

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN AL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LA MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN

1.1 Generalidades

La mampostería de bloques de hormigón puede ser considerada como un sistema constructivo factible de desarrollar múltiples funciones¹, ya que es un cerramiento generador de espacios arquitectónicos, estructuralmente resistente y cuya textura exterior brinda una óptima terminación superficial. Básicamente se conforma con bloques huecos de hormigón vibro comprimidos, yuxtapuestos manualmente y vinculados por medio de juntas de mortero y armaduras de refuerzos. Según sean las especificaciones del mortero utilizado, la disposición de las armaduras y las cuantías adoptadas, se puede clasificar en mampostería simple y mampostería resistente².

Desde otro punto de vista, la albañilería de bloques de hormigón puede ser concebida como un sistema abierto de industrialización intermedia, que parte de un elemento de producción industrializada, fabricado bajo estrictas normas de control de calidad (IRAM, ISO 9002), y que se aplica en obra siguiendo técnicas constructivas propias de sencilla ejecución³, pero que deben ser cuidadosamente respetadas para obtener los múltiples beneficios que el sistema es capaz de proveer. Esto significa que se requiere de una tecnología simple para su aplicación, implicando un bajo costo en equipos e instalaciones de obra y una mínima inversión inicial; con lo cual se obtiene un método sumamente apto para ser empleado en todo tipo de proyectos donde se hace necesario contar con sistemas constructivos de gran flexibilidad para ser usados en diversas escalas. Por ejemplo, si nos referimos al caso particular de la mampostería resistente aplicada a edificios en altura, los trabajos necesarios para su materialización consisten en levantar muros de bloques de hormigón reforzados con armaduras de acero verticales y horizontales incorporadas en los huecos resultantes. Una vez que dichos huecos han sido rellenados con micro hormigón, sobre ellos se apoyan las losas de entrepisos y techos, obteniéndose de ese modo espacios cerrados y adecuados para iniciar las tareas de terminación en las plantas inferiores, mientras se continúa con la construcción del edificio en los pisos superiores. Esto implica gran velocidad constructiva y reducción de costos de terminación.

Como se mencionó anteriormente, tal vez la ventaja fundamental del sistema radique en la posibilidad de asignar a un mismo elemento constructivo (el muro de mampostería de bloques de hormigón CORCE BLOCK), varias funciones simultáneas, esto es: Los muros utilizados como paneles de cerramientos poseen una textura exterior que brinda un óptimo acabado superficial, conformando a su vez la estructura resistente y proporcionando la aislación térmica y acústica necesaria, como así también una adecuada protección contra el fuego y los agentes climáticos.

La materialización de las diferentes capacidades funcionales del muro se apoya fundamentalmente en su elemento básico, el bloque de hormigón CORCE BLOCK, que es fabricado cumpliendo rigurosas normas de calidad en los procesos de:

- Dosificación de los agregados, el cual es controlado electrónicamente.
- Moldeo, realizado con equipos de alta potencia de vibrado y prensado.
- Curado a vapor.
- Adecuado estacionamiento antes de su utilización.

¹ La múltiple funcionalidad (estructura, cierre y textura) se pone de manifiesto en muros de mampostería resistente contruidos con bloques texturados o vistos.

² Esta clasificación se describe con mayores detalles en el capítulo III.

³ El nivel de complejidad en la ejecución de mampostería de bloques de hormigón es del mismo orden que el de los métodos tradicionalmente utilizados en la albañilería de ladrillos comunes, con la diferencia que en el segundo caso no se obtienen los numerosos beneficios que se adquieren a través del primero.

A partir de este proceso de fabricación y junto al apropiado diseño en la forma y dimensión del bloque, se obtiene un elemento de elevada resistencia que, combinado con la posibilidad de colocar armaduras en cuantías y disposiciones diferentes, permite construir muros de gran capacidad portante. Por otro lado, la densidad y la naturaleza ahuecada del bloque de hormigón, que permite la introducción, en forma sencilla y a un bajo costo, de materiales aislantes, proveen al muro de excelentes propiedades respecto de la aislación, tanto térmica como acústica, que brindan un óptimo nivel de confort. La buena calidad en la terminación superficial del bloque otorga a la mampostería gran durabilidad frente a los agentes climáticos; la uniformidad en las dimensiones y la diversidad de texturas y de colores con la que se cuenta para el diseño, permiten obtener variadas y originales terminaciones que necesitan de escasos tratamientos superficiales.

Si bien el conjunto de atributos mencionados para la mampostería, se obtienen esencialmente a partir de las excelentes propiedades del bloque de hormigón CORCE BLOCK, todos estos beneficios no son alcanzados sin la correcta aplicación del método constructivo correspondiente, el cual será desarrollado más adelante en esta guía técnica.

1.2 Ventajas del sistema

La mampostería de bloques de hormigón presenta ventajas económicas en comparación con cualquier otra albañilería tradicional. Dichas ventajas se originan, básicamente, en los menores costos de materiales y mano de obra, la velocidad de ejecución y el bajo nivel de desperdicios que es posible conseguir en obra a partir de la construcción con bloques de hormigón; lo que a su vez se ve favorecido por el hecho de que se trabaja según las características de un sistema modular que permite computar los materiales en la etapa de proyecto con gran certeza.

Durante el desarrollo de la guía, se describirá ampliamente el sistema constructivo de mampostería de bloques de hormigón, por ahora y a modo de adelanto, se presentan algunas de las conclusiones⁴ que surgen de analizar en detalle este método constructivo.

- ✓ ***Economía al momento de comprar los mampuestos:*** El costo obtenido a partir de la relación "precio unitario del mampuesto por cantidad de unidades necesarias por m² de pared", siempre es menor para muros de bloques de hormigón que para los demás tipos de mamposterías.
- ✓ ***Menor cantidad de mortero de asiento:*** Originada en la menor cantidad de unidades necesarias por m² de muro respecto de los restantes sistemas.
- ✓ ***Mayor rendimiento de la mano de obra:*** Se obtiene a partir de la menor cantidad de movimientos necesarios para levantar un m² de muro.
- ✓ ***Menor peso a muro terminado:*** Lo cual permite construir fundaciones y vigas porta muros menos robustas, lo que implica economía de materiales y mano de obra.
- ✓ ***Mayor velocidad constructiva:*** La función estructural que posee el bloque agiliza los trabajos, ya que no es necesario contar con los tiempos de encofrado y de espera para el desencofrado de vigas y columnas, puesto que el bloque funciona como un encofrado perdido dentro del sistema constructivo.
- ✓ ***Menores costos al ejecutar el acabado superficial:*** Debido a la excelente terminación que presentan los bloques fabricados por vibro compresión en equipos de alta potencia, es posible e incluso recomendable dejarlos a la vista, con el consiguiente ahorro de materiales y mano de obra.

⁴ Estas conclusiones serán mejor visualizadas a medida que se avanza en la lectura de la guía.

- ✓ **Mayor sencillez en la colocación de instalaciones:** La naturaleza ahuecada de la mampostería de bloques permite la colocación, sin inconvenientes, de la instalación eléctrica; no siendo necesario canaletear la mampostería existente como sucede con la albañilería tradicional.
- ✓ **Excelente herramienta en la estética de los diseños:** Los bloques texturados y de color son una excelente herramienta para arquitectos y diseñadores en el proyecto de obras de gran atractivo estético, con la ventaja adicional de que no se requieren de revestimientos que necesitan de mano de obra especializada.
- ✓ **Menor diversidad de mano de obra:** En caso de aprovechar la triple función del bloque (cerramiento, estructura y terminación superficial) en la construcción de mampostería de hormigón reforzada, sólo es necesario contar con un único rubro de mano de obra, ya que las tareas de armado, colocación de bloques y terminaciones, las puede realizar el oficial albañil sin el auxilio de los oficiales carpinteros y armadores.
- ✓ **Excelente comportamiento estructural:** La propia capacidad portante del bloque sumada a la posibilidad de colocar armaduras en cuantías y disposiciones diferentes, logra satisfacer un amplio espectro de exigencias respecto de la resistencia y estabilidad estructural de los muros de bloques de hormigón.
- ✓ **Buen comportamiento como aislante térmico y acústico:** Los muros de bloques de hormigón constituyen una excelente barrea sónica debido, entre otros factores, a su densidad y textura. A su vez, la estructura ahuecada de esta mampostería permite la introducción, en forma sencilla y a un bajo costo, de materiales aislantes, tales como vermiculita y poliestireno expandido de alta densidad. Con ello se logra disminuir notablemente la Transmitancia térmica del muro alcanzando un buen nivel de confort en todo tipo de construcciones.
- ✓ **Mayor durabilidad:** Un mejor aislamiento hidrófugo se logra con la buena calidad de la textura superficial de los bloques de hormigón y la correcta realización de las juntas de unión. Ambos factores, entre otros, al incrementar la impermeabilidad del muro logran una mayor durabilidad del mismo.
- ✓ **Resistencia al fuego:** La mampostería de bloques de hormigón presenta un tiempo de resistencia a la acción del fuego acorde a lo especificado por las normas vigentes⁵, por lo que constituye un elemento de considerable importancia dentro del sistema de seguridad contra incendios de las construcciones.

