etc., se deben realizar con esmeril angular u otra herramienta de similares características.

g) **Limpieza de muros.**

El mortero que escurre debido al asentamiento de los bloques se debe eliminar transcurrido 3 horas o hasta que alcance un color blanco, esto se logra pasando una escobilla de bronce y a continuación se lava con una solución de ácido muriático diluida en agua en una proporción de 1:10, sólo en la zona afectada.

h) Refuerzos de Hormigón Armado.

Existen dos formas de realizar refuerzos de hormigón armado en la albañilería, el primero consiste en incorporar los refuerzos de acero en los huecos de los bloques lo que se conoce como albañilería armada, mientras que el segundo refuerzo llamado albañilería confinada consiste en enmarcar la albañilería con elementos de hormigón armado.

A continuación se detallará el método de albañilería confinada.

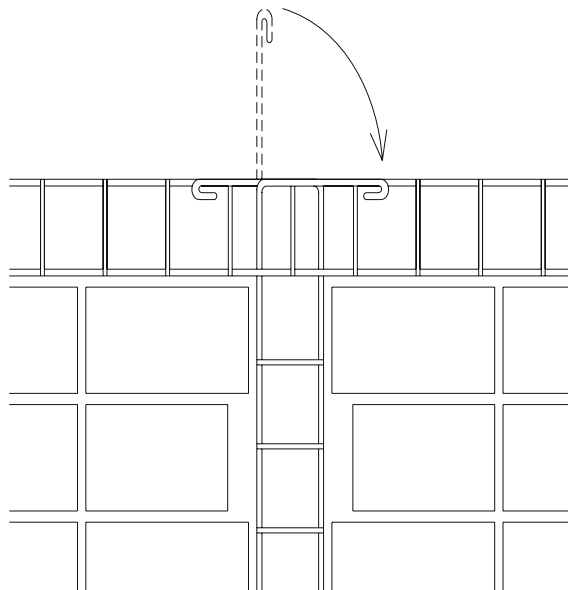
- Pilares: estos se deben ubicar en las esquinas, intersecciones, encuentros de muros y en muros mayores a 6mts de largo, el espesor de los pilares debe ser igual o superior al espesor del muro y el ancho debe ser mayor o igual a 20cms.

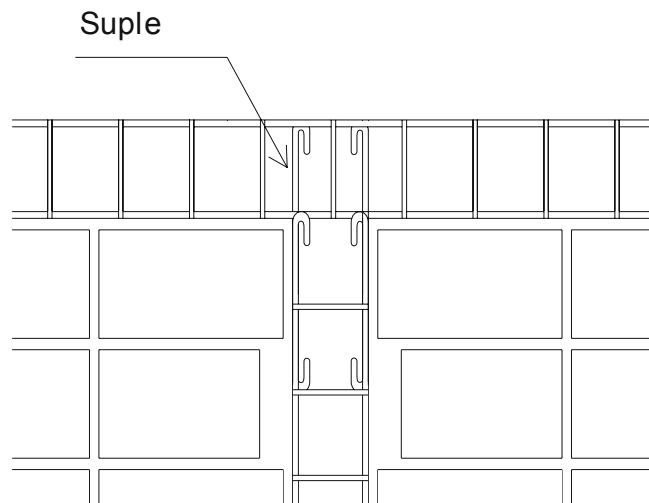
La armadura mínima consiste en 4 barras de acero de 10mm de diámetro y estribos con barras de 6mm separados cada 10cms, la reparación de la armadura con el moldaje debe ser de 2cms.

Las barras verticales de los pilares deben quedar ancladas a los elementos de confinamiento, y en caso que estas queden cortas, se deben agregar barras hasta alcanzar la longitud necesaria, considerando un empalme que corresponde a 40 veces su diámetro.

La disposición de las barras se realizará como lo indica la figura 2.20.

Figura 2.20: Refuerzos de barras el pilares de hormigón armado.





Fuente: Elaboración Propia.

El Hormigonado de los pilares se debe realizar una vez confeccionada la albañilería, siendo de suma importancia que estos dos elementos logren una buena unión mediante el endientado o adaraja, en esta unión cada diente debe sobresalir de las hiladas vecinas entre unos 3 a 5cms, el que deberá dejarse hilada por medio.

- Cadenas: el alto de la cadena no debe ser inferior a 20cms y su ancho debe ser igual al espesor del muro. En caso de no contar con pilares en el muro es posible que la cadena se utilice como refuerzo de dinteles para los vanos de puertas y ventanas, cuya altura no podrá ser inferior a 30cms.

La armadura utilizada en las cadenas consiste en 4 barras de 10mm de diámetro y estribos de 6mm. Los empalmes de las barras deben ser como mínimo 40 veces su diámetro, sin considerar los ganchos, además, la armadura debe estar ligada a los pilares en los encuentros de estos elementos.

A continuación se detallará el concepto de albañilería armada, que consiste en incorporar armaduras de acero en los huecos de los bloques.

- Columnas: se deben confeccionar con barras de acero de 10mm de diámetro y estribos de 6mm distanciados cada 15cms, estas barras deben estar incluidas en los huecos de los bloques y rodeadas completamente con hormigón de relleno según lo indicado por Nch1928.

Las barras transversales se deben anclar a los refuerzos o elementos estructurales superior e inferior de la albañilería. Si la longitud de las barras es menor a la longitud de la columna se deben realizar traslapos, cuya longitud será 40 veces el diámetro de la barra.

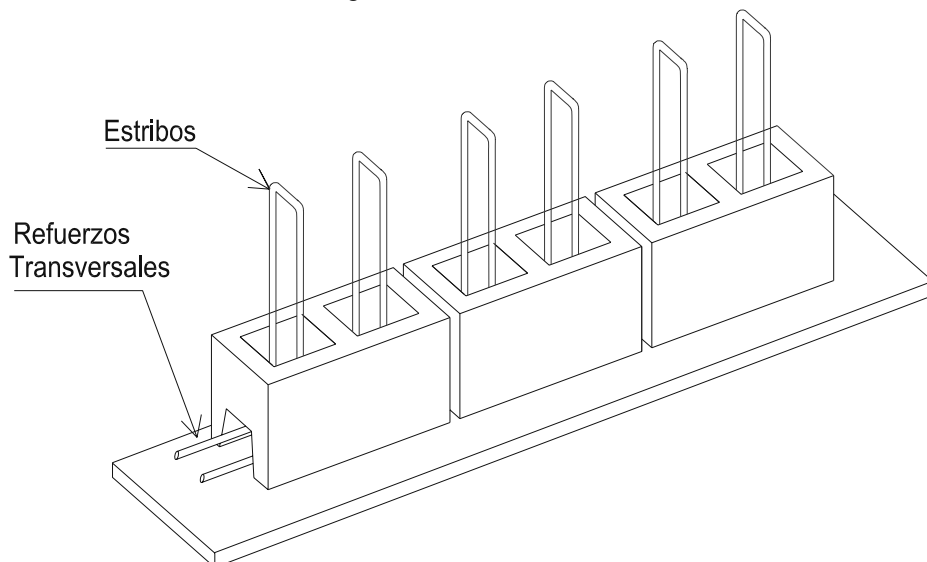
- Vigas: para confeccionar vigas se deben utilizar bloques huecos de hormigón de cemento con rebaje, los cuales están diseñados para recibir la armadura en su interior.

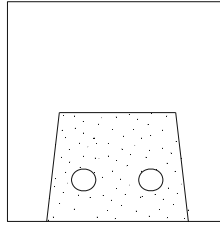
La armadura de refuerzo utilizada está compuesta por barras longitudinales de 10mm de diámetro y 6mm para barras transversales, las barras longitudinales se deben extender al interior de los apoyos en una dimensión no menor a 12 veces el diámetro de la barra, y en caso de necesitar traslapos, este deberá tener una dimensión igual o mayor a 40 veces el diámetro de la barra. La distancia entre estribos debe ser menor que la altura útil de la viga.

Las barras de las vigas deben estar completamente embebidas en hormigón de relleno, cuidando que el recubrimiento de las armaduras sea de 1cms como mínimo, en los casos donde el muro se encuentra sin protección a la intemperie este recubrimiento debe ser de 5cms respecto a la cara exterior del elemento.

Existen dos maneras de utilizar los bloques con rebaje para la confección de cadenas armadas, la primera se conoce con el nombre de cadenas abiertas las que se recomienda utilizarla en dinteles y vigas, su armadura está compuesta por dos barras longitudinales de 10mm de diámetro y estribos de 6mm de diámetro como se muestra en las figuras 2.21.

Figura 2.21: Cadenas abiertas.

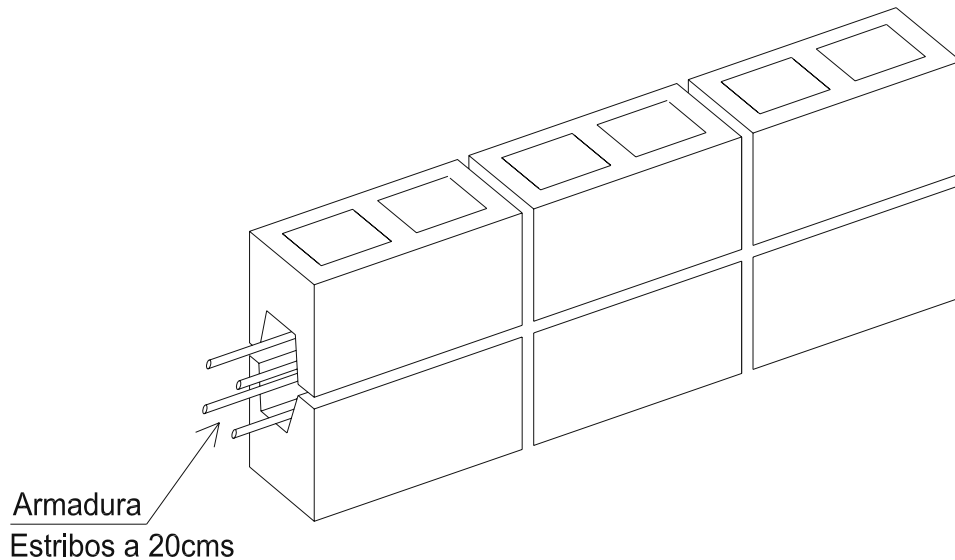




Fuente: Manual de instalación de bloques Bottai.

El segundo tipo de cadenas armadas se conoce con el nombre de cadenas cerradas, estas se recomiendan para elementos que tengan flexión por cargas estáticas como el peso propio y sobrecargas, están compuestas por dos bloques con rebaje uno invertido sobre el otro, los que a su vez rodean a la armadura de refuerzo como se aprecia en la figura 2.22.

Figura 2.22: Cadenas Cerradas.



Fuente: Manual de instalación de bloques Bottai.

i) Hormigonado.

Previo al hormigonado de pilares se debe limpiar completamente el fondo de los moldajes y lavarlos con agua a presión dejando una abertura para permitir que el agua no se acumule al interior del moldaje; además se debe tener especial cuidado con la armadura de pilares y vigas cuando se compacte el hormigón para no provocar el desplazamiento de los estribos de la armadura.

La granulometría de los áridos componentes del mortero debe cumplir con los límites establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 2.2: Composición granulométrica de los áridos para el hormigón de relleno.

Tamaño del tamiz, mm	Porcentaje que pasa en peso, %	
	Arena	Gravilla
12,5	-	100
10	100	90 a a100
5	95 a 100	10 a 30
2,5	80 a 100	0 a 10
1,25	50 a 85	0 a 5
0,63	25 a 60	-
0,315	10 a 30	-
0,16	2 a 10	-

Fuente: Nch1928 Of1993.

Se recomienda que el peso de la arena este entre 2 y 3 veces el peso del cemento, y que el peso de la gravilla sea 1 a 2 veces el peso del cemento.

La resistencia a la compresión del hormigón se debe medir a los 28 días de edad, debiendo tener un valor mínimo de 17,5MPa, aceptándose una fracción defectuosa máxima del 4%, además la cantidad de agua debe ser tal que permita un asentamiento mayor o igual a 18cms, medido según Nch1019.

j) Juntas de Dilatación.

Estas juntas se realizan para evitar las fisuras debido a los cambios de volumen en el mortero de pega al fraguar y se deben realizar cada 24m² o 10 metros lineales de muro de bloques.

En la zona donde se debe hacer la junta se deja una separación de 1cm entre los bloques sin mortero de pega, posteriormente este espacio se rellena con una plancha de poliestireno expandido.

k) Observaciones.

- Los bloques que estén en contacto con el exterior se deben recubrir con estuco hidrófugo para evitar que la humedad penetre al interior del recinto, el estuco utilizado debe estar compuesto por materiales que permitan "respirar" al muro, es decir que no obstruyan los poros de los bloques.

- Los bloques se deben almacenar protegidos de la lluvia y polvo, manteniendo un contenido de humedad cercano al de la humedad ambiente del sitio donde serán colocados.
- Las armaduras deben colocarse limpias, sin manchas de aceite, grasas, tierra y óxido suelto.
- No se deben humedecer los bloques antes ni después de su colocación, solo se deben humedecer las canterías, según lo explicado en el punto E anteriormente.