1.3 Conclusiones

Puede decirse que la mampostería de bloques de hormigón resulta más económica que los sistemas tradicionales, siempre y cuando se haya prestado mucha atención en la etapa de proyecto en cuanto a la modulación correspondiente y que su técnica constructiva sea cuidadosamente respetada en el momento de la ejecución.

Por otro lado, puede afirmarse que este sistema constructivo satisface las pretensiones del inversor, constructor, usuario y profesionales intervinientes. El primero, debido a la rapidez constructiva y a los menores costos intrínsecos del sistema, logrará un retorno más rápido de su capital. Los segundos obtendrán mayor agilidad y simplicidad de obra. Los ingenieros y arquitectos lograrán desarrollar proyectos originales y el usuario disfrutará del confort esperado.

A continuación se presenta una serie de fotos que permitirá apreciar la diversidad de diseños y la excelente calidad en las construcciones que es posible conseguir a

⁵ Ver tema 3.2.5 Resistencia al fuego (Capítulo III)

partir de la utilización de bloques de hormigón CORCE BLOCK y la correcta aplicación de su método constructivo.



Figura 1.1



Figura 1.2



Figura 1.3



Figura 1.4



Figura 1.5



Figura 1.6



Figura 1.7.1



Figura1.7.2



Figura 1.8



Figura1.8.1.



Figura1.8.2.

CAPÍTULO II: TECNOLOGÍA DEL BLOQUE DE HORMIGÓN CORCE BLOCK

2.1 Introducción

El bloque de hormigón es un elemento que la tecnología actual pone a disposición del mercado de la construcción como resultado de un proceso de fabricación industrializado sometido a estrictas normas de calidad. La dosificación automatizada de las materias primas, el premoldeado de las unidades por medio de equipos de alta potencia de vibrado y prensado, el curado en cámaras de vapor y su adecuado estacionamiento antes de la utilización, conforman el proceso de fabricación de los bloques de hormigón CORCE BLOCK. De este modo, se eliminan en gran medida los riesgos del error humano y se asegura al usuario una calidad constante en cuanto a sus dimensiones, resistencia, contenido de humedad y textura superficial.

La línea de productos de COBLOCK S.A.I.C. se divide en tres grupos⁶:

- ◆ Bloques Normales⁷
- ◆ Bloques Arquitectónicos
- ◆ Bloques Color

Cada grupo cuenta con la gama de piezas necesaria para poder ejecutar el sistema constructivo con bloques de hormigón, tales como **bloques enteros** (comunes, vistos y símil piedra), **bloques mitades con frente debilitado** (sirven como mitad o como bloque U para el armado de encadenados sin la necesidad de encofrar), **bloques con rebaje central** (que se pueden utilizar para el armado de refuerzos horizontales, para vigas o bien para el pasado de cañerías), **bloques para encadenados** (de 40 cm de largo), **bloques esquineros** (enteros y en mitades, que poseen dos caras vistas o con textura símil piedra), **plaquetas de revestimiento** (lisas y símil piedra) y **bloques para losas con viguetas** (de 10, 12, 14 y 16 cm de espesor). Los bloques color se realizan con pigmentos naturales incorporados al pastón de hormigón y por pedido.

Como podrá observarse en la ficha técnica que se encuentra al final de este capítulo, los bloques de hormigón CORCE BLOCK se encuentran disponibles en diferentes tamaños, formas y texturas para satisfacer cada necesidad concebible referida a la construcción de mampostería. Esto permite crear atractivos diseños y producir una importante gama de terminaciones superficiales. Dentro de las múltiples aplicaciones de los bloques de hormigón se pueden citar las siguientes:

- Viviendas unifamiliares
- Edificios en altura
- Centros comerciales
- Edificios públicos: colegios, bibliotecas, museos y centros de salud
- Edificios industriales: complejos fabriles, galpones y depósitos
- Muros de sostenimiento
- Piletas de natación y cisternas
- Barreras resistentes al fuego
- Muros portantes exteriores e interiores
- Cerramientos de estructuras independientes
- Tabiques divisorios
- Vigas, dinteles y columnas

⁶ Ver tema: 2.5 Productos CORCE BLOCK, al final de este capítulo.

⁷ Esta designación es una clasificación propia de la marca CORCE BLOCK y no está relacionada con las especificaciones de las normas IRAM dadas en la próxima sección

2.2 Definición y clasificación según la normativa vigente

La norma IRAM 11561-1 define el bloque hueco de hormigón del siguiente modo: Mampuesto destinado a la construcción de muros y tabiques, cuya suma de los volúmenes de los huecos es mayor al 25% del volumen total aparente del bloque, y están ubicados de manera que cumplan requisitos funcionales (estáticos, de aislación, etc.). La misma norma brinda las definiciones de una variedad de bloques que tienen una función y ubicación específica en el muro, tales como el medio bloque, bloque decorativo, de esquina, de carpintería, de terminación, para antepecho, para encadenados, para encastrar, para pilar, para conducto, etc.

Las normas IRAM 11561-2 y 11561-3 agrupan los bloques huecos de hormigón según su densidad ρ de la siguiente manera:

- Liviano: $\rho < 1700$ Kg/m³
- Mediano: $1700 < \rho < 2000$ kg/m³
- Normal: $\rho > 2000$ kg/m³

A su vez, en estas dos normas se establecen las especificaciones para la resistencia⁸ y los espesores de los tabiques exteriores de los bloques, clasificándolos según estas características del siguiente modo:

- Bloques de hormigón no portantes
- Bloques de hormigón portantes

En el siguiente cuadro se muestran las principales especificaciones dadas por las normas mencionadas:

Tipo de bloque	BLOQUE PORTANTE		BLOQUE NO PORTANTE
Promedio 3 unidades	Resistencia a la compresión (MPa)		
Unidad	Sección bruta		Sección bruta
Individual	6,00		2,50
	5,00		2,00
Ancho nominal (mm)	Espesores mínimos de tabiques exteriores		
	Tabique Long. (mm)	Tabique Transv. (mm)	En todos los casos los tabiques transversales y longitudinales deberán ser mayores a 13 mm.
150	20	25	
200	25	25	
300	32	28	

Tabla 2.1

2.3 Proceso de fabricación

Para la obtención de bloques de calidad se deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. Adecuada selección de los agregados y apropiada determinación de la dosificación y granulometría de los mismos

Los agregados en general, arena, piedra partida, gravilla o cualquier otro material liviano libre de polvo y partículas orgánicas, deben satisfacer las especificaciones de las normas IRAM 1512, 1531 y 1567. Respecto de la dosificación y granulometría, su determinación correcta será realizada en el laboratorio, aquí sólo recordaremos que la proporción de agregados gruesos que interviene contribuye a incrementar la resistencia del hormigón, mientras que la

⁸ La resistencia a la compresión debe ser determinada según lo establecido en la norma IRAM 11561-4

presencia del fino posibilita un mejor mezclado de las partículas gruesas, otorgando homogeneidad y facilitando el llenado de los moldes.

2. Correcta dosificación del cemento portland

Cualquiera sea el tipo de cemento utilizado, éste debe responder a la norma IRAM 50000. El cemento portland normal es el más utilizado por la industria del bloque, obteniéndose hormigones de excelente calidad. La proporción de cemento en la mezcla dependerá del tipo de agregado utilizado. Por otro lado, si se compara el costo de los diferentes ítem intervinientes en la fabricación del bloque, se observa que el cemento portland es el de mayor impacto en el valor final del producto, por lo que debe ser dosificado de manera inteligente. Es posible economizar cemento, manteniendo la calidad del bloque, mediante una adecuada elección, dosificación y mezclado de los agregados. Los bloques de hormigón CORCE BLOCK son fabricados con un módulo de fineza MF igual a 3,70. Este índice garantiza un excelente rendimiento del cemento y una textura superficial del bloque que no es superada por ningún otro producto de la competencia.

3. Correcto proceso de incorporación del volumen de agua necesario

Las condiciones que debe cumplir el agua de mezclado del hormigón se establecen en norma IRAM 1601, aunque en líneas generales puede decirse que son aquéllas requeridas para el agua potable. Según experiencias obtenidas en diferentes fábricas de bloques, la calidad del producto final está íntimamente relacionada con la cantidad y el mecanismo de agregado de agua al pastón. El volumen de agua debe ser controlado por algún dispositivo que permita un llenado uniforme de la mezcladora, evitando realizar dicha operación desde una única boquilla. CORBLOCK S.A.I.C. utiliza un dosímetro de agua que es periódicamente calibrado, lo que permite desarrollar un control permanente de calidad en esta etapa de la fabricación.

4. Adecuado procedimiento de mezclado

La fase de mezclado de cualquier producto premoldeado de hormigón, constituye uno de los principales factores que influirá directamente en la calidad del producto final. Los bloques de hormigón CORCE BLOCK son fabricados utilizando el siguiente procedimiento de mezclado:

- Cargar todos los agregados en la mezcladora
- Agregar los materiales cementicios
- Mezclar en seco durante 1 minuto
- Agregar toda el agua requerida
- Continuar con el mezclado durante 2 a 4 minutos como mínimo
- Agregar más agua, si es necesario para alcanzar la consistencia óptima del pastón, y continuar el mezclado durante 1 minuto

Si bien cada uno de los pasos de la secuencia anterior merece la debida atención al ser realizado, al tercero y quinto se les debe prestar el mayor de los cuidados ya que son los más importantes de los seis arriba mencionados. La correcta realización del proceso descrito implica un incremento en la producción, además de conseguir un aumento de la resistencia y mejorar la apariencia del bloque.

5. Moldeo en equipos de alta potencia de vibrado y prensado

Los modernos procedimientos de fabricación de bloques, con máquinas automáticas o semiautomáticas, emplean para la compactación de la mezcla presión combinada con vibración. Se obtiene así una compactación sumamente efectiva, que redundará en beneficios para la calidad del bloque. Este sistema de vibración aplicado al molde, permite una compactación uniforme del material, dando como resultado un bloque más denso y resistente, con menor contenido de cemento. La tecnología avanzada de los equipos con que cuenta CORBLOCK

S.A.I.C, permite obtener productos de calidad controlada, garantizándose en un 100% el cumplimiento de todos los requerimientos de las normas vigentes.

6. Curado a vapor en aire húmedo

El hormigón requiere para su endurecimiento humedad y una temperatura superior a los 4° C. Cuanto mayor es la temperatura tanto más rápido es el proceso de endurecimiento, siempre que esta temperatura no signifique una pérdida de humedad. Es por ello que es aconsejable el curado a vapor, el que por otra parte reduce el peligro de contracción del bloque a un mínimo. CORBLOCK S.A.I.C. cura sus bloques en seis cámaras de curado a vapor a baja presión, obteniendo un producto de adecuada resistencia para su manipuleo inicial y de elevada resistencia final luego de un período de almacenamiento en playas de stock.

7. Adecuado estacionamiento hasta alcanzar la resistencia última

Después de terminado el curado, los bloques deben almacenarse aproximadamente 30 días en playas de stock para lograr una resistencia adecuada que permita manipular las unidades con un nivel mínimo de deterioro. Este procedimiento incide directamente en el contenido de humedad del bloque, propiedad que rara vez es verificada en obra, y que lamentablemente produce patologías en los muros de bloques de hormigón, porque cuando éstos son colocados con exceso de humedad, en contacto con el aire seco la pierden, lo que es causa de tensiones de tracción por contracción que pueden fisurar las paredes.

Los bloques de hormigón vibro-comprimidos CORCE BLOCK, elaborados por CORBLOCK S.A.I.C, son producidos respetando rigurosamente cada una de las secuencias del proceso de fabricación arriba descripto. Ello se logra, puesto que su planta de producción, ubicada en la localidad de Malagueño (provincia de Córdoba), posee un sistema de fabricación totalmente automatizado y un laboratorio equipado con instrumentos de alta tecnología. Lo que permite por un lado, aumentar notablemente la producción para lograr satisfacer adecuadamente las demandas del medio, y por otra parte, eliminar errores en el proceso de fabricación, lo que asegura una calidad constante en el producto obtenido.

La planta cuenta con una playa de almacenamiento de materia prima, desde donde se la transporta por medio de un grupo elevador-alimentador a las tolvas de almacenaje. A partir de allí todo el proceso siguiente es controlado en forma automática. El material es pesado y mezclado, y luego volcado a la máquina de moldeo.

El control electrónico del peso del material y de la humedad de la mezcla, permite obtener una uniformidad total del producto, y a la vez, controlar con precisión el dosaje de las diferentes mezclas que satisfacen los requerimientos de cada tipo de bloque.

La máquina moldea los bloques bajo una potente vibración y muy alta compresión a elevado ritmo. De allí, los bloques son transportados a las cámaras de curado, donde sufren un proceso acelerado de fragüe, de modo de obtener al cabo de sólo 10 horas, más del 75% de su resistencia final. Este sistema de curado mediante vapor, temperatura y dióxido de carbono permite además un riguroso control del fraguado del cemento y un gran aumento en la resistencia y estabilidad dimensional del bloque.

Puede verse que los sistemas automatizados y la tecnología de alto nivel con que cuenta la planta productora de CORBLOCK S.A.I.C. permiten satisfacer ampliamente todos y cada uno de los requerimientos necesarios para obtener bloques de la más alta calidad.

2.4 Principales características de los bloques de hormigón

2.4.1 Formas y dimensiones

Constancia en la magnitud de las dimensiones, regularidad en las formas y uniformidad en la textura superficial, son importantes condiciones que los bloques de hormigón deben satisfacer, ya que sin ellas no podrá lograrse una modulación adecuada de la mampostería, ni tampoco un muro parejo y uniforme que requiera de escasos tratamientos superficiales.

En tal sentido, los bloques de hormigón vibro-comprimidos CORCE BLOCK poseen caras perfectamente paralelas, ángulos a 90° y medidas dentro de la tolerancia que se admite en las normas IRAM 11561-2 y 11561-3 que establecen lo siguiente para los bloques no portantes y portantes: *Las medidas totales del ancho, alto y largo de los bloques no deben diferir en \square 3,5 mm de las medidas especificadas.*

2.4.2 Resistencia

La resistencia a la compresión de los bloques de hormigón se determina mediante el ensayo especificado en la norma IRAM 11561-4 y cuyos principales requerimientos establecen:

- Se deben ensayar 3 bloques enteros como mínimo
- Cada una de las dos caras que se sometan a la compresión se encabezan con sendas capas continuas, planas y paralelas entre sí aplicando una mezcla⁹ de partes iguales de cemento pórtland y yeso común de 3 mm de espesor como máximo. La probeta se ensayará después de transcurridas las 24 hs.
- Se centra el bloque en relación a la rótula de la máquina de compresión, la dirección de la carga debe coincidir con la del esfuerzo que soporta el bloque durante su empleo y la aplicación de la carga se debe realizar a una velocidad uniforme.
- La resistencia a la rotura por compresión se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$T_c = \frac{G}{a \times b} \times 10$$

Dónde:

T_c : Tensión de rotura en MPa

G : la carga de rotura en kilonewton

a : ancho de bloque en centímetros

b : largo del bloque en centímetros

10: factor de equivalencia de las unidades empleadas

Según se vio en la tabla 2.1 de la sección 2.2 las normas IRAM 11561-2 y 11561-3 fijan los valores mínimos de la resistencia a la compresión de los bloques de hormigón no portantes y portantes.

El profesional determinará por cálculo la resistencia necesaria. Las recomendaciones para la elección de los bloques y ejecución del muro se establecen en la norma IRAM 11556. Los valores de resistencia fijados por las normas son los mínimos admisibles, lo que no implica una limitación para el uso de bloques de resistencias superiores.

El laboratorio con el que cuenta CORBLOCK S.A.I.C. realiza ensayos de resistencia a la compresión en forma periódica de cada partida de producción, verificándose en todos los casos, las resistencias mínimas establecidas por las normas y obteniéndose en promedio valores por encima de los mínimos exigidos.

⁹ La norma brinda una segunda opción para la mezcla del encabezado de las probetas compuesta de 56% de azufre, 38% de arena y 6% de grafito (la norma especifica la granulometría de estos dos últimos componentes). La mezcla se aplica en caliente y la probeta puede ensayarse de inmediato.