CAPITULO III

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE

ANTEPECHOS

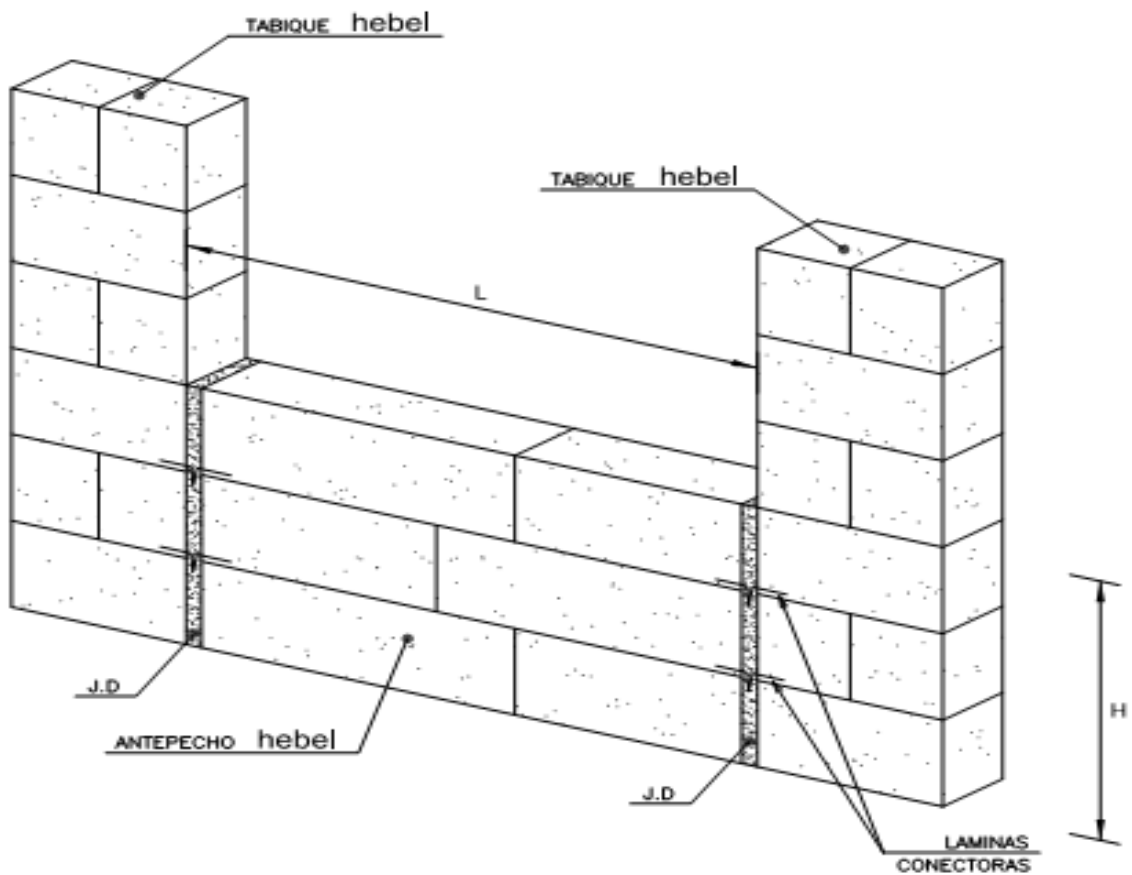
3.- SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE ANTEPECHOS.

En los muros perimetrales se deberán dejar vanos de puertas y ventanas según la ubicación y dimensiones indicadas en los planos de arquitectura.

3.1.- Construcción de antepechos con bloques macizos de hormigón celular.

Los antepechos de largo (L) menor o igual a 200cms y altura (H) menor o igual a 150cms no requieren de refuerzos adicionales, para dimensiones distintas a las indicadas anteriormente se debe considerar un refuerzo especial que considere las cargas de viento, sismo y las cargas equivalentes al apoyo de personas sobre estos elementos. En el caso de las fachadas se debe utilizar refuerzos, y tanto las dimensiones como las conexiones de los refuerzos a la estructura deberán ser diseñadas.

Figura 3.1: Fijación antepechos con bloques macizos de hormigón celular.



Fuente: Fichas técnicas Hebel

La confección de la albañilería de hormigón celular en los antepechos se realizará según lo expuesto en el capítulo II, se deberá tener la precaución de colocar pletinas metálicas en el perímetro

del antepecho, en juntas de dilatación horizontales se colocarán cada 120cms y en juntas verticales cada 40cms.

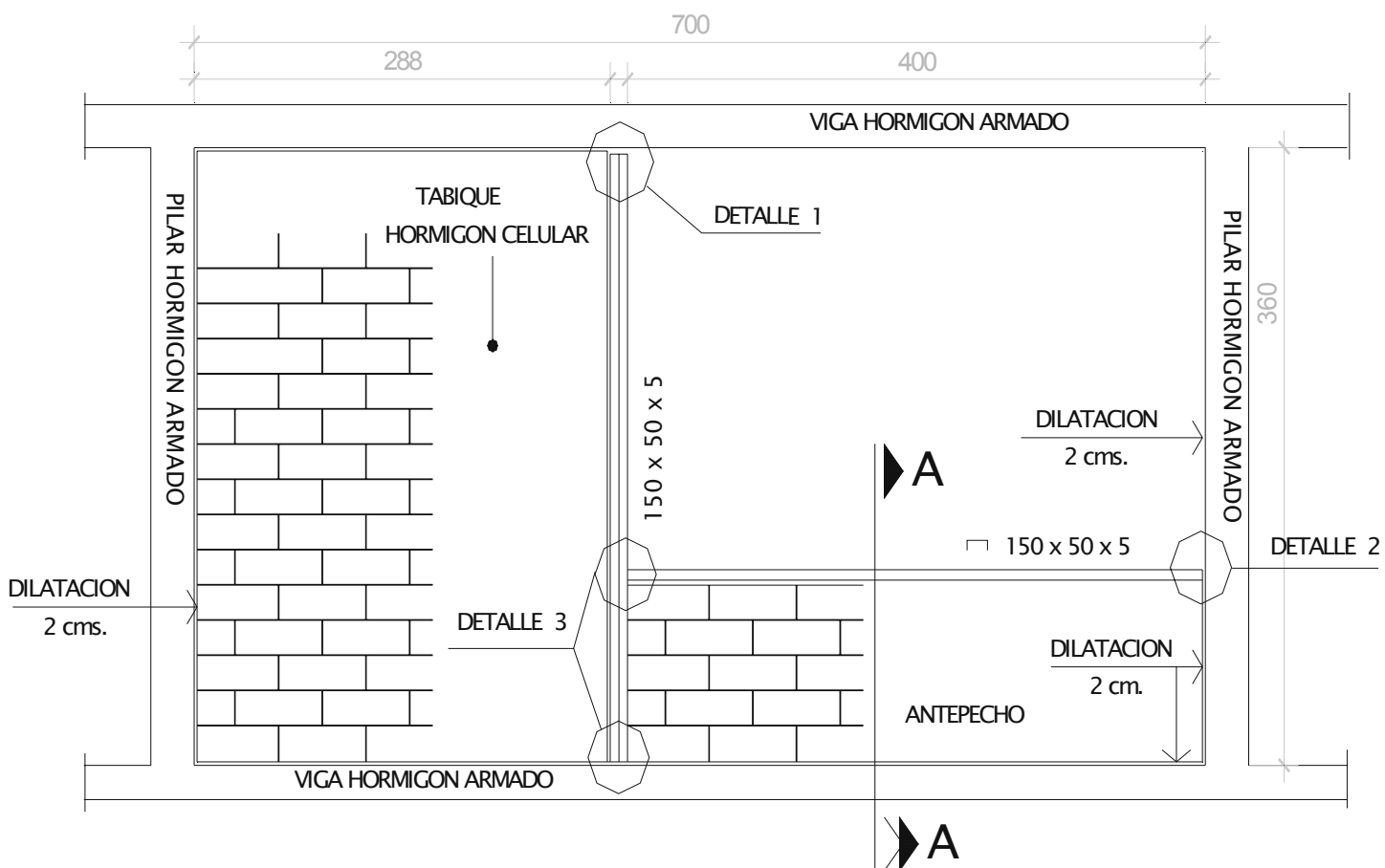
En los muros perimetrales del edificio Malla Plaza de los Ríos existen distintas medidas de ventanas, para facilitar su instalación se han determinado tres tramos de longitud los que se detallarán en este capítulo.

A continuación se mostrarán las soluciones constructivas enviadas por el fabricante de bloques macizos de hormigón celular para confección de antepechos.

a) Refuerzo antepecho largos entre los 100 y 400cms.

- o Elevación Refuerzos de Antepechos.

Figura 3.2: Elevación refuerzos de antepechos.

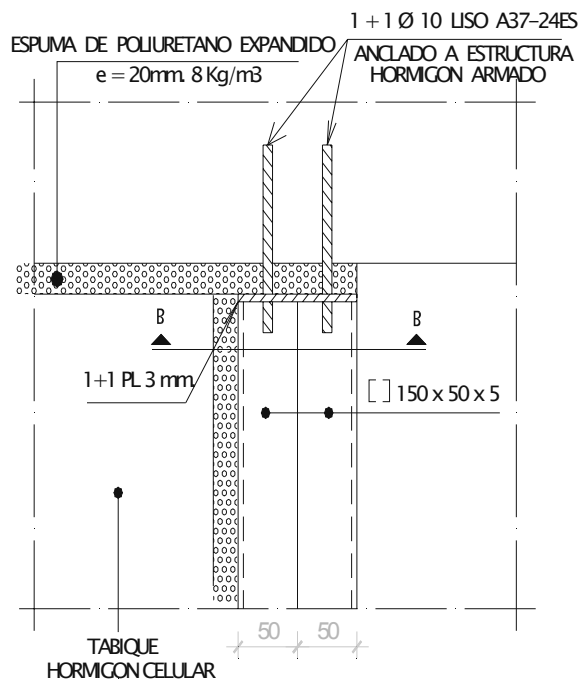


Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

Como lo indica la figura 3.2 se deberá colocar un perfil metálico vertical que va desde la losa hacia la viga superior, este perfil metálico estará conformado por dos perfiles C 150x50x5mm unidos mediante soldadura.

La figura 3.3 nos muestra la unión que hay que realizar en el encuentro del perfil metálico vertical con la viga de hormigón armado existente.

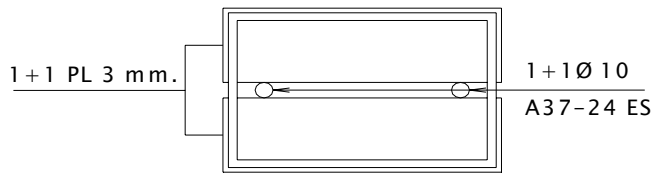
Figura 3.3: Detalle 1.



Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

Esta unión se logra mediante dos placas metálicas de 150x45x3mm las que deben tener una separación entre si de 1cms dando espacio para colocar los fierros de anclaje de 10mm de diámetro, uno de los extremos de estas barras deberá quedar 12cms ancladas a la estructura de hormigón con Sikadur 31 y el otro extremo debe quedar dentro del perfil tubular, las placas estarán soldadas al perfil en todo su perímetro dejando libre las barras de hormigón como lo indica la figura 3.4.

Figura 3.4: Corte B – B.

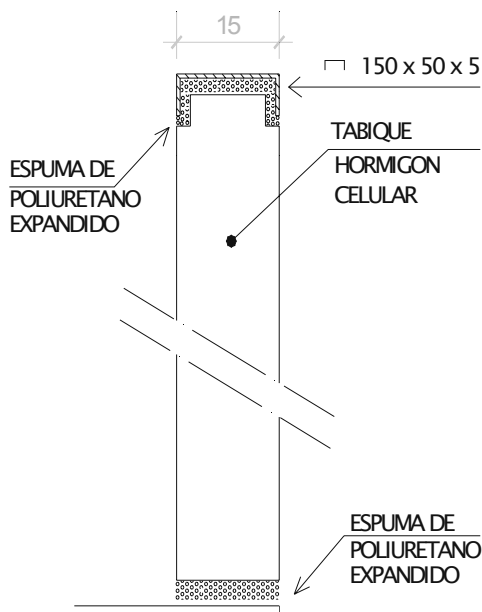


Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

Los perfiles deberán quedar solidarios a la estructura de hormigón armado, esto se logra dejando una dilatación de 2cms entre el perfil y la viga, la que deberá estar rellena con espuma de poliuretano.

Como refuerzo superior del antepecho se especifica perfil metálico 150x50x5mm el que deberá “abrazar” a los bloques macizos de hormigón celular como se muestra en la figura 3.5, esto se logra realizando un rebaje en los bloques para introducirlos al interior del perfil metálico y rellenando los espacios libres entre el perfil y los bloques con poliuretano expandido. El largo del perfil dependerá de las dimensiones de la ventana siendo el largo máximo 400cms.