2.4.3 Absorción de agua

Es el índice que representa el grado de compacidad o porosidad de un bloque de hormigón. Esta característica, unida a la resistencia a la compresión, determina la durabilidad del bloque y su posibilidad de ser empleado en paramentos exteriores sin revestimientos. Ello se debe, en parte, a que una mayor capacidad de absorción de agua implica un incremento en la variación del volumen del bloque y por lo tanto una disminución de su durabilidad.

- Se ensayan 3 bloques enteros
- Se secan los bloques a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta obtener constancia de masa, se los pesa asegurando el gramo y se determina la masa del bloque seco (m).
- Se sumergen los especímenes totalmente en agua a temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (entre 24 hs y 96 hs) hasta obtener constancia de masa.
- Se los deja escurrir y se elimina toda el agua visible.
- Se pesan los especímenes asegurando el gramo obteniéndose la masa del bloque saturado (m_s).
- La absorción de agua porcentual en masa (A_m) se calcula:

$$A_m = \frac{m_s - m}{m} \times 100$$

- Para obtener la absorción de agua en volumen A_v (kg/m^3), se realizan las siguientes operaciones:

$$A_v = A_m \times \rho \qquad \rho = \frac{m \times \rho_a}{m_s - m_a}$$

Siendo: ρ_a la densidad del agua en kg/m^3

m_a la masa del bloque suspendido en agua, en kg.

Las normas IRAM 11561-2 Y 11561-3 fijan los siguientes niveles para la absorción de agua en volumen para los distintos tipos de bloques según su densidad:

Bloque	Absorción de agua
Liviano	290 kg/m^3
Medio	240 kg/m^3
Normal	210 kg/m^3
Promedio de 3 bloques secados a estufa	

Tabla 2.2

Los ensayos periódicos realizados en el laboratorio de CORBLOCK S.A.I.C. sobre muestras de los bloques producidos verifican que el valor de la absorción de agua se encuentra dentro de lo especificado por las normas.

2.4.4 Contracción por secado

La norma IRAM 11561-4 en su Anexo A (Informativo) indica que cuando se establezca por convenio previo, los bloques ensayados, cumplirán con los valores de la tabla siguiente:

	Densidad ρ (Kg/m^3)	Contracción Máxima %
Muros	1.500 $\square \square$	0,06
	1.500 $\square \square$	0,08
Tabiques	1.500 $\square \square$	0,07
	1.500 $\square \square$	0,08
	625 $\square \square$	0,09

Tabla 2.3

La norma IRAM 11561-4, en la sección 3.5 describe los métodos de ensayos para la determinación de la contracción por secado.

2.4.5 Contenido de humedad

El hormigón tiende a contraer o disminuir su contenido de humedad, por lo que en la pared se desarrollan tensiones de tracción y corte que dependen fundamentalmente de dicho contenido de humedad. El método de ensayo para determinarlo, según la norma IRAM 11561-4, es el siguiente:

Se ensayan 3 bloques enteros. Se pesa cada espécimen asegurando el gramo para determinar la masa del bloque húmedo (m_h). Se procede posteriormente al secado del bloque, como se indicó en el ensayo del cálculo de la absorción de agua, para determinar la masa del bloque seco (m). La humedad porcentual en masa (H_m) de los bloques en el momento de la colocación se calcula con la siguiente fórmula:

$$H_m = \frac{m_h - m}{m} \times 100$$

La norma IRAM 11556, establece el contenido de humedad máximo, para los bloques de hormigón, al momento de ser colocados, en función de la contracción lineal por secado y de las condiciones de humedad relativa promedio del lugar de uso.

Contracción lineal por secado de los bloques %	Contenido de humedad máximo de los bloques		
	Condiciones de humedad relativa promedio del lugar de uso		
	Húmedo ☐ 75%	Intermedio 50% a 75%	Árido ☐ 50%
c ☐ 0,03	45	40	35
0,03 a 0,045	40	35	30
0,045 a 0,06	35	30	25

Tabla 2.4

El contenido de humedad ideal del bloque en su momento de colocación, es el más aproximado al promedio del ambiente seco al cual las paredes estarán expuestas. Por lo tanto los bloques acopiados en obra deben protegerse convenientemente de las inclemencias del tiempo.

2.4.6 Textura superficial, terminación y apariencia

La textura superficial de los bloques de hormigón CORCE BLOCK es muy variada pudiendo satisfacer requerimientos físicos y arquitectónicos. Los diferentes tipos de rugosidad y textura superficial dependen de la graduación de los agregados, proporción de la mezcla, contenido de humedad, y grado de compactación durante el moldeo. De allí que la textura puede ser clasificada en abierta o cerrada, fina, mediana o gruesa.

Para favorecer el estucado o revocado, es conveniente que la textura superficial sea rugosa. Las texturas rugosas y medianas proveen una adecuada absorción del sonido, inclusive si son pintadas, siempre que la pintura no tape los poros; se aconseja un pintado con máquina rociadora de baja presión. Para favorecer un buen pintado se aconseja texturas finas.

La norma IRAM 11561 no hace referencia a las características de la textura superficial de los bloques, aunque sí fija determinados requisitos que deben

verificar las unidades al momento de la entrega respecto de la apariencia y terminación de las mismas. Señala que los bloques deben estar enteros y libres de fisuras, que sólo el 5% de los bloques de una partida despachada pueden presentar fisuras o saltaduras no mayores a 25 mm en cualquier sentido y que aquéllos destinados a ser revocados deben presentar una rugosidad suficiente para lograr una adecuada adherencia.

Los tres grupos de bloques producidos por CORBLOCK S.A.I.C. cumplen satisfactoriamente con las especificaciones de la norma respecto de la terminación y apariencia de los mismos debido al exigente proceso de fabricación con el que son elaborados. Por otro lado, se debe tener en cuenta que si bien los *bloques normales* responden a un dosaje en sus materias primas que les otorga valores de resistencia superiores a los mínimos exigidos por las normas vigentes, los *bloques arquitectónicos* son construidos con un mayor tenor cementicio, mayor tiempo de vibrado y compactado que les eleva aún más el nivel de resistencia estructural y les confiere mayor densidad, menor absorción de humedad y por sobre todo, una textura superficial de calidad superior.

CAPÍTULO III: MAMPOSTERÍA DE BLOQUES DE HORMIGÓN

Una pared es una unidad estructural cuya misión es delimitar un espacio arquitectónico, por lo que constituye un elemento generador de espacios.

Cualquiera sea el material de ejecución, cualquiera sea la disposición con que se ordene su material y cualquiera sea la técnica empleada en su realización, una pared debe cumplir una serie de requisitos o condiciones generales, que el proyectista debe conocer acabadamente para lograr la elección adecuada.

Por ejemplo, una pared debe ser suficientemente resistente para soportar su propio peso y las cargas a las que se encuentre sometida, presentando al mismo tiempo un mínimo deterioro frente a las inclemencias de la naturaleza. Debe ser una barrera contra el ruido, impedir la transmisión de energía calórica a través de ella y bajo la acción del fuego, debe mantener durante el mayor tiempo posible su estabilidad estructural.

3.1 Clasificación

La mampostería de bloques de hormigón es un sistema constructivo cuyos principales elementos son bloques huecos de hormigón premoldeado yuxtapuestos manualmente y vinculados por medio de juntas de mortero. Esta disposición básica se puede reforzar distribuyendo armaduras horizontales y verticales y colando micro-hormigón en las cavidades continuas generadas. Teniendo en cuenta únicamente la capacidad portante del muro y basándose en el tipo de mortero utilizado, la ubicación y cuantías de las armaduras y la técnica constructiva, la mampostería de bloques de hormigón se puede clasificar en *resistente* y *no resistente*.

3.1.1 Clasificación según reglamento INPRES – CIRSOC 103

Las Normas Argentinas para las Construcciones Sismorresistentes, Parte III, Construcciones en Mampostería, en su capítulo 7, clasifica¹⁰ los muros del siguiente modo:

- ❖ **Muros no resistentes:** Son aquellos que carecen de capacidad para resistir cargas contenidas en su plano. Estos muros, en ningún caso, podrán ser utilizados para la transmisión de cargas verticales u horizontales. Sin embargo deberán poseer adecuada resistencia ante las acciones sísmicas perpendiculares a su plano, que derivan de su propio peso.
- ❖ **Muros resistentes:** Son aquellos que poseen capacidad para resistir cargas contenidas en su plano. Estos elementos estructurales son esenciales para la transmisión de cargas horizontales y/o verticales en las construcciones de mampostería.

Según la disposición de las armaduras, se consideran dos clases básicas de mampostería para *muros resistentes*:

- **Mampostería encadenada:** Es aquella que se encuentra confinada por columnas y vigas de encadenado.
 - **Mampostería encadenada simple:** Es aquella en que no dispone armadura en ninguna junta horizontal.