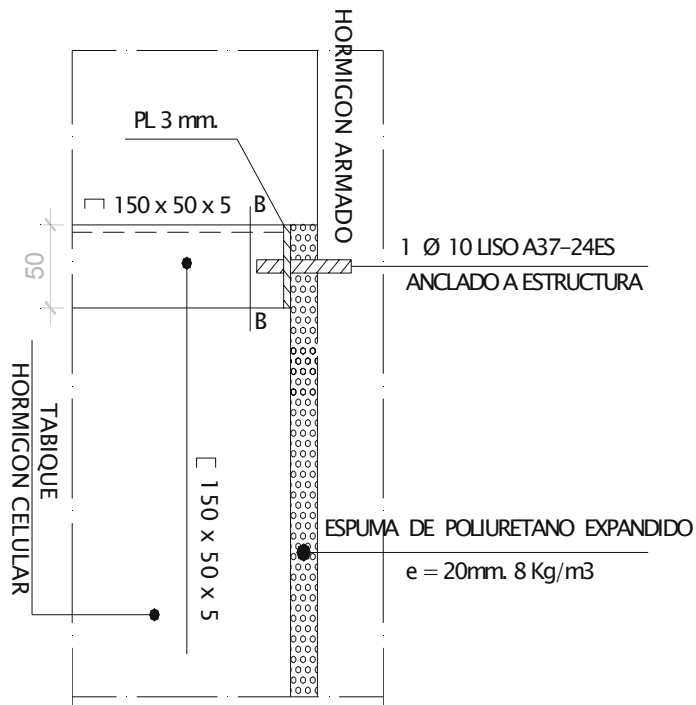
Figura 3.5: Corte A - A.



Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

La figura 3.6 nos muestra la unión entre el refuerzo metálico longitudinal y la estructura de hormigón armado.

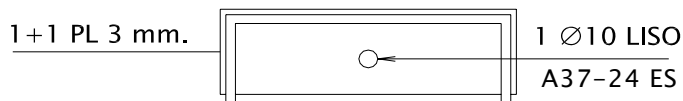
Figura 3.6: Detalle 2.



Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

En la unión del perfil metálico con el pilar de hormigón armado se deberá soldar en todo el perímetro del perfil una placa metálica de 3mm de espesor, la que deberá tener una perforación en el centro para permitir la colocación de una barra lisa de 10mm, como se muestra en la figura 3.7, esta barra deberá estar anclada 10cms al pilar de hormigón armado con Sikadur 31 y al bloque de hormigón celular próximo al encuentro con la estructura de hormigón.

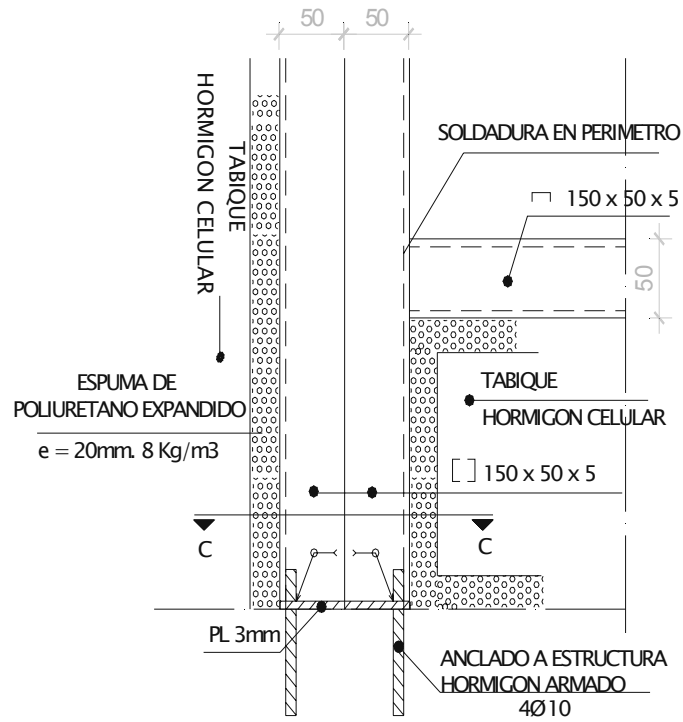
Figura 3.7: Corte B – B.



Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

La unión del perfil tubular con la losa de hormigón, se realizará con cuatro fierros de 10mm de diámetro.

Figura 3.8: Detalle 3.

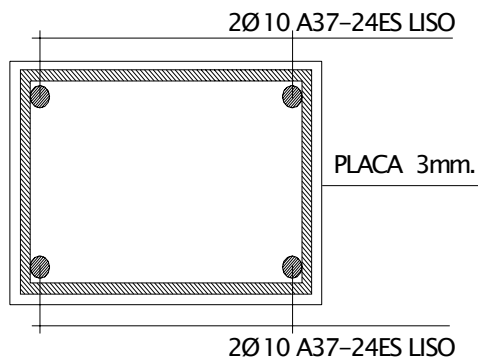


Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

Se deberá soldar una placa metálica de 3mm de espesor en todo su perímetro al perfil tubular, esta placa debe tener cuatro orificios para permitir el paso de los fierros, los que deberán estar soldados a la placa como lo indica la figura 3.8, además deben estar 12cms anclados a la losa de hormigón con Sikadur 31.

La figura 3.9 nos muestra la disposición de los fierros al interior del perfil tubular.

Figura 3.9: Corte C – C.

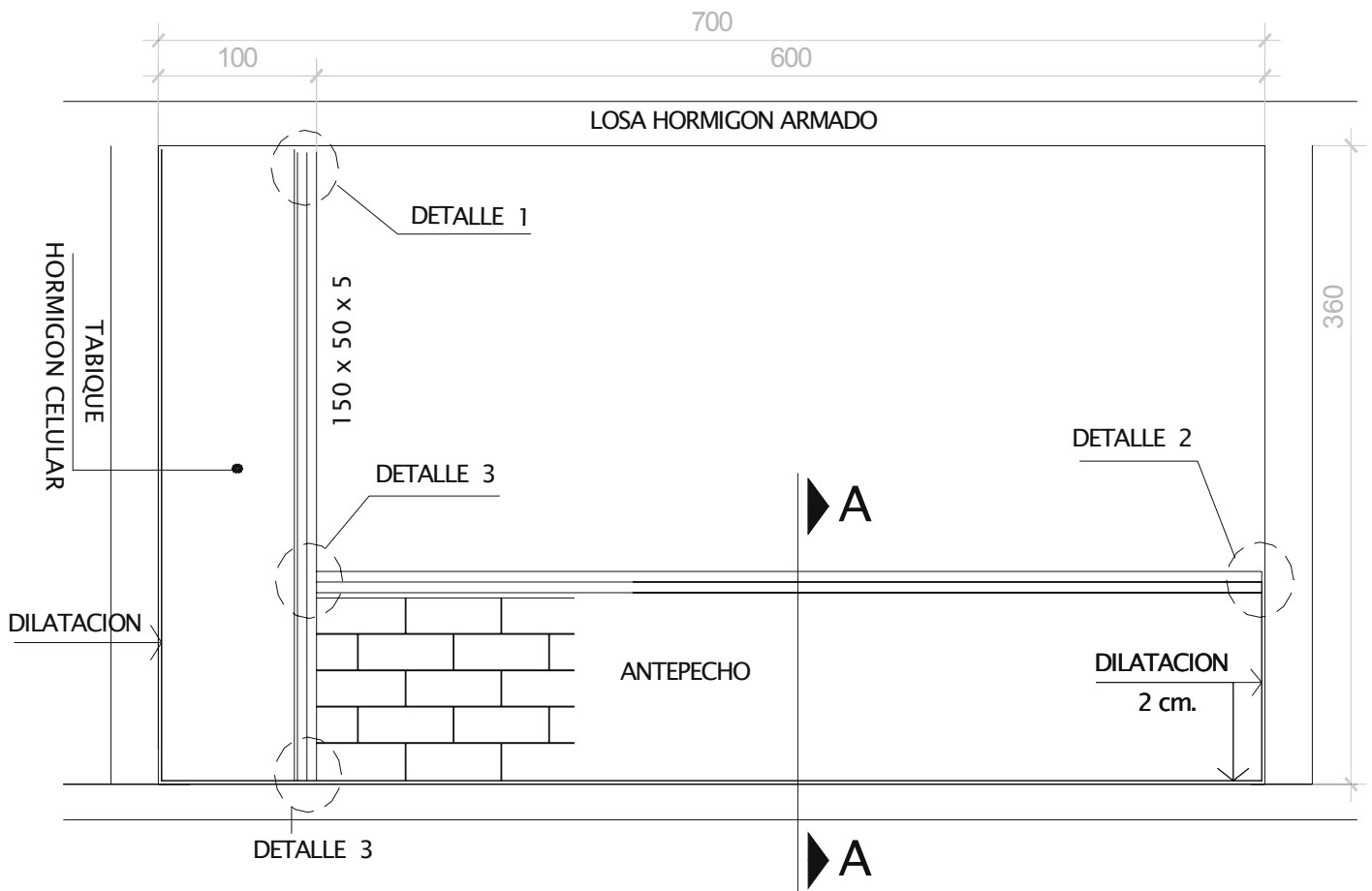


Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

b) Refuerzo antepecho con largos mayores a 400cms y menores a 700cms.

- o Elevación Refuerzos de Antepechos.

Figura 3.10: Elevación refuerzos antepechos.



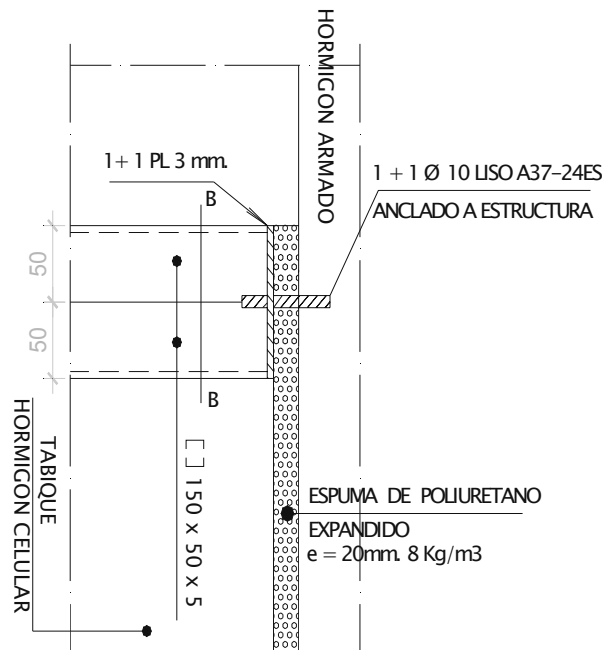
Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

Para vanos con longitudes mayores a 400cms y menores a 700cms se deben unir dos perfiles C 150x50x5mm mediante soldadura, de manera que formen un perfil tubular 150x100x5mm los que se deberán disponer en posición vertical y horizontal, como se muestra la figura 3.10.

La unión entre la viga de hormigón y el perfil tubular vertical se realizará según lo indicado en el punto a) Refuerzo antepecho largo mayores entre 100 y 400cms.

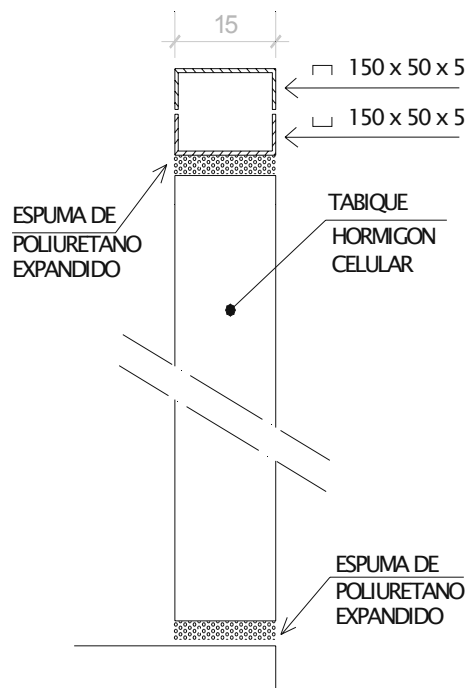
Los perfiles tubulares deberán estar dilatados de las estructuras de hormigón y de la albañilería 2cms con espuma de poliuretano, como se muestra en las figuras 3.11 y 3.12.

Figura 3.11: Detalle 2.



Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

Figura 3.12: Corte A – A.

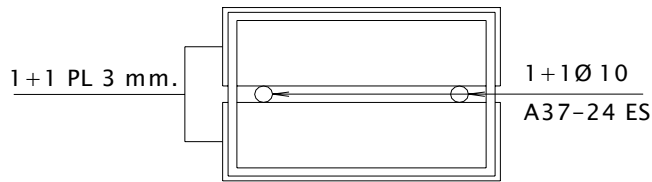


Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

La unión del perfil de refuerzo ubicado sobre el antepecho con el pilar de hormigón se realizará con dos placas de 3mm de espesor soldadas al perfil tubular formando una tapa, estas deben estar separadas en el centro 1cm dando espacio para pasar dos barras de acero de 10mm de

diámetro, como se indica en la figura 3.13, las barras se deberán anclar 10cms al pilar de hormigón armado con Sikadur 31 y a los bloques macizos de hormigón celular.

Figura 3.13: Corte B – B.