¹⁰

Se ha transcripto la clasificación que es aplicable al caso de muros de mampostería de bloques huecos de hormigón, ya que este reglamento regula las construcciones de mampostería de ladrillos cerámicos macizos, de bloques huecos cerámicos y de hormigón.

- **Mampostería encadenada armada:** Es aquella en que las juntas horizontales llevan una cuantía de armadura mínima. En este tipo de mampostería, se considera que la armadura no aumenta significativamente la resistencia del muro, pero mejora su ductilidad y contribuye a mantener su integridad.
- **Mampostería reforzada con armadura distribuida:** Es aquella en la que se dispone de armadura horizontal y vertical distribuida en todo el muro, colocada de manera tal que acero y mampostería trabajen en forma conjunta. En esta clase de mampostería no es necesario disponer de encadenados verticales.

3.1.2 Clasificación según normas IRAM

Respecto de la capacidad portante de los muros, la concepción es la misma y la clasificación dada por la norma IRAM 11556: "Mampostería de Bloques de Hormigón. Requisitos generales", sólo difiere de la precedente en algunos términos utilizados para dar nombre al muro descripto. Por otro lado, esta norma presenta una clasificación más amplia, agregando a la lista anterior las siguientes clases de mamposterías definidas según su función:

- ❖ **Mampostería acústica:** Aquella en la que es fundamental la función de aislación y/o absorción de los ruidos y sonidos.
- ❖ **Mampostería resistente al fuego:** La que se destina a resistir y retardar la acción del fuego, como por ejemplo: revestimientos de estructuras metálicas, de madera, etc. y en cajas de escaleras.
- ❖ **Mampostería aislante térmica:** La construida con bloques especiales para el cerramiento de locales con exigentes condiciones de aislación térmica, como por ejemplo: zonas con climas extremos, construcciones frigoríficas, etc.

3.2 Propiedades de la mampostería de bloques de hormigón

A continuación se desarrollarán las principales propiedades de las paredes de bloques de hormigón. A través de su análisis, será posible diseñar muros que satisfagan los requerimientos funcionales de la arquitectura de hoy, con ventajas sobre los materiales y métodos tradicionales.

3.2.1 Resistencia y estabilidad estructural:

Esta es una condición importante que debe cumplir toda pared, ya sea que esté destinada a recibir y transmitir cargas, o a satisfacer requerimientos de simple cerramiento, en cuyo caso deberá auto-soportarse.

Para conocer la capacidad resistente de una pared es necesario recurrir a los ensayos de laboratorio, de donde se obtienen valores empíricos y otros factores relativos al diseño y cálculo de la mampostería. De los resultados obtenidos, se puede conocer la relación existente entre la resistencia de los componentes de la mampostería (bloques, mortero, hormigón de relleno) y los valores de resistencia de la pared terminada. De estas relaciones surgen las tensiones admisibles de cálculo bajo diversos tipos de cargas, y las fórmulas de diseño.

A continuación se presentan los principales lineamientos que establece la norma IRAM 11556 para el cálculo de las resistencias a la compresión y al corte de la mampostería de bloques de hormigón.

Resistencia básica a la compresión:

Es la resistencia a la rotura por compresión de la mampostería, con relación al área bruta determinada a la edad de referencia de 28 días. Para la determinación

de la resistencia básica a la compresión axial se pueden utilizar alguno de los procedimientos siguientes:

- Ensayos sobre muros de 1,20 m de longitud y altura de servicio según norma IRAM 11588, obteniéndose σ_p .
- Ensayo sobre pilas de bloques según Reglamento CIRSOC 103 Parte III en su artículo 6.1.1, obteniéndose σ_p .
- Procedimiento simplificado: Valor indicativo en función de la resistencia a la compresión de los bloques (σ_b) según la norma IRAM 11561 y el tipo de mortero según la norma IRAM 1676, obtenido por la aplicación de la fórmula siguiente:

$$\sigma_p = K \times \sigma_b$$

Dónde:

σ_p la tensión de rotura a la compresión de la pared

σ_b la tensión de rotura a la compresión del bloque

K factor que depende del tipo de mortero según tabla 4 de norma IRAM 11556, y que se transcribe a continuación:

Tipo de mortero	Factor K
A	0,55
B	0,50
C	0,45

Tabla 3.1

Resistencia básica al corte:

Se mide con relación al área bruta del muro y depende de la resistencia básica del bloque y de la adherencia del mortero con el bloque. Para su determinación podrán utilizarse algunos de los procedimientos siguientes:

- Ensayo a la compresión diagonal según el artículo 6.1.2 del Reglamento del CIRSOC 103 Parte III.
- Valores indicativos en función de las tipificaciones de los bloques (según IRAM 11561-2 Y 11561-3) y de la clase de mortero (según IRAM 1676). Para calcular el valor indicativo de la tensión σ_c se aplica la siguiente fórmula:

$$\sigma_c = c \times \sigma_b$$

Dónde:

σ_c la tensión de rotura al corte de la pared.

σ_b la tensión de rotura a la compresión del bloque.

c factor de proporcionalidad, en función de la resistencia a la compresión del bloque y del tipo de mortero, obtenido de la siguiente tabla (norma IRAM 11556).

Resistencia a la compresión del bloque (Mpa)	Tipo de mortero		
	A	B	C
6,5	c=0,35	c=0,30	c=0,25
5,0	c=0,30	c=0,25	c=0,20
3,5	c=0,25	c=0,20	c=0,15

Tabla 3.2

Dividiendo las resistencias básicas, determinadas según algunos de los procedimientos indicados, por el coeficiente de seguridad calculado según el Reglamento CIRSOC 106 se obtienen las *tensiones admisibles de cálculo*. En el caso

de adoptarse el procedimiento simplificado que indica la norma IRAM 11556 (con los valores de K y c de las tablas 3.1 y 3.2), el coeficiente de seguridad será el mayor valor dado por el CIRSOC 106.

Para el caso de los muros portantes, los valores de las tensiones debidas a las cargas de diseño, no deberán ser mayores en ninguna sección del muro a las *tensiones admisibles calculadas*, y para el caso de muros no portantes se debe aplicar el mismo criterio siendo la carga de diseño el peso propio de la pared.

3.2.2 Aislamiento térmico:

Antes de entrar a considerar la eficiencia de la mampostería de bloques desde el punto de vista de la aislación térmica, es necesario aclarar previamente algunos conceptos, sobre la importancia relativa de las paredes, en lo que al paso del calor se refiere, dentro del conjunto del edificio. Estudios realizados establecen los siguientes porcentajes de pérdidas de calor en una vivienda tipo:

- 35% a través de ventanas y puertas
- 30% a través del techo
- 15% por el perímetro de las aberturas
- 20% a través de las paredes.

Los datos consignados dan idea de que no son precisamente las paredes las que acusan mayores pérdidas de calor, contrariamente a la creencia general. No obstante ello, el grado de aislación térmica de las paredes influye en el conjunto del problema, por lo que conviene que posean la mayor capacidad de aislación posible. En este sentido, es necesario considerar las características de resistencia a la transmisión calórica de las paredes para, de ese modo, aumentar el confort de las viviendas y disminuir los costos de calefacción y refrigeración. El bloque de hormigón CORCE BLOCK, tiene un coeficiente de transmisión de calor variable, en el que influyen el tipo de agregado que se utiliza en su fabricación, sus dimensiones y su peso unitario. Por otro lado, la estructura ahuecada de la mampostería de bloques de hormigón permite rellenar los huecos con material granular adecuado o bien introducir, en forma sencilla y a un bajo costo, materiales aislantes, tales como vermiculita y poliestireno expandido de alta densidad, entre otros. Con cualquiera de estos métodos, se logra aumentar notablemente la capacidad de aislación térmica del muro alcanzándose un alto nivel de confort en las construcciones.

Un bajo coeficiente de transmisión de calor, es de fundamental importancia en las viviendas de tipo individual, dado que poseen mayor superficie de pared exterior que en viviendas colectivas o edificios.

Es necesario recalcar que un uso inadecuado de ventanales, puertas, etc., así como una incorrecta aplicación de los elementos constructivos, implica una disminución y hasta una anulación de todas las ventajas técnicas, no sólo en el caso del bloque sino en cualquier material de construcción.

Análisis térmico según normativa vigente

Básicamente tres factores se deben considerar para evaluar el comportamiento del muro de mampostería de bloques de hormigón respecto del aislamiento térmico.

El primero se refiere a la capacidad del muro para transmitir energía calórica a través de su espesor cuando los ambientes que separa se encuentran a diferentes temperaturas. El segundo está relacionado con las condiciones climáticas de la zona en la que se encuentra emplazada la construcción, ya que un muro ubicado en un lugar templado de baja amplitud térmica puede lograr un nivel de aislación adecuado, mientras que el mismo muro bajo condiciones climáticas extremas probablemente no alcance a generar las condiciones mínimas de habitabilidad. Y

finalmente, en tercer lugar se debe considerar el nivel de confort higrotérmico que se desea obtener para la construcción.

Para analizar la capacidad de aislación del muro se utiliza el coeficiente K de transmisión total de calor. La norma IRAM 11549 define este coeficiente, también llamado *Transmitancia Térmica*, del siguiente modo: "Es la cantidad de calor que se transmite en la unidad de tiempo a través de la unidad de superficie de un elemento constructivo (muro, tabique, piso, techo, etc.) de un cierto espesor, cuando la diferencia de temperaturas entre las masas de aire, que se encuentran a ambos lados, es la unidad".

$$K = \frac{1}{R_T} \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}} \right]$$

Siendo RT la sumatoria de las resistencias térmicas de cada una de las capas homogéneas perpendiculares al flujo de calor que conforman el espesor del cerramiento. En la norma IRAM 11601 se encuentra el procedimiento a seguir para el cálculo de K junto a las propiedades térmicas de los materiales de la construcción. De la fórmula se desprende que aumentado la resistencia térmica de cada elemento constitutivo del muro o tabique se logra disminuir el valor de K . Mientras más bajo sea el valor de este coeficiente, más elevado será el nivel de aislación térmica alcanzado.

La norma IRAM 11605 establece tres niveles en grados decrecientes para las condiciones de confort higrotérmico, éstos son: el nivel A (recomendado), el nivel B (medio) y el nivel C (mínimo). A su vez, esta norma fija los valores máximos admisibles de la Transmitancia térmica K_{MAX} en función del nivel de confort y para distintas zonas bioclimáticas de la República Argentina. Estas zonas están relacionadas con las exigencias de las condiciones de habitabilidad y sus límites están indicados en la norma IRAM 11.603.

Clasificación bioambiental

- I.a Muy cálido con amplitud térmica mayor de 14° C.
- I.b Muy cálido con amplitud térmica menor de 14° C.
- II.a Cálido con amplitud térmica mayor de 14° C.
- II.b Cálido con amplitud térmica menor de 14° C.
- III.a Templado cálido con amplitud térmica mayor de 14° C.
- III.b Templado cálido con amplitud térmica menor de 14° C.
- IV.a Templado frío de montaña.
- IV.b Templado frío de máxima irradiancia.
- IV.c Templado frío de transición.
- IV.d Templado frío marítimo.
- V Frío.
- VI Muy frío.

La provincia de Córdoba comprende la zona IIIa (aproximadamente desde su capital hacia al sur) y la zona IIa (desde la capital hacia el norte).

Método de cálculo

Básicamente el método de cálculo consiste en establecer la zona bioclimática donde se encontrará emplazada la construcción y definir el nivel de confort higrotérmico para el que se va a proyectar. Con estos dos datos se obtiene de la norma IRAM 11605 el valor de la Transmitancia térmica máxima admisible K_{MAX} para las condiciones de invierno y verano. Luego se procede al cálculo de la Transmitancia térmica del muro en cuestión según lo establecido en la norma IRAM 11601 y se verifica que sea menor al valor de K_{MAX} para ambas condiciones.

Se debe tener en cuenta también que la capacidad de absorción de radiación solar de las superficies externas de los cerramientos modifica el proceso de

transmisión de calor de éstos, luego la norma IRAM 11605 establece que para coeficientes de absorción de radiación elevados o muy bajos, los valores de K_{MAX} deben disminuirse o aumentarse un determinado porcentaje según corresponda.

El estudio debe completarse determinando el "riesgo por condensación de vapor de agua". El método para su verificación y cálculo, se encuentra en la norma IRAM 11.625 y sus complementarias, 11.549, 11.601 y 11.603.


Puentes térmicos

La norma IRAM 11549 define los puentes térmicos del siguiente modo: *Heterogeneidades de un elemento constructivo que forma parte de la envolvente de un edificio (pared, piso o techo) que ocasionan mayor flujo de calor a través de ésta, favoreciendo la condensación superficial.* A ellos hace referencia la norma IRAM 11605 en su apartado 5.4, en el que indica distintas especificaciones a tener en cuenta para reducir al mínimo los perjuicios causados por estas particularidades sobre el comportamiento higrotérmico de un cerramiento. A continuación se transcriben alguna de las especificaciones dadas por la norma:

- En todos los casos, la Transmitancia térmica correspondiente a un puente térmico, K_{pt} , no debe ser mayor que el 50% del valor de la Transmitancia térmica del muro opaco, K_{mo} , o sea: $K_{pt} / K_{mo} \leq 1,5$
- En el caso de que los puentes térmicos lineales se encuentren a una distancia entre sí menor o igual a 1,7 m, ese porcentaje deberá reducirse al 35%.
- El valor de la Transmitancia térmica de un puente térmico se calcula en correspondencia con la trayectoria del flujo de calor desde el exterior hacia el interior del cerramiento que presenta la máxima Transmitancia térmica.

Ejemplos

A continuación se presentan dos soluciones de aislación térmica para muros de bloques de hormigón. El análisis parcial aquí propuesto ha sido realizado en concordancia con lo indicado por la norma IRAM 11.601 y complementarias. Los ejemplos se desarrollan para las condiciones climáticas de la ciudad de Córdoba, correspondiente a la zona bioambiental IIIa, según la clasificación de la norma IRAM 11603, en la que se establece la temperatura mínima de diseño de la localidad mencionada.

 Figura 3.1	CASO N° 1	Características de los materiales		Transmitancia del muro
	Bloque normal 19x19x39 con inserto de poliestireno expandido de 30 mm de espesor.	Materiales	\square	(W/m ² °C)
	Hormigón		1,16	
	Aire		0,00	
	Telgopor		0,05	

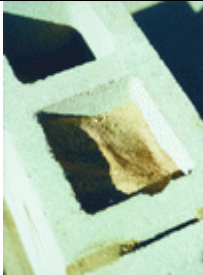
	CASO N° 2	Características de los materiales		Transmitancia del muro
	Bloque normal 19x19x39 cuyos huecos han sido rellenos con vermiculita suelta.	Materiales	\square	(W/m ² °C)
	Hormigón		1,16	

Figura 3.2		Vermiculita	0,07	
------------	--	-------------	------	--

Valor máximo admisible de la Transmitancia térmica

Con la temperatura mínima de diseño y la zona bioambiental correspondiente a la ciudad de Córdoba, se obtienen, de la Norma IRAM 11605, los siguientes valores de *KMAX* admisible para los tres niveles de confort higrotérmico.

Condición	Nivel de Confort Higrotérmico		
	Nivel C (Mínimo)	Nivel B (Medio)	Nivel A (Recomendado)
Invierno	1,85	1,00	0,38
Verano	2,00	1,25	0,50

Tabla 3.3: Valores de *KMAX* admisible

Comparando los *KMAX* admisibles dados por la tabla 3.3 con los valores de la Transmitancia térmica de los muros analizados, se observa que ambos ejemplos verifican para el nivel de confort higrotérmico mínimo, tanto en condición de invierno como de verano, mientras que el caso 2, además satisface ampliamente las condiciones del nivel B (medio). Respecto de las mayores exigencias del nivel A, se debe tener en cuenta que se han analizado muros sin ningún tipo de revoques o revestimientos adicionales, como así también, que este nivel de exigencia tampoco es satisfecho por muros vistos de otras clases de mamposterías.

Del análisis realizado, se desprende que es posible proyectar muros de bloques vistos de hormigón CORCE BLOCK, que satisfagan los valores admisibles de Transmitancia térmica para los niveles medio y mínimo en la ciudad de Córdoba. La selección de una u otra solución dependerá, además de los valores resultantes, de factores económicos ligados a la posibilidad de contar localmente con los materiales seleccionados para el muro en cuestión.

3.2.3 Aislación acústica

En el contexto de esta guía, los términos *aislación acústica*¹¹ se refieren al conjunto de procedimientos que se emplean en la construcción con el objetivo de minimizar o impedir la transmisión a través de los cerramientos de ruidos provenientes ya sea del exterior o de locales interiores adyacentes al considerado.

Absorción del sonido y reducción sonora

Las ondas sonoras al chocar contra una superficie son en parte absorbidas, en parte transmitidas y en parte reflejadas, variando dichas proporciones de acuerdo al carácter de la superficie. La diferencia entre la cantidad de energía transmitida y la energía reflejada, es la cantidad de energía absorbida.