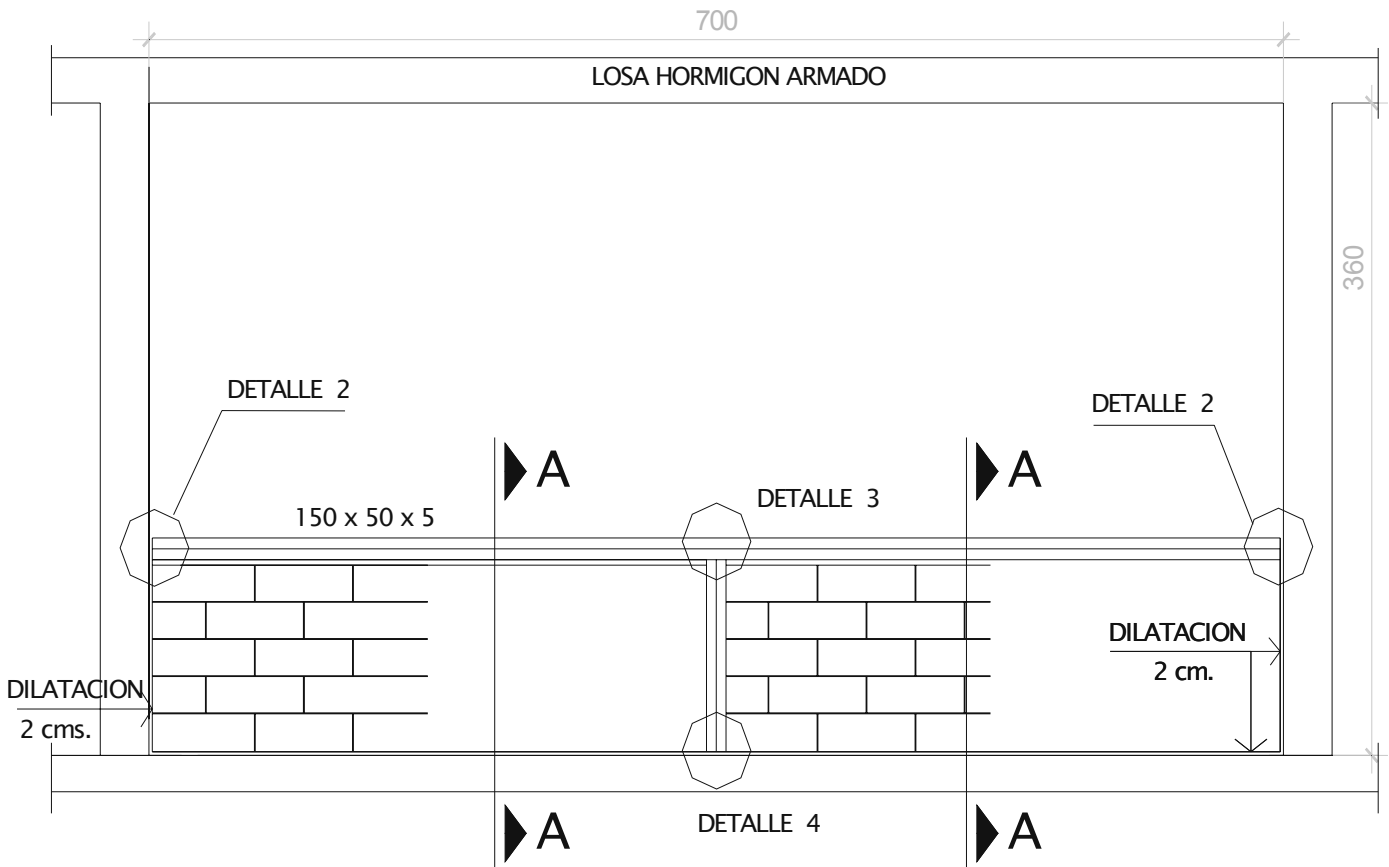
Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

El perfil tubular se deberá unir a la losa de hormigón según lo expuesto en el Detalle 3 del punto a) Refuerzo antepecho largo mayores entre 100 y 400cms.

c) Refuerzo antepecho largo 700cms.

- o Elevación Refuerzos de Antepechos.

Figura 3.14: Elevación Refuerzos de Antepechos.



Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

Para antepechos de largo 700cms o antepechos cuyo largo sea la distancia que hay entre pilares de hormigón armado se aplicará la siguiente solución.

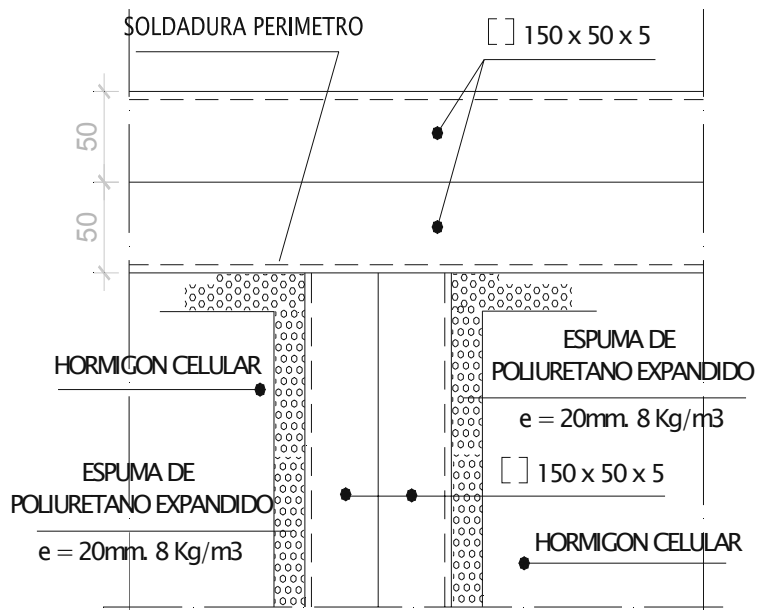
El refuerzo para este largo de vanos consiste en utilizar dos perfiles C150x50x5mm soldados entre si, dando forma a un perfil tubular. Este perfil se utilizará para reforzar al antepecho sobre la última hilada, y además se colocará en el centro del antepecho en posición vertical, como se aprecia en la figura 3.14.

La unión entre el perfil tubular sobre los antepechos y la estructura de hormigón armado, se realizará de acuerdo a lo especificado en el punto b) Refuerzo antepecho con largos mayores a 400cms y menores a 700cms.

En ambos extremos del perfil se deben colocar placas metálicas de 3mm de espesor y dejar una dilatación de 2cms rellena con espuma de poliuretano ignífugo.

La unión del perfil tubular vertical que se ubica en el centro del antepecho con el perfil tubular perpendicular a éste se debe realizar mediante soldadura en todo el perímetro, como se indica en la figura 3.15.

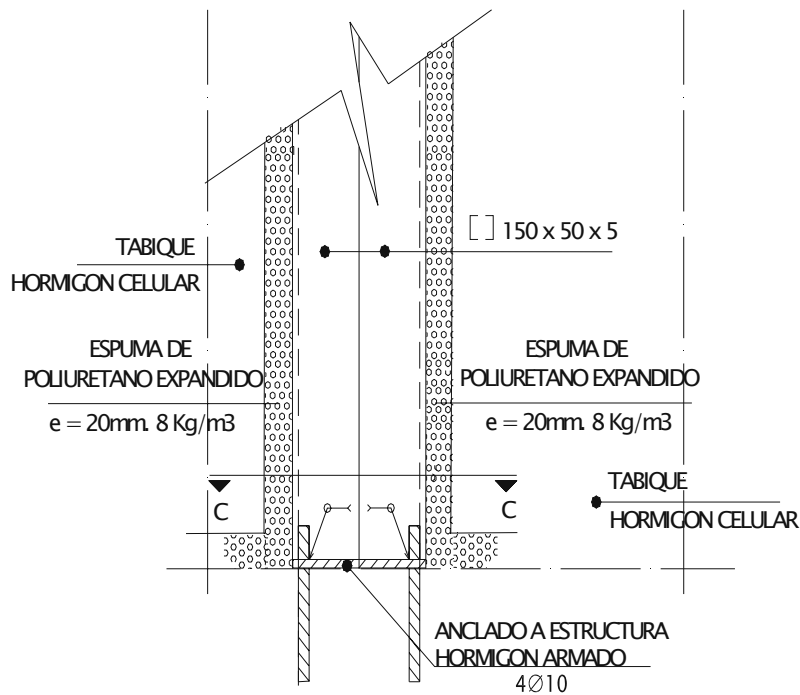
Figura 3.15: Detalle 3.



Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

La unión del perfil vertical con la losa de hormigón se muestra en la figura 3.16 y se realizará según lo explicado en el punto a) Refuerzo antepecho largos entre los 100 y 400cms.

Figura 3.16: Detalle 4.



Fuente: Plano Refuerzo Antepechos.

d) Observaciones.

- Todos los perfiles deberán llevar dos manos de pintura anticorrosiva, la primera mano será de color amarillo y la segunda de color rojo.
- La espuma de poliuretano debe ser resistente al fuego, la resistencia requerida es F-120.
- Se utilizará poliestireno expandido de alta densidad 30kg/m^3 en un espesor de 20mm para asentar los bloques.

3.2.- Construcción de antepechos con bloques huecos de hormigón de cemento.

En la construcción de muros con albañilería de bloques huecos de hormigón de cemento se deberá tener presente lo expuesto en el capítulo anterior, considerando los vanos de puertas y ventanas según corresponda, además se deberán confeccionar pilares y cadenas de hormigón armado a modo de refuerzo en el perímetro de los vanos de puertas y ventanas.

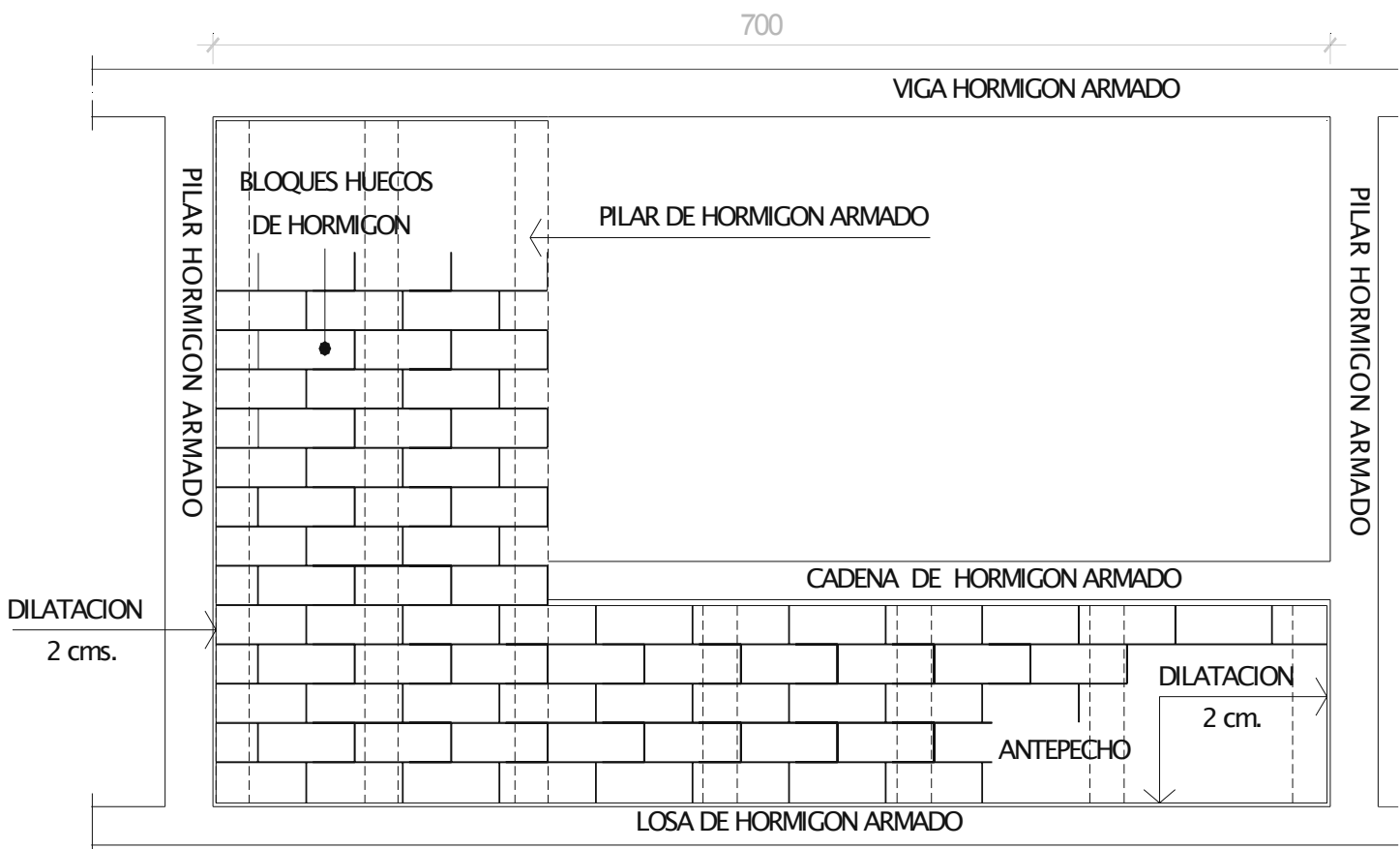
Los refuerzos se deben instalar debido a que se interrumpe la continuidad de las hiladas, por lo tanto se generan fisuras en forma de zig zag siguiendo la línea de la junta de pega entre los bloques, así con la colocación de los refuerzos evitamos que esto ocurra en los sectores mas críticos del muro.

Las longitudes de las ventanas son diferentes entre si, por ello se han determinado dos tramos de longitud los que se describirán a continuación, además se detallarán las soluciones constructivas propuestas por el fabricante de bloques huecos de hormigón de cemento para el edificio Ampliación Mall Plaza.

a) Refuerzo antepecho largos mayores a 100cms y menores a 700cms.

- o Elevación Refuerzos de Antepechos.

Figura 3.17: Elevación Refuerzos de Antepechos.



Fuente: Esquema Refuerzo Antepechos Bottai.

Según lo indicado en la figura 3.17, se deben realizar refuerzos verticales y horizontales, los cuales se detallarán a continuación.

En todo el muro se deberán confeccionar refuerzos verticales incluidos en los huecos de los bloques, los que están representados por líneas segmentadas en la figura 3.17, estos refuerzos consisten 1 barra de 10mm de diámetro colocada cada 84cms como máximo las que deberán estar embebidas completamente en hormigón de relleno.

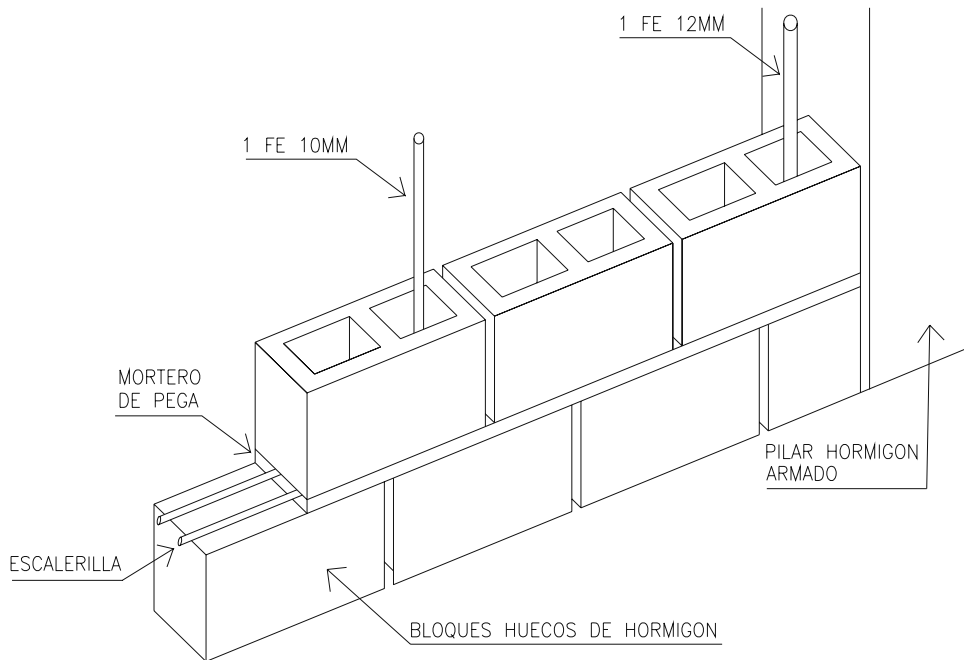
Las barras de acero deben estar ancladas a la losa en su parte inferior y en su parte superior se deben anclar a la cadena de hormigón armado, el anclaje de las barras a elementos de hormigón armado existentes se realizará en ángulo recto con Sikadur 31.

Se debe tener especial cuidado al momento de realizar los anclajes, ya que si no se cumplen bien estas dos uniones se pierde en gran parte su utilidad.

Una vez terminada la instalación de los bloques se debe esperar 3 horas para comenzar con el hormigonado de los huecos de los bloques donde se han colocado los refuerzos de acero. El nivel de relleno de los bloques se debe efectuar a 5cms de la superficie superior de la hilada, esto se realiza para permitir un nivel de corte a otra altura respecto a la cantería horizontal del bloque. Se debe tener precaución con el llenado y vibrado del hormigón para evitar desviar las barras de su posición.

Como se indicó en el Capítulo II es importante verificar con anterioridad la disposición de los bloques para determinar el lugar exacto donde se deberán colocar las barras verticales y además lograr un calce perfecto de los bloques entre sí y las armaduras.

Figura 3.18: Disposición de armaduras en antepechos con bloques huecos de hormigón.



Fuente: Esquema Refuerzo Antepecho Bottai.

Cada dos hiladas de bloques se deben colocar refuerzos horizontales en las juntas de pega, los que se conocen como escalerillas metálicas, la primera escalerilla se debe colocar en la junta de la primera con la segunda hilada, en antepechos también se deberá colocar en la junta de pega de las dos últimas hiladas de bloques. La escalerilla está compuesta por dos barras de acero de 4,2mm de diámetro unidas mediante soldadura con travesaños de la misma dimensión. Su ancho debe ser 3cms inferior al espesor del muro y se colocan una vez esparcido el mortero de junta, presionándolas contra éste hasta sumergirlas totalmente. Las escalerillas se utilizan como armaduras de refuerzo para resistir el esfuerzo de corte y tensiones de tracción, además controlan el fisuramiento de los elementos de albañilería asociado con las expansiones o contracciones por cambios térmicos o del contenido de humedad.

Al utilizar estos refuerzos a lo largo de los muros, se obtiene un conjunto de excelente comportamiento sísmico, ya que otorgan flexibilidad al muro y evitan su agrietamiento.

Además de las escalerillas se debe confeccionar un refuerzo horizontal sobre la última hilada de bloques, ver figura 3.17, este refuerzo está compuesto por una cadena de hormigón armado, cuyo ancho debe ser el mismo que el ancho del antepecho y su alto es de 20cms.

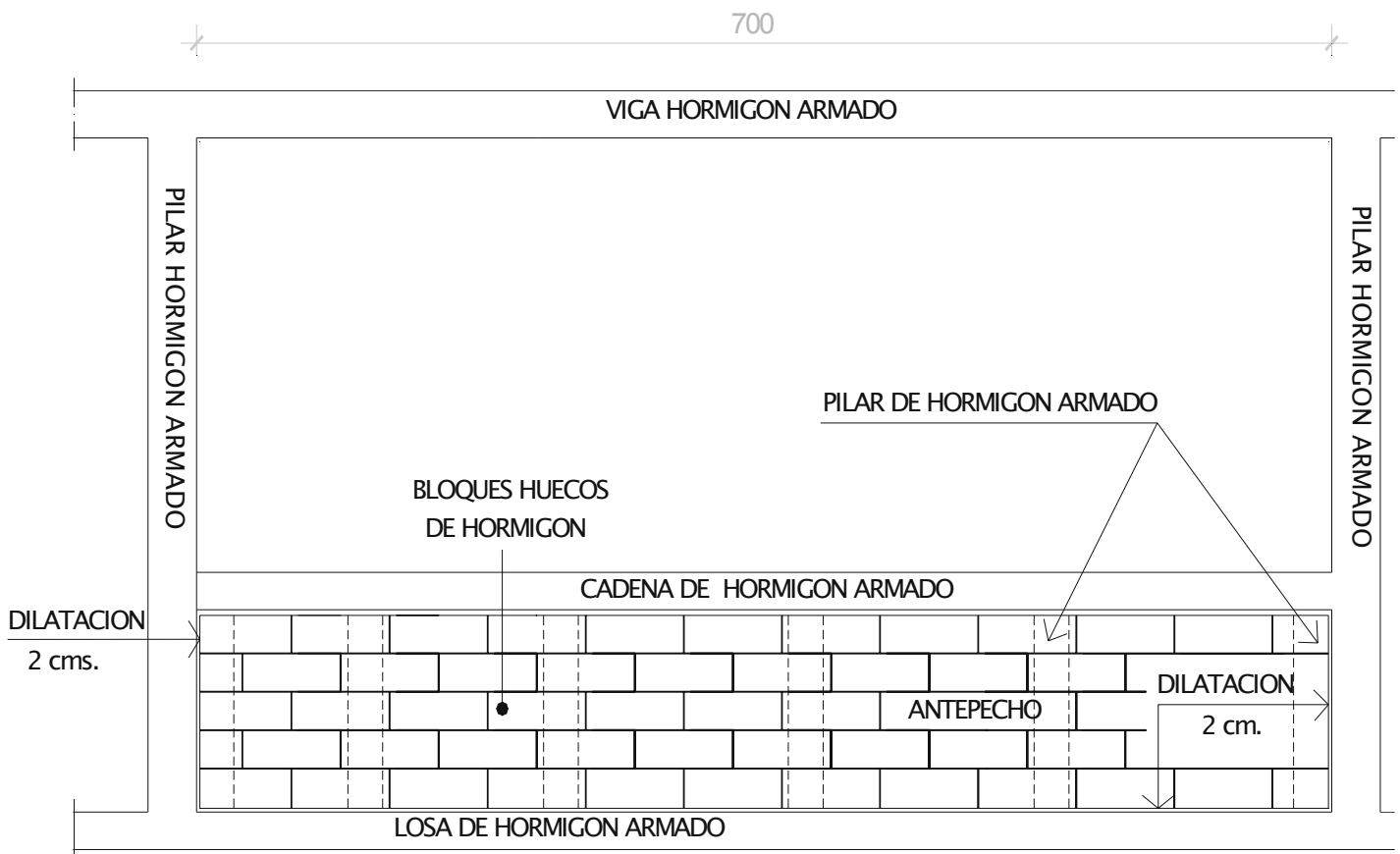
La armadura de la cadena consiste en 4 barras de 10mm de diámetro y estribos de 6mm separados cada 15cms, la que deberá estar ligada a los pilares de hormigón en los encuentros con estos elementos, esto se realiza anclando las barras 20cms con Sikadur 31.

La longitud de los refuerzos verticales corresponderá al alto del muro o del antepecho, para el caso de refuerzos longitudinales la dimensión variará según las dimensiones de los vanos, siempre y cuando esta sea menor a 700cms.

b) Refuerzo antepecho largo 700cms.

- o Elevación Refuerzos de Antepechos.

Figura 3.19: Elevación Refuerzos de Antepechos.



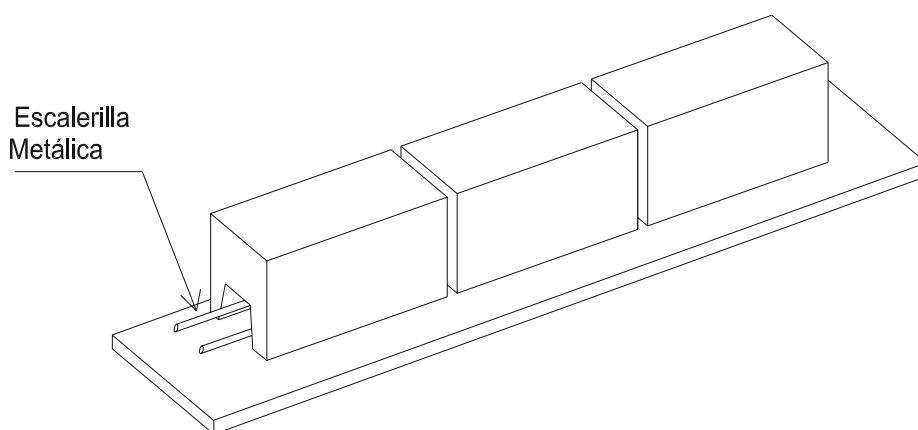
Fuente: Elaboración Propia.

La figura 3.19 nos indica que se debe realizar una cadena de hormigón armado sobre la última hilada de bloques, esta viga tendrá las mismas características que las indicadas en el punto a) Refuerzo antepecho largos mayores a 100cms y menores a 700cms, y su longitud será la distancia

que exista entre las estructuras verticales de hormigón armado existentes. Además se deberán colocar refuerzos en el mortero de pega cada dos hiladas, según lo explicado en el punto a) Refuerzo antepecho largos mayores a 100cms y menores a 700cms.

La ultima hilada se realizará con bloques de hormigón de cemento con rebaje utilizados de forma invertida, esto es para evitar que el hormigón de la viga caiga por los huecos de los bloques, en el rebaje del bloque se podrá colocar la escalerilla metálica de refuerzo, como se indica en la figura 3.20.

Figura 3.20: Bloques huecos de hormigón de cemento con rebaje invertidos.

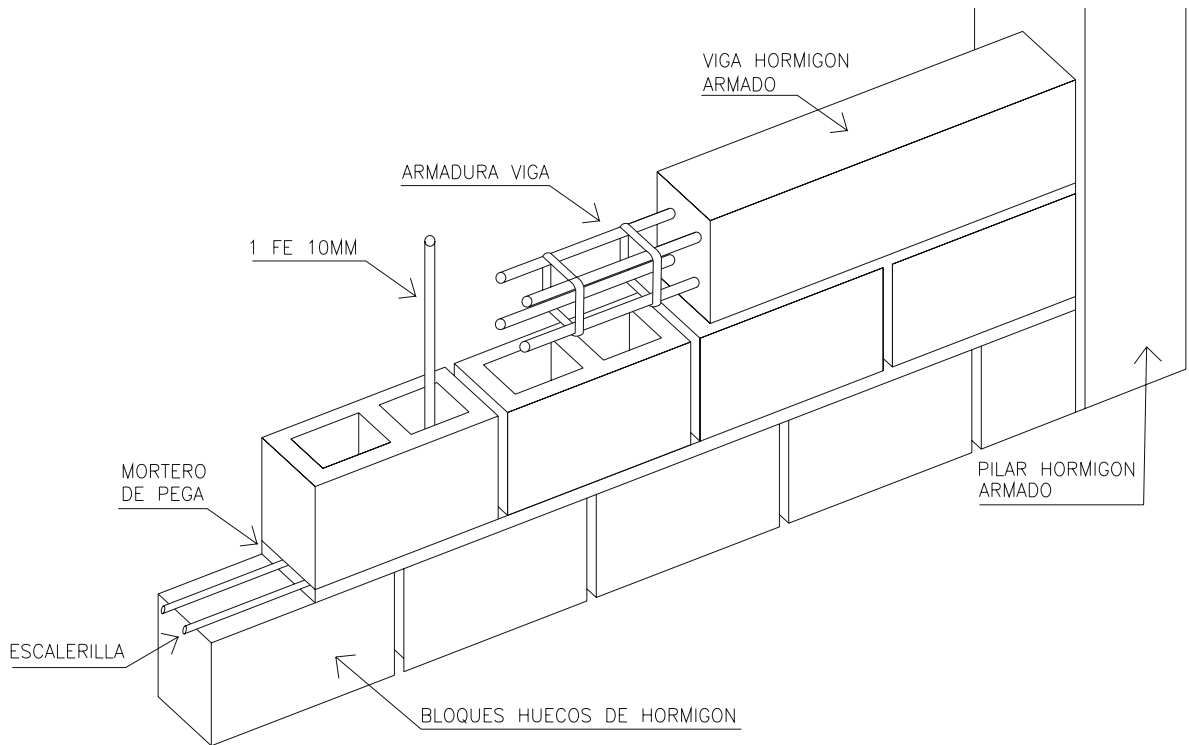


Fuente: Manual de instalación de bloques y enchapes Bottai.