¹¹ Este concepto no debe confundirse con el de acondicionamiento acústico, el cual se refiere a los recursos empleados para dotar a un ambiente de determinadas propiedades que modifican la calidad de la audición.

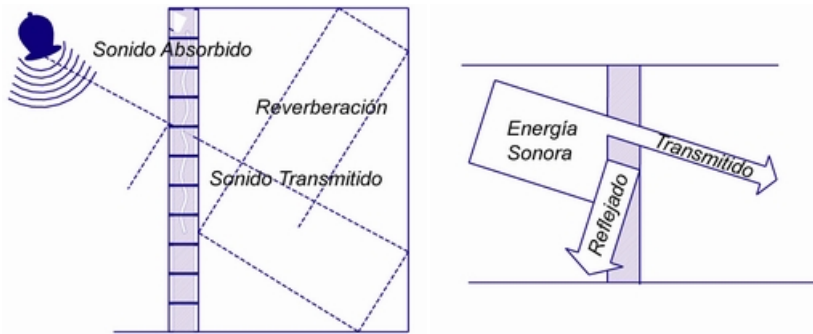


Figura 3.3

La relación entre la cantidad de energía sonora absorbida y la cantidad de energía entregada se define como el coeficiente de absorción. Si una superficie es capaz de absorber todo el sonido entregado, ésta tendrá un coeficiente igual a uno (1). Si sólo es absorbido el 40% de dicho sonido, el coeficiente será igual a 0,40.

El parámetro más comúnmente utilizado para medir la absorción del sonido, es el llamado "Coeficiente de reducción de Sonido" (CRS), cuyo valor es igual al promedio de los coeficientes de absorción medidos para frecuencias de 250, 500, 1.000 y 2.000 ciclos por segundo (c.p.s.). En la tabla siguiente se indican los diferentes valores del coeficiente para bloques de hormigón y algunos otros materiales.

Material	Terminación superficial	Reducción sonora	
Ladrillo sin revocar	2 manos de pintura	5%	
Piso de hormigón	Sin revestimiento	2 %	
Piso de madera	Sin revestimiento	3 %	
Vidrio	Normal	2 %	
Revoque	Grueso	5 %	
Revoque	Fino	4 %	
Panel de madera	Sin revestimiento	6 %	
Alfombra sobre hormigón	Pesada	45 %	
Bloque de hormigón liviano	Agregado grueso	50 %	
Bloque de hormigón liviano	Agregado mediano	45 %	
Bloque de hormigón liviano	Agregado fino	40 %	
Bloque peso normal	Agregado grueso	28 %	
Bloque peso normal	Agregado mediano	27 %	
Bloque peso normal	Agregado fino	26 %	
Los valores correspondientes a los bloques de H° deben reducirse los siguientes porcentajes cuando se trate de superficies pintadas:			
Pintura	Aplicación	1 mano	2 manos
Aceite	Pincel	20%	55%
Látex	Pincel	30%	55%
Cemento	Pincel	60%	90%

Tabla 3.4

Control del ruido con mampostería de bloques de hormigón

La efectividad de una pared como aislante acústico se determina a través de ensayos, donde un sonido generado en una habitación especialmente adecuada, pasa a través del muro a ensayar, y es medido en la habitación adyacente. El ensayo se realiza para 16 diferentes frecuencias, y las intensidades acústicas transmitidas se miden en decibeles (db). La diferencia de intensidades entre el sonido generado y el recibido es la pérdida de transmisión o índice de reducción acústica R_w .

A continuación se indican los valores de reducción sonora medida en decibeles, obtenidos en ensayos realizados en diferentes paredes, para sonidos de frecuencias igual a 500 cps.

Descripción del muro	Espesor (cm)	Peso (Kg/m ²)	Reducción Sonora (db)
Bloques de H° - sin revestimientos ni pinturas -	20	175	45
Bloques de H° - 2 manos de pintura, 2 caras -	20	165	48
Bloques de H° - sin revestimientos ni revoques-	20	210	49
Bloques de H° - sup. ext. 2 pint., int. al yeso -	20	225	50
Bloque liviano - relleno de H°, pint. 2 caras -	20	355	55
Bloque liviano - relleno de H°, yeso 2 caras -	20	385	56
Bloques de H° - sin revestimientos ni pinturas -	15	102	44
Bloque liviano - 2 manos pintura, 2 caras -	15	136	46
Bloques de H° - 2 manos de pintura, 2 caras -	15	190	48
Bloque liviano - sin revestimientos ni pinturas -	15	87	40
Bloques de H° - sin revestimientos ni pinturas -	15	129	41
Bloques de H° - c/revoque en ambas caras -	15	168	44

Tabla 3.5

En la siguiente tabla se indican las condiciones de audición a través de una pared.

Condiciones de audición	Decibeles
Una conversación normal puede ser escuchada y atendida	30 o menos
Una conversación de tono elevado puede ser escuchada y entendida	30/35
Una conversación muy fuerte puede ser levemente escuchada pero no entendida. Conversación normal audible.	30/40

Gritos y sonidos fuertes pueden ser escuchados. Conversación muy fuerte casi inaudible.	40/45
Sólo sonidos muy fuertes, como trompetas o radios a todo volumen.	Más de 45

Tabla 3.6

Comparando estos valores con los correspondientes a los valores de reducción sonora para los distintos tipos de muros, se desprende que los muros de mampostería de bloques de hormigón CORCE BLOCK, constituyen una barrera sónica adecuada. Esto se debe entre otros factores, a su densidad y textura.

La norma IRAM 11556, en su apartado 5.5 establece que el aislamiento acústico de los muros de bloques de hormigón deberá verificar los valores mínimos del índice de reducción acústica R_w especificados en la tabla 1 de la norma IRAM 4044. El muro o tabique proyectado podrá adoptarse si previamente es aprobado en un laboratorio acreditado por la autoridad de aplicación. Los índices de reducción R_w se considerarán adecuados si conforman los valores de la tabla siguiente:

Valores de R_w para distintos tipos de construcción	R_w (db)
1. EDIFICIOS DE DPTOS. P/ VIVIENDAS U OFICINAS	
Divisorios entre dptos. u oficinas del mismo edificio	44
Muro divisorio entre dptos. u oficinas con edificios linderos	48
Muros linderos con espacios de uso común (escaleras, ascensores, pasillos y recepción)	44
Muros linderos con cocheras y/o sus accesos	48
Muros o tabiques de división interna	37
2. VIVIENDAS UNIFAMILIARES	
Muro divisorio de predio	48
Muros o tabiques internos o privados, no industriales.	37
3. LOCALES PÚBLICOS, LINDEROS CON VIVIENDAS U OFICINAS	
Muros o tabiques	56
4. HOSPEDAJE Y SALUD	
Muros y tabiques entre "habitaciones que deben ser silenciosas" y "locales ruidosos"	56
5. EDUCACIÓN	
Muros y tabiques entre aulas similares	44
Muros y tabiques entre aulas y pasillos o escaleras	40
Muros y tabiques entre salas de música o entre éstas y aulas	56

Tabla 3.7

En la siguiente figura se muestra la variación de la reducción de sonido con respecto al peso del muro.

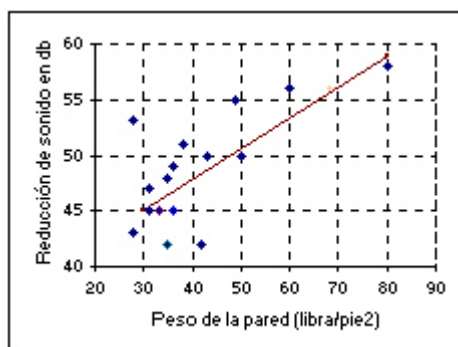


Figura 3.4

A medida que éste se incrementa, generalmente se mejora el valor de la reducción del sonido. Esta propiedad constituye otra ventaja importante del bloque y por ende de la mampostería construida con estos elementos.

3.2.4 Aislación hidrófuga y durabilidad

Para conseguir la impermeabilidad de las paredes exteriores de las viviendas, es necesario, en primer término, que el bloque que se utilice sea poco permeable. En segundo lugar, deben serlo también las juntas, y además deben observarse las normas recomendadas para la ejecución de paredes, para evitar la posibilidad de aparición de fisuras que permiten el paso de la humedad y desmejoran el aspecto general del paramento.