A lo largo del antepecho se confeccionarán pilares de hormigón armado al interior de los huecos de los bloques de hormigón de cemento cada 84cms y en el encuentro de la albañilería con las estructuras de hormigón armado existentes, la confección se realizará según lo indicado en el punto a) Refuerzo antepecho largos mayores a 100cms y menores a 700cms.

El hormigonado de los pilares se realizará hasta la mitad de la altura de la última hilada de bloques, así al momento de hormigonar la viga, parte de este hormigón quedará en los pilares.

Figura 3.21: Disposición de las armaduras en los antepechos.



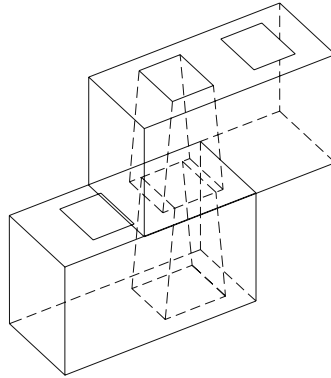
Fuente: Elaboración Propia.

c) Observaciones.

- o La desviación máxima que se acepta en muros y pilares con altura máxima de 3m es de 2 por mil.
- o El espesor del mortero de pega será de 16mm como mínimo para muros expuestos a la intemperie.
- o Todas las barras que estén incluidas en los huecos de los bloques o en el mortero de pega deberán estar rodeadas completamente por hormigón de relleno, la altura máxima de llenado es de 120cms.
- o Los huecos de los bloques se deben encontrar libres de materiales extraños al momento de su hormigonado.
- o El hormigón de relleno debe cumplir con los requisitos que indica el anexo A de la norma Nch1928 Of1993.
- o La resistencia a la compresión del hormigón de relleno debe ser como mínimo 17,5 MPa, aceptándose una fracción defectuosa máxima de 4%.
- o Si alguna de las barras quedara más corta de lo necesario, se deberá realizar un empalme, cuya longitud será 40 veces el diámetro de la barra.

- Los muros y antepechos de albañilería deben unirse adecuadamente a los elementos estructurales adyacentes.
- Los bloques se deberán colocar de manera que el hueco de menores dimensiones de hacia arriba.

Figura 3.22: Disposición de los bloques.



Fuente: Manual de Instalación de Bloques Bottai.

- Es importante controlar la verticalidad y alineamiento de todos los moldajes y corregir los errores, previo a la faena de hormigonado.

CAPITULO IV

ANALISIS COMPARATIVO

En este capítulo se estudiará el costo de construir muros y antepechos con ambos tipos de bloques, para ello se analizarán dos variables: los materiales y la mano de obra, cuyos rendimientos se obtuvieron según las observaciones realizadas en la obra Ampliación Mall Plaza de los Ríos donde se utilizaron bloques macizos de hormigón celular, y según las observaciones realizadas en diferentes obras ubicadas de la ciudad de Valdivia donde se utilizaron bloques huecos de hormigón de cemento, en ambos casos se ha considerado que un día laboral equivale a 8 horas, cumpliendo con un total semanal de 45 horas.

4.1.- Análisis comparativo de precios en la construcción de muros.

4.1.1.- Construcción de muros con bloques macizos de hormigón celular, costos.

a) Análisis de materiales.

La albañilería se medirá por su superficie efectiva en metros cuadrados (m^2), cualquiera sea su espesor descontando los vanos.

Las longitudes y alturas serán las que se indiquen en los planos de arquitectura y los materiales utilizados en el análisis corresponden a los especificados en el capítulo II.

Tabla 4.1: Materiales utilizados en muros con bloques macizos de hormigón celular.

Material	Unid	Total	Rendimiento/ m^2
Bloques 62,5x20x15cms	Unidad	3.358	8
Adhesivo Estructural	Sacos	93,27	0,22
Pletinas Metálicas	Unidad	1.029	2,45
Poliuretano Ignifugo F-120	Unidad	107	0,25
Pallet	Unidad	31,5	0,08

Fuente: Elaboración Propia.

b) Análisis Mano de Obra.

En la confección de la albañilería se debe considerar una cuadrilla compuesta por 1 maestro albañil más $\frac{1}{2}$ ayudante, quien se encargará de cortar los bloques y preparar el adhesivo, entre otros.

La cuadrilla se demora 1 día en construir $20m^2$ de albañilería, esto nos da un rendimiento de:

$$1 \text{ maestro albañil} + \frac{1}{2} \text{ ayudante} = 0,05 \text{ día}/m^2.$$

c) Análisis de Precios Unitarios.

El costo unitario de construir un metro cuadrado de albañilería con bloques macizos de hormigón celular está desglosado en la siguiente tabla:

Tabla 4.2: Desglose de precios unitarios.

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Muros perimetrales	Unidad:	m2
Partida:	Albañilería	Cantidad:	419,7
		Precio Unitario:	18.476
		Total partida \$:	7.754.333
		Total partida UF:	369,61

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Bloques 62,5x20x15cms	Unidad	8,00	1012,5	8.101
Adhesivo Estructural	Sacos	0,22	5100	1.133
Pletinas Metálicas	Unidad	2,45	170	417
Clavos concreteros 1"	Unidad	4,90	11,6	57
Fulminantes	Tiras	0,49	210	103
Poliuretano Ignifugo F-120	Unidad	0,25	5000	1.275
Pallet	Unidad	0,08	3000	225
Transporte	Global	0,0048	690000	3.288
Total Material:		\$		14.599
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Maestro Albañil + 1/2 Ayudante	hd	0,05	60.000	3.000
Leyes Sociales	%	29,23	3.000	877
Total Mano de Obra		\$		3.877

Subtotal Materiales + Mano de Obra	\$	18.476
---	-----------	---------------

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.2.- Construcción de muros con bloques huecos de hormigón de cemento, costos.

a) Análisis de materiales.

Según las dimensiones indicadas en los planos de arquitectura la albañilería de bloques huecos de cemento se medirá por su superficie efectiva en metros cuadrados descontando los vanos, en la siguiente tabla se detallan lo materiales que se requieren para la confección de muros.

Tabla 4.3: Materiales utilizados en muros con bloques huecos de hormigón de cemento.

Material	Unid	Total	Rendimiento
Bloques 14x19x39cms	Unidad	5.664	0,0741 m ²
Mortero de pega predosificado	Sacos	462	0,91 m ²
Estuco exterior hidropelente	Sacos	163	0,03 m ³

Fuente: Elaboración Propia.

b) Análisis Mano de Obra.

En la confección de muros de albañilería de bloques se considera una cuadrilla compuesta por 1 maestro albañil especializado más ½ ayudante, quienes se demoran 1 día en construir 8 m² de albañilería con bloques huecos de hormigón de cemento, esto nos da un rendimiento de:

$$1 \text{ maestro albañil} + \frac{1}{2} \text{ ayudante} = 0,125 \text{ día/m}^2.$$

La confección y colocación del estuco exterior la realizará una cuadrilla compuesta por un maestro albañil, un maquinista y un jornal, y su rendimiento es el siguiente:

$$1 \text{ maestro albañil} = 0,06 \text{ día/m}^3.$$

$$1 \text{ maquinista} = 0,05 \text{ día/m}^3.$$

$$1 \text{ jornal} = 0,05 \text{ día/m}^3.$$

c) Análisis de Precios Unitarios.

El costo unitario de construir un metro cuadrado de muro de albañilería con bloques huecos de hormigón de cemento se muestra en la tabla 4.4.

Tabla 4.4: Desglose de precios unitarios.

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Muros perimetrales	Unidad:	m2
Partida:	Albañilería	Cantidad:	419,7
		Precio Unitario:	12.954
		Total partida:	5.436.970
		Total partida UF:	259,15

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Bloques 14x19x39cms	Unidad	13,50	490	6.613
Mortero de pega predosificado	Sacos	1,10	2.627	2.890
Pallet	Unidad	0,11	4.000	450
Total Material:		\$	9.952	
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Maestro Albañil + 1/2 Ayudante	hd	0,125	18.333	2.292
Leyes Sociales	%	31,01	2.292	711
Total Mano de Obra		\$	3.002	

Subtotal Materiales + Mano de Obra	\$	12.954
---	-----------	---------------

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m3
Partida:	Hormigones	Cantidad:	4,20
		Precio Unitario:	158.442
		Total partida:	664.982
		Total partida UF:	31,70

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Estuco exterior hidrorrepelente	Sacos	38,91	3.669	142.743
Betonera	m3	0,05	10.700	517
Pallet	Unidad	0,78	3.500	2.724
Transporte	Global	0,01	690.000	10.222
Total Material:		\$		156.206
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Maestro Albañil	hd	0,06	13.333	741
Maquinista	hd	0,05	11.667	564
Jornal	hd	0,05	8.333	403
Leyes Sociales	%	31,01	1.707	529
Total Mano de Obra		\$		2.236

Subtotal Materiales + Mano de Obra	\$	158.442
---	-----------	----------------

Valor Uf al 9 de junio de 2009	\$	20.979,8
---------------------------------------	-----------	-----------------

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.3.- Análisis comparativo de costos en la construcción de muros con bloques macizos de hormigón celular y bloques huecos de hormigón de cemento.

En las siguientes tablas se realiza un resumen de los costos totales de las variables analizadas en los párrafos anteriores.

Tabla 4.5: Resumen del costo total del análisis de materiales.

Resumen Costo Total Materiales					
Tipo de Bloque	Unidad	Cantidad	Valor	Total, \$	Total UF
Bloque macizo de hormigón celular	m2	419,7	14.599	6.127.198	292,05
Bloque hueco de hormigón de cemento	m2	419,7	11.514	4.832.496	230,34

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.6: Resumen del costo total del análisis de mano de obra.

Resumen Costo Total Mano de Obra					
Tipo de Bloque	Unidad	Cantidad	Valor	Total, \$	Total UF
Bloque macizo de hormigón celular	m2	419,7	3.877	1.627.135	77,56
Bloque hueco de hormigón de cemento	m2	419,7	3.025	1.269.456	60,51

Fuente: Elaboración Propia.

El costo total en la confección de muros con ambos tipos de albañilerías, es decir mano de obra y materiales está detallado en la siguiente tabla:

Tabla 4.7: Resumen del costo total en la confección de albañilerías.

Resumen Costo Total Confección de Albañilería					
Tipo de Bloque	Unidad	Cantidad	Valor	Total, \$	Total UF
Bloque macizo de hormigón celular	m2	419,7	18.476	7.754.333	369,61
Bloque hueco de hormigón de cemento	m2	419,7	14.539	6.101.952	290,85
Valor Uf al 9 de junio de 2009			\$	20.979,8	

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.- Análisis comparativo de precios unitarios en la construcción de antepechos.

4.2.1.- Construcción de antepechos con bloques macizos de hormigón celular, costos.

a) Análisis de materiales.

Los materiales que se deben utilizar en la confección de antepechos con bloques macizos de hormigón celular están especificados en el capítulo III los que deberán ser de primera calidad.

Tabla 4.8: Materiales utilizados en refuerzos de antepechos.

Material	Unidad	Total	Rendimiento / m ²
Bloques 62,5x20x15cms	Unidad	3.010	8
Adhesivo Estructural	Sacos	83,62	0,22
Pletinas Metálicas	Unidad	807	2,14
Poliuretano Ignifugo F-120	Unidad	139	0,37
Pallet	Unidad	28,2	0,07
Perfil metálico 150x50x5mm	Kg.	9572,2	9,17
Placas 150x50x3mm	Kg.	36,7	1,18
Fierro 10mm liso A37-24 ES	Kg.	76,8	0,62
Pintura anticorrosivo Ocre	Galón	8,9	0,03
Pintura anticorrosivo Rojo	Galón	8,9	0,03

Fuente: Elaboración Propia.

b) Análisis Mano de Obra.

La mano de obra involucrada en la confección de la albañilería la componen un maestro albañil más un ayudante, y su rendimiento es el siguiente:

$$1 \text{ maestro albañil} + \frac{1}{2} \text{ ayudante} = 0,05 \text{ día/m}^2.$$

La confección y colocación de los perfiles metálicos será realizada por una cuadrilla compuesta por 1 maestro soldador más 1 ayudante, quienes deberán confeccionar y fijar los perfiles metálicos a las estructuras de hormigón armado en la posición correcta, el rendimiento de esta cuadrilla es el siguiente:

$$1 \text{ maestro soldador} + 1 \text{ ayudante} = 0,01 \text{ día/m.}$$

La fijación de los perfiles metálicos a las estructuras de hormigón armado y de albañilería será realizada por 1 enfierrador, quien tiene un rendimiento de:

$$1 \text{ enfierrador} = 0,238 \text{ día/m.}$$

Los perfiles metálicos se deberán instalar con dos manos de pintura anticorrosiva, la que será aplicada por 1 maestro pintor.

$$1 \text{ maestro pintor} = 0,03 \text{ día/m}^2.$$

c) Análisis de Precios Unitarios.

El costo unitario en la confección de antepechos con bloques macizos de hormigón celular esta desglosado en las tablas que se muestran a continuación:

Tabla 4.9: Precios unitarios en confección de antepechos con bloques macizos de hormigón celular.

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m2
Partida:	Albañilería	Cantidad:	376,3
		Precio Unitario:	18.514
		Total partida:	6.966.673
		Total partida UF:	332,07

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Bloques 62,5x20x15cms	Unidad	8,00	907,6	7.260
Adhesivo Estructural	sacos	0,22	5100	1.133
Pletinas Metálicas	Unidad	2,14	170	365
Clavos concreteros 1"	Unidad	4,29	11,6	50
Fulminantes	Tiras	0,43	210	90
Poliuretano Ignifugo F-120	Unidad	0,37	5.000	1.847
Pallet	Unidad	0,07	3.000	225
Transporte	Global	0,0053	690.000	3.667
Total Material:		\$		14.637

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Maestro Albañil + 1/2 Ayudante	Hd	0,05	60.000	3.000
Leyes Sociales	%	29,23	3.000	877
Total Mano de Obra			\$	3.877
Subtotal Materiales + Mano de Obra			\$	18.514

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m
Partida:	Estructuras Metálicas	Cantidad:	1043,86
		Precio Unitario:	5.297
		Total partida:	5.529.682
		Total partida UF:	263,57

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Perfil metálico 150x50x5mm	Kg.	9,17	459,8	4.217
Soldadura	Kg.	0,298	2.783,2	829
Total Material:			\$	5.046
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
1 Maestro Soldador + 1 Ayudante	Hd	0,01	17.500	194
Leyes Sociales	%	29,23	194	57
Total Mano de Obra			\$	251
Subtotal Materiales + Mano de Obra			\$	5.297

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m
Partida:	Estructuras Metálicas	Cantidad:	31,05
		Precio Unitario:	1.930
		Total partida:	59.929
		Total partida UF:	2,86

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Placas 150x50x3mm	Kg.	1,18	1.083,1	1.278
Soldadura	Kg.	0,144	2.783,2	401
Total Material:			\$	1.679
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
1 Maestro Soldador + 1 Ayudante	Hd	0,01	17.500	194
Leyes Sociales	%	29,23	194	57
Total Mano de Obra			\$	251
Subtotal Materiales + Mano de Obra			\$	1.930

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m
Partida:	Enfierradura	Cantidad:	124,4
		Precio Unitario:	4.986
		Total partida:	620.261
		Total partida UF:	29,56

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Fierro Φ 10mm liso A37-24 ES	Kg	0,62	1025	632
Sikadur 31	Kg	0,133	4983,36	663
Total Material:			\$	1.295
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
1 Enfierrador	hd	0,238	12.000	2.856
Leyes Sociales	%	29,23	2.856	835
Total Mano de Obra			\$	3.691
Subtotal Materiales + Mano de Obra			\$	4.986

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m2
Partida:	Pintura	Cantidad:	267,175
		Precio Unitario:	966
		Total partida:	258.203
		Total partida UF:	12,31

Material	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Pintura Anticorrosiva Ocre	Galón	0,03	7218	241
Pintura Anticorrosiva Rojo	Galón	0,03	7218	241
Brocha	Unidad	0,01	3290	33
Total Material:		\$	514	
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Maestro Pintor	hd	0,03	11.667	350
Leyes Sociales	%	29,23	350	102
Total Mano de Obra		\$	452	
Subtotal Materiales + Mano de Obra		\$	966	

Valor Uf al 9 de junio de 2009	\$	20.979,8
---------------------------------------	-----------	-----------------

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2.- Construcción de antepechos con bloques huecos de hormigón de cemento, costos.

a) Análisis de Materiales.

Los materiales serán los indicados en el capítulo III, la cubicación de estos se realizará según lo indicado en Nch353 Of2000.

Tabla 4.10: Materiales utilizados en refuerzos de antepechos.

Material	Unidad	Total	Rendimiento / m ²
Bloques 14x19x39cms	Unidad	4.167,34	13,50
Bloques con rebaje 14x19x39cms	Unidad	910,93	13,50
Mortero de pega predosificado	Sacos	413,93	1,10
Hormigón para vigas	Sacos	600	60,61
Hormigón relleno de tensores	Sacos	529	43,48
Estuco exterior hidropelente	Sacos	173,97	38,91
Barra de Acero 10mm	Kg	607,87	0,62
Barra de Acero 6mm	Kg	272,46	0,22
Pino 2x2", L=3.2m	Unidad	99,1	1,4
Terciado moldaje 12mm	Plancha	23,8	0,34

Fuente: Elaboración Propia.

b) Análisis Mano de Obra.

En la confección de la albañilería de bloques se necesitará una cuadrilla compuesta por 1 maestro albañil más ½ ayudante, y una segunda cuadrilla compuesta por 1 maquinista más 1 jornal

quienes confeccionarán y trasladarán el mortero de pega, el rendimiento de estas cuadrillas es el que se detalla a continuación:

$$1 \text{ maestro albañil} + \frac{1}{2} \text{ ayudante} = 0,125 \text{ día/m}^2.$$

$$1 \text{ maquinista} = 0,05 \text{ día/m}^3.$$

$$1 \text{ jornal} = 0,05 \text{ día/m}^3.$$

El personal encargado de la confección de los refuerzos de antepechos está compuesto por tres cuadrillas, la primera cuadrilla la compone 1 enfierrador quien se encargará de la confección y colocación de las armaduras de acero según lo explicado en el capítulo III, la segunda cuadrilla se encargará de la confección del hormigón de relleno y está compuesta por 1 maquinista más 1 jornal, la tercera cuadrilla compuesta por 1 carpintero más $\frac{1}{2}$ ayudante se encargarán de la confección del moldaje de la cadena de hormigón, el rendimiento de las tres cuadrillas se detalla a continuación:

$$1 \text{ enfierrador} = 0,011 \text{ día/m}.$$

$$1 \text{ maquinista} = 0,05 \text{ día/m}^3.$$

$$1 \text{ jornal} = 0,05 \text{ día/m}^3.$$

$$1 \text{ carpintero} + \frac{1}{2} \text{ ayudante} = 0,078 \text{ día/m}^2.$$

Además se debe considerar una cuadrilla encargada de la confección y colocación del estuco exterior hidropelente compuesta por 1 maestro albañil más 1 jornal y 1 maquinista, a continuación se detalla el rendimiento de esta cuadrilla:

$$1 \text{ maestro albañil} = 0,06 \text{ día/m}^3.$$

$$1 \text{ maquinista} = 0,05 \text{ día/m}^3.$$

$$1 \text{ jornal} = 0,05 \text{ día/m}^3.$$

c) **Análisis de Precios Unitarios.**

En las siguientes tablas se muestra el desglose de precios unitarios de materiales y mano de obra involucrada en la confección de antepechos con bloques huecos de hormigón de cemento.

Tabla 4.11 Precios unitarios en la confección de antepechos con bloques huecos de hormigón.

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m2
Partida:	Albañilería	Cantidad:	308,8
		Precio Unitario:	16.973
		Total partida:	5.241.413
		Total partida UF:	249,83

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Bloques 14x19x39cms	Unidad	13,50	490	6.613
Mortero de pega predosificado	Sacos	1,10	2.627	2.890
Transporte	Global	0,01	690.000	4.469
Total Material:		\$	13.971	
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Maestro Albañil + 1/2 Ayudante	Hd	0,125	18.333	2.292
Leyes Sociales	%	31,01	2.292	711
Total Mano de Obra		\$	3.002	

Subtotal Materiales + Mano de Obra	\$	16.973
---	-----------	---------------

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m2
Partida:	Albañilería	Cantidad:	67,5
		Precio Unitario:	23.267
		Total partida:	1.570.496
		Total partida UF:	74,86

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Bloques con rebaje 14x19x39cms	Unidad	13,50	530	7.152
Mortero de pega predosificado	Sacos	1,10	2.627	2.890
Transporte	Global	0,01	690.000	10.222
Total Material:		\$	20.264	
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Maestro Albañil + 1/2 Ayudante	Hd	0,125	18.333	2.292
Leyes Sociales	%	31,01	2.292	711
Total Mano de Obra		\$	3.002	

Subtotal Materiales + Mano de Obra	\$	23.267
---	-----------	---------------

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m3
Partida:	Hormigones	Cantidad:	9,9
		Precio Unitario:	132.853
		Total partida:	1.315.249
		Total partida UF:	62,69

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Hormigon para vigas	Sacos	60,61	1.924	116.606
Betonera	Día	0,05	10.700	517
Pallet	Unidad	1,21	3.500	4.242
Transporte	Global	0,01	690.000	10.222
Total Material:		\$	131.588	

Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Maquinista	Hd	0,05	11.667	564
Jornal	Hd	0,05	8.333	403
Leyes Sociales	%	31,01	966	300
Total Mano de Obra		\$		1.266

Subtotal Materiales + Mano de Obra	\$	132.853
---	-----------	----------------

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m3
Partida:	Hormigones	Cantidad:	12,17
		Precio Unitario:	81.744
		Total partida:	994.825
		Total partida UF:	47,42

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Hormigon relleno de tensores	Sacos	43,48	1.534	66.696
Betонера	m3	0,05	10.700	517
Pallet	Unidad	0,87	3.500	3.043
Transporte	Global	0,01	690.000	10.222
Total Material:		\$		80.478
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Maquinista	Hd	0,05	11.667	564
Jornal	Hd	0,05	8.333	403
Leyes Sociales	%	31,01	966	300
Total Mano de Obra		\$		1.266

Subtotal Materiales + Mano de Obra	\$	81.744
---	-----------	---------------

Desglose de Precios Unitarios			
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m3
Partida:	Hormigones	Cantidad:	4,47
		Precio Unitario:	158.442
		Total partida:	708.405
		Total partida UF:	33,77

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Estuco exterior hidropelente	Sacos	38,91	3.669	142.743
Betонера	m3	0,05	10.700	517
Pallet	Unidad	0,78	3.500	2.724
Transporte	Global	0,01	690.000	10.222
Total Material:		\$		156.206
Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Valor	Total
Maestro Albañil	Hd	0,06	13.333	741
Maquinista	Hd	0,05	11.667	564
Jornal	Hd	0,05	8.333	403
Leyes Sociales	%	31,01	1.707	529
Total Mano de Obra		\$		2.236

Subtotal Materiales + Mano de Obra	\$	158.442
---	-----------	----------------

Desglose de Precios Unitarios					
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m		
Partida:	Enfierradura	Cantidad:	985,2		
		Precio Unitario:	1.478		
		Total partida:	1.456.087		
		Total partida UF:	69,40		
Materiales		Unidad	Cantidad	Valor	Total
Barra de Acero Φ 10mm		Kg	0,62	1.025	633
Sikadur 31		Kg	0,133	4983,36	663
Total Material:			\$	1.295	
Mano de Obra		Unidad	Cantidad	Valor	Total
Enfierrador		Hd	0,011	12.667	139
Leyes Sociales		%	31,01	139	43
Total Mano de Obra			\$	183	
Subtotal Materiales + Mano de Obra			\$	1.478	

Desglose de Precios Unitarios					
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m		
Partida:	Enfierradura	Cantidad:	1227,3		
		Precio Unitario:	446		
		Total partida:	547.125		
		Total partida UF:	26,08		
Materiales		Unidad	Cantidad	Valor	Total
Barra de Acero Φ 6mm		Kg	0,22	1.084	241
Alambre n° 18		Kg	0,02	1.132	23
Total Material:			\$	263	
Mano de Obra		Unidad	Cantidad	Valor	Total
Enfierrador		Hd	0,011	12.667	139
Leyes Sociales		%	31,01	139	43
Total Mano de Obra			\$	183	
Subtotal Materiales + Mano de Obra			\$	446	

Desglose de Precios Unitarios					
Proyecto:	Refuerzo de Antepechos	Unidad:	m2		
Partida:	Moldaje de cadenas	Cantidad:	70,806		
		Precio Unitario:	6.805		
		Total partida:	481.848		
		Total partida UF:	22,97		
Materiales		Unidad	Cantidad	Valor	Total
Pino 2x2", L=3.2m		Unidad	1,4	639	894
Terciado moldaje 12mm		Plancha	0,34	10.916	3.667
Clavo corriente 3"		Kg	0,09	1.134	102
Alambre n° 14		Kg	0,13	2.765	359
Clavo corriente 4"		Kg	0,07	1.134	79
Total Material:			\$	5.102	
Mano de Obra		Unidad	Cantidad	Valor	Total
Carpintero + 1/2 ayudante		Hd	0,078	16.667	1.300
Leyes Sociales		%	31,01	1.300	403
Total Mano de Obra			\$	1.703	
Subtotal Materiales + Mano de Obra			\$	6.805	
Valor Uf al 9 de junio de 2009			\$	20.979,8	

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3.- Análisis comparativo de costos en la construcción de antepechos con bloques macizos de hormigón celular y bloques huecos de hormigón de cemento.

En las tablas que se muestran a continuación se realiza un resumen del costo total de materiales y mano de obra involucrada en la confección antepechos con bloques macizos de hormigón celular y con bloques huecos de hormigón de cemento.

Tabla 4.12: Resumen del costo del análisis de materiales.

Resumen Costo Total Materiales					
Tipo de Bloque	Unidad	Cantidad	Valor	Total, \$	Total UF
Antepechos con bloques de hormigón celular	m2	376,3	29.566	11.125.782	530,31
Antepechos con bloques huecos de hormigón	m2	376,3	28.231	10.623.280	506,36

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4.13: Resumen del costo total del análisis de mano de obra.

Resumen Costo Total Mano de Obra					
Tipo de Bloque	Unidad	Cantidad	Valor	Total, \$	Total UF
Antepechos con bloques de hormigón celular	m2	376,3	6.136	2.308.966	110,06
Antepechos con bloques huecos de hormigón	m2	376,3	4.497	1.692.168	80,66

Fuente: Elaboración Propia.

El costo total de construir antepechos con bloques de hormigón celular y antepechos con bloques huecos de hormigón es el que se detalla a continuación:

Tabla 4.14: Resumen del costo total en la confección de antepechos.

Resumen Costo Total Confección de Albañilería					
Tipo de Bloque	Unidad	Cantidad	Valor	Total, \$	Total UF
Antepechos con bloques de hormigón celular	m2	376,3	35.702	13.434.748	640,37
Antepechos con bloques huecos de hormigón	m2	376,3	32.728	12.315.448	587,01
Valor Uf al 9 de junio de 2009			\$	20.979,8	

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.- Análisis comparativo de costos directos en la construcción de muros y antepechos con bloques macizos de hormigón celular y bloques huecos de hormigón de cemento.

A continuación se muestran dos tablas en las que se indica el costo directo total de construir muros y antepechos con los dos tipos de bloques analizados en los capítulos anteriores.

Tabla 4.15: Costos directos netos de albañilería con bloques macizos de hormigón celular.

Especificación	Unidad	Cantidad	Costo Unitario, \$	Total, \$
Albañilería de muros				
Bloques 62,5x20x15cms	m2	419,7	18.476	7.754.333
Albañilería de antepechos				
Bloques 62,5x20x15cms	m2	376,3	18.514	6.966.673
Estructuras Metálicas				
Perfil metálico 150x50x5mm	m	1043,86	5.297	5.529.682
Placas 150x50x3mm	m	31,05	1.930	59.929
Enfierradura				
Fierro Φ 10mm liso A37-24 ES	m	124,4	4.986	620.261
Pintura				
Pintura Anticorrosiva	m2	267,175	966	258.203
Total Costos Directos Netos		\$	21.189.081	
Total Costos Directos Netos		UF	1.010	

Valor Uf al 9 de junio de 2009	\$	20.979,8
---------------------------------------	-----------	-----------------

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4.16: Costos directos netos de albañilería con bloques huecos de hormigón de cemento.

Especificación	Unidad	Cantidad	Costo Unitario, \$	Total, \$
Albañilería de muros				
Bloques 14x19x39cms	m2	419,7	12.954	5.436.970
Albañilería de antepechos				
Bloques 14x19x39cms	m2	308,8	16.973	5.241.413
Bloques con rebaje 14x19x39cms	m2	67,5	23.267	1.570.496
Enfierradura				
Barra de Acero Φ 10mm	m	985,2	1.478	1.456.087
Barra de Acero Φ 6mm	m	1227,3	446	547.125
Hormigón				
Hormigón para vigas	m3	9,9	132.853	1.315.249
Hormigón relleno de tensores	m3	12,17	81.744	994.825
Estuco exterior hidrorrepelente	m3	8,67	158.442	1.373.388
Moldajes				
Moldaje cadena antepecho	m2	70,806	6.805	481.848
Total Costos Directos Netos		\$	18.417.401	
Total Costos Directos Netos		UF	878	

Valor Uf al 9 de junio de 2009	\$	20.979,8
---------------------------------------	-----------	-----------------

Fuente: Elaboración Propia

4.4.- Análisis comparativo de las propiedades de los bloques macizos de hormigón celular y los bloques huecos de hormigón de cemento.

Tabla 4.17: Tabla resumen de propiedades de los bloques macizos de hormigón celular y de los bloques huecos de hormigón de cemento.

Bloques macizos de hormigón celular		Bloques huecos de hormigón de cemento	
Materiales componentes: arena de sílice, cemento, cal, agua, agente expansor.		Materiales componentes: arena, gravilla, cemento, agua, aditivos	
Curado:	12 horas	Curado:	5 días
Adherencia entre los bloques y el mortero de pega:	> = a 0,4M Pa.	Adherencia entre los bloques y el mortero de pega:	No existe requisito
Retracción por secado:	Valor máximo = 0,3mm/m	Retracción por secado:	No existe requisito
Densidad:	en estado seco la densidad varía entre los 200 y los 1000kg/m ³	Densidad:	la densidad en estado seco es de 2000kg/m ³
Resistencia a la compresión:	el valor mínimo es 76kg/cm ² para bloques con densidad 800kg/m ³ , y 25kg/cm ² para bloques con densidad 600kg/m ³	Resistencia a la compresión:	el valor mínimo de la resistencia es 45kg/cm ²
Resistencia a la tracción:	equivale al 25% de la resistencia a la compresión	Resistencia a la tracción:	No posee
Conductividad térmica:	0,19 W/m°C	Conductividad térmica:	0.918 W/m°C
Transmitancia térmica:	0,9 W/m ² °C	Transmitancia térmica:	3,10 W/m ² °C
Resistencia al fuego:	según el espesor de los bloques el valor mínimo de la resistencia es F-90 y el máximo es F-180, para muros con e= 15cms se logra una resistencia F – 180	Resistencia al fuego:	los valores varían entre F-120 y F - 150, dependiendo del espesor del bloques, para muros con e= 14cms se logra una resistencia F -120
Resistencia a la humedad:		Resistencia a la humedad:	
Contenido máximo de agua:	-	Contenido máximo de agua:	menor o igual al 40% de la cantidad de agua fijada como absorción máxima.
Absorción máxima de agua:	-	Absorción máxima de agua:	varía según la densidad del bloque, la máxima absorción para bloques con densidad de 2000kg/m ³ es de 210lts/m ³ .
Succión Capilar:	este valor varía entre los 4 y los 8kg/m ²	Succión Capilar:	No existe requisito
Ventajas	disminución de morteros, estucos y enlucidos, ya que las cerámicas o enchapes se pueden aplicar directamente en los bloques	Ventajas	disminución de revestimientos superficiales exteriores, debido a que en el mercado podemos encontrar enchapes, bloques con textura y colores

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO V
CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis comparativo de costos de construir muros perimetrales con bloques macizos de hormigón celular y con bloques huecos de hormigón de cemento se concluye lo siguiente:

- El costo de los materiales que se utilizan para construir 1m^2 de muro con bloques de hormigón de cemento es menor un 26,8% respecto de construir la misma cantidad de metros cuadrados con bloques macizos de hormigón celular, debido a que la albañilería con bloques de hormigón de cemento involucra una menor cantidad de materiales, otorgando una gran ventaja económica a la construcción con este tipo de material.
- Para igualar los 15cms de espesor en ambos bloques se debe aplicar una capa de estuco de 1cm de espesor en los muros con bloques de hormigón de cemento, lo que se traduce en un encarecimiento de las obras en un 12,2% respecto de la albañilería con bloques macizos de hormigón celular.
- Al utilizar bloques de hormigón de cemento se reducen los costos de transporte debido a que el valor de este material considera su entrega en obra, a diferencia de los bloques de hormigón celular a los que se les debe adicionar el costo del transporte desde la fábrica ubicada en Santiago hacia la obra, lo que aumenta el valor en un 21,7%.
- La cuadrilla encargada de construir 1m^2 de muro de albañilería con bloques de hormigón de cemento es 29,1% más económica respecto de la mano de obra que se requiere para construir 1m^2 muro con bloques macizos de hormigón celular.
- El rendimiento de la cuadrilla que construye muros con bloques de hormigón celular es 50% mayor que el rendimiento de la cuadrilla que trabaja con bloques huecos de hormigón de cemento, esto se debe a la diferencia en las medidas de los bloques, ya que un bloque de hormigón celular posee un rendimiento de 0.125m^2 y un bloque de hormigón de cemento tiene un rendimiento de 0.0741m^2 , existiendo una diferencia de un 69%.
- El costo de la mano de obra encargada de construir muros con bloques de hormigón celular es mayor un 28,2% respecto del costo de la mano de obra que construye muros con bloques de hormigón de cemento, debido a que existe una mayor cantidad de personal calificado para la confección de muros con bloques de hormigón de cemento.
- El costo total de construir 1m^2 de albañilería con bloques de hormigón de cemento es 27,1% más económico que la utilización de bloques de hormigón celular.

Según el análisis comparativo de los costos involucrados en la confección de antepechos en la obra Ampliación mall Plaza de los Ríos con ambos tipos de bloques se concluye lo siguiente:

- En la confección de antepechos con bloques de hormigón de cemento el costo total de los materiales es un 4,73% más económico que la utilización de bloques macizos de hormigón celular, esto se debe a que se necesita una cantidad menor de materiales debido a la simplicidad del sistema constructivo con bloques de hormigón de cemento.
- La desventaja de utilizar bloques de hormigón de cemento se debe a la necesidad de aplicar una capa de 1cm de espesor de estuco a estos, para igualar los 15cms de espesor que poseen los bloques de hormigón celular, esto aumenta el costo de la albañilería de bloques de hormigón de cemento en 6,1%.
- La utilización de bloques de hormigón de cemento reduce los gastos de transporte, debido a que el valor de este material considera su entrega en obra, a diferencia de la construcción con bloques de hormigón celular a los que se debe agregar el valor del traslado del material desde Santiago hacia la obra, aumentando el costo en un 11,5%.
- La cuadrilla encargada de la confección de albañilerías con bloques de hormigón celular tiene un rendimiento 50% superior al rendimiento de la cuadrilla que construye albañilerías con bloques de hormigón de cemento, debido que los bloques de hormigón celular tienen un rendimiento 69% mayor que las unidades de bloques de hormigón de cemento por metro cuadrado de albañilería.
- El costo de la mano de obra involucrada en la confección de antepechos con bloques de hormigón celular es mayor un 36,5% respecto de la mano de obra involucrada en la confección de antepechos con bloques de hormigón de cemento, esta diferencia se debe a la baja complejidad en la instalación de los refuerzos de hormigón armado para albañilerías con bloques de hormigón de cemento.
- El costo total de construir 1m² de antepechos con bloques huecos de hormigón se reducen un 9,1% respecto a la construcción de 1m² de antepecho con bloques de hormigón celular, siendo la alternativa con bloques huecos de hormigón más económica que la utilización de bloques de hormigón celular.

En resumen, de acuerdo a lo realizado en la presente tesis podemos afirmar lo siguiente:

- Según el análisis de costos directos en la construcción de muros y antepechos con ambos tipos de bloques podemos decir que la utilización de bloques huecos de hormigón de cemento es 15,1% más económica que la utilización de bloques de hormigón celular.

- En conclusión podemos afirmar que queda demostrado que la solución alternativa propuesta para la confección de muros y antepechos en la obra "Ampliación Mall Plaza de los Ríos, Valdivia" es mas económica que la utilización de bloques de hormigón celular, obteniéndose muros con bajos costos de construcción con un sistema constructivo estructuralmente versátil y eficiente.
- Los análisis comparativos que se exponen en la presente tesis se realizaron para determinar la conveniencia económica de utilizar un material alternativo al requerido en el proyecto, sin considerar las propiedades de ambos materiales debido a las diferentes características que estos poseen.

BIBLIOGRAFIA

- BOTTAI HNOS. S.A. 2009. Chile, Manual de Instalación de bloques y enchapes Bottai.
- GRUPO POLPAICO. s.f. Manual del constructor. Chile. 311p.
- GUZMAN, E. 1997. Curso Elemental de Edificación. Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad de Chile. Vol. 1, 228p.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (CHILE). Norma chilena 181. Of65. Bloques huecos de hormigón de cemento.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (CHILE). Norma chilena 182. Of55. Ensayo de bloques de hormigón.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (CHILE). Norma chilena 853. Of2007. Acondicionamiento térmico – Envoltorio térmico de edificios – Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (CHILE). Norma chilena 1928. Of1993. Albañilería armada - Requisitos para el diseño y cálculo.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (CHILE). Norma chilena 2123. Of1997. Albañilería confinada - Requisitos de diseño y cálculo.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (CHILE). Norma chilena 2432. Of1999. Bloques macizos de hormigón celular – Especificaciones.
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (CHILE). 2008. Segundo complemento al nuevo listado oficial de fuego de elementos y componentes de la construcción.
- XELLA CHILE S.A. 2009. Chile, Características técnicas hebel (Disponible en: <http://www.xella.cl/hebel/caracteristicas/index.html>. Consultado el 01 de septiembre de 2009).

- XELLA CHILE S.A. 2009. Chile, Fichas técnicas (Disponible en: http://www.xella.cl/hebel/archivos/Fichas_Tecnicas_Hebel.pdf. Consultado el 01 de septiembre de 2009).

- XELLA CHILE S.A. 2009. Chile, Manual técnico de instalación (Disponible en: http://www.xella.cl/hebel/archivos/Manual_Hebel.pdf. Consultado el 01 de septiembre de 2009).