Las normas vigentes especifican que los bloques expuestos a la intemperie no deben absorber más de 210 kg de agua por metro cúbico de hormigón (para el caso de bloques normales de densidad \square 2000 kg/m³). Si el bloque tiene mayor absorción, es conveniente ejecutar sobre los paramentos un revoque impermeable de buena calidad, aunque debe tenerse en cuenta que debido a la uniformidad de medidas y superficie pareja de los bloques de hormigón, fácilmente se logran paredes bien alineadas, niveladas y a plomo. De esta manera no es necesario realizar un revoque grueso para emparejar la superficie, sino que basta con realizar un azotado hidrófugo y luego aplicar el revoque fino.

Toda la línea de bloques CORCE BLOCK contiene en su proceso de fabricación aditivos aislantes hidrófugos que otorgan al bloque un nivel de absorción de agua que verifica lo exigido por las normas. En consecuencia, estos bloques pueden dejarse a la vista, y será suficiente con la correcta aplicación de alguna pintura hidrofugante¹² sobre el paramento, pudiendo asegurarse con ello que la pared resultará impermeable.

La durabilidad es la resistencia a los agentes climáticos, la que a su vez, es función de la impermeabilidad. En consecuencia los bloques y las paredes que cumplen con los requisitos establecidos en los párrafos anteriores respecto a la impermeabilidad, poseen la durabilidad adecuada.

3.2.5 Resistencia al fuego

La seguridad contra el fuego constituye una de las consideraciones más importantes en la mayoría de los códigos. El criterio que predomina en la mayoría de ellos consiste en el mantenimiento de la estabilidad estructural de la construcción durante el incendio, y la contención del fuego. Si se produce un incendio, la construcción deberá resistir su expansión, siendo capaz de soportar los efectos del intenso calor y de resistir los esfuerzos del impacto producidos por el colapso de losas y otros elementos estructurales.

¹² Para mayor detalle sobre los métodos de impermeabilización de muros, ver tema: 4.8 Terminación superficial (Capítulo IV)

Para asegurar su estabilidad lateral, las paredes deben ser construidas con elementos no combustibles y deben resistir un tiempo prudencial la transmisión del calor.

La resistencia al fuego es el tiempo que un panel de prueba soporta un fuego estandarizado mientras mantiene sus propiedades de funcionamiento.

Por otro lado, a medida que se gana en altura en los edificios, aumenta la dificultad de evacuar rápidamente a sus ocupantes en caso de un incendio. Una de las soluciones es la provisión de compartimentos que confinen el fuego allí donde éste se origina y crear zonas de seguridad por donde los ocupantes puedan ser evacuados.

La tabla siguiente muestra el tiempo necesario para la evacuación de una construcción en función del destino de la misma, valores que han sido fijados por normas reconocidas.

Destino del edificio	Tiempo de evacuación
Viviendas individuales	15 minutos
Viviendas individuales en duplex o similar	30 minutos
Viviendas con más de dos plantas	60 minutos
Otros	90 minutos
Esto indica que la pared debe resistir por lo menos ese tiempo sin deterioros.	

Tabla 3.8

Respecto de este tema, la norma IRAM 11556, especifica lo siguiente:

- Bajo la acción del fuego, aquellos muros de bloques de hormigón que cumplan una función estructural o se utilicen como muro cortafuego, deberán cumplir dichas funciones durante el tiempo necesario para permitir la evacuación de las personas del edificio.
- En caso de no efectuarse ensayos, la resistencia al fuego medida en horas, será función del tipo de agregado utilizado en la fabricación del bloque y de su espesor equivalente (e_e) calculado del siguiente modo:

$$e_e (cm) = \frac{\text{volumen neto } (cm^3)}{\text{long} \times \text{alto } (cm^2)}$$

El volumen neto es el correspondiente al bloque macizo, descontando el volumen de los huecos.

En la tabla 9 de la norma IRAM 11556, se especifica el tiempo de resistencia al fuego de una pared de bloques huecos, para los distintos tipos de agregados empleados en la fabricación de los bloques y diferentes espesores equivalentes. Estos valores se han establecido a partir de resultados obtenidos al aplicar el método de ensayo de la norma ASTM 119 y podrán ser utilizados en el caso de no efectuarse los ensayos correspondientes.

Tipo de agregado	Espesor equivalente mínimo (mm)
------------------	---------------------------------

	1 h	2 h	3 h
Granulado volcánico	53	81	101
Arcilla expandida	66	96	122
Escoria de alto horno	68	101	127
Granza caliza	71	106	134
Granza silícea	76	114	144

Tabla 3.9

El volumen neto del bloque CORCEBLOCK P20, cuyas dimensiones son 39x19x19 cm, es de 6604,78 cm³. A partir de lo cual se puede calcular el espesor equivalente:

$$e_e (cm) = \frac{6.604,78 \text{ cm}^3}{39 \times 19 \text{ cm}^2} = 8,91 \text{ cm}$$

El agregado utilizado para este tipo de bloque es la granza silícea y teniendo en cuenta el espesor equivalente arriba calculado e interpolando los valores dados por la tabla, se obtiene que la resistencia al fuego de dicho bloque es de aproximadamente 1 hora y media, cubriendo de este modo, todos los requerimientos sobre el tiempo de evacuación dados en la tabla 3.8 para los distintos destinos de las edificaciones.

Para el caso del bloque CORCE BLOCK P15, se tiene que sus dimensiones en cm son 39x14,2x19 y su volumen neto es 5.707,64 cm³, lo que arroja un espesor equivalente igual a 7,7 cm. Con ello se obtiene una resistencia al fuego de 1 hora, verificando lo requerido para los casos de viviendas individuales, en dúplex o de más de dos plantas.

3.2.6 Rapidez y economía

La utilización del bloque de hormigón CORCE BLOCK, combinado con el empleo de elementos Premoldeados, constituye un sistema de prefabricación completo que además cumple con el objetivo de ser económico, tanto en lo que se refiere al costo intrínseco de la construcción como en lo relativo a la mano de obra. Esta economía de mano de obra es además total, es decir, que transcurre desde la obtención de las materias primas, fabricación de los productos y su incorporación a la construcción.

El bloque hueco de hormigón CORCE BLOCK es un elemento que satisface ampliamente las condiciones técnico-económicas necesarias para ser empleado en cualquier tipo de construcción.

Entre las numerosas ventajas económicas que se derivan de la construcción con bloques de hormigón, se destacan las siguientes:

- ❖ Una reducción apreciable en la mano de obra con respecto a los sistemas tradicionales, tanto por el menor número de unidades a colocar (12,5 bloques de 19x19x39 cm contra 108 ladrillos comunes por m² de pared), como por la simplificación de las tareas, las cuales se ven facilitadas por el empleo de bloques especiales que disminuyen apreciablemente el tiempo de ejecución.
- ❖ Según observaciones que se efectuaron en diversas obras, el rendimiento diario promedio de un operario en la construcción de mampostería de elevación de bloques de hormigón, es de 12 m², lo que significa tener que colocar 150 bloques y emplear 120 litros de mezcla. Para igual superficie de mampostería tradicional, se necesitan colocar 1.296 ladrillos, y preparar y transportar 1.080 litros de mezcla.

- ❖ La menor cantidad de unidades necesarias por m² de muro respecto de los restantes sistemas, se traduce en una reducción en el volumen de mortero de asiento a emplear. Aproximadamente 10 litros por m² de pared, en lugar de 90 litros cuando se emplean ladrillos macizos comunes.
- ❖ La uniformidad de los elementos hace que los paramentos resulten lisos y regulares por lo que, si se desea dejarlos a la vista, es suficiente un tratamiento superficial, realizado con una pintura a base de cemento pórtland o la correcta aplicación de algún producto hidrófugo para obtener muy buen aspecto y asegurar la impermeabilidad de la pared. El reducido espesor del revoque que se requiere debido a la mencionada regularidad del paramento, hace que sea menor la cantidad de mortero usado con ese propósito, lo que se traduce en economía de mano de obra y materiales.
- ❖ Los bloques texturados y de color CORCE BLOCK son una excelente herramienta para arquitectos y diseñadores en general, para proyectar obras de gran atractivo estético, sin la necesidad de revestimientos adicionales que requieren de mano de obra especializada.

Para dar una idea de las ventajas económicas que se obtienen con el empleo del bloque de hormigón CORCE BLOCK, en la tabla siguiente se ha comparado 1 m² de mampostería de ladrillos comunes, de 30 cm de espesor, con otro de bloques huecos de hormigón de 20 cm de espesor.

Material y mano de obra por m ² de muro construido	Bloques de hormigón	Ladrillos comunes
Cantidad de mampuestos	12,5 unid.	108 unid.
Mortero de asiento	0,010 m ³	0,090 m ³
Rendimiento (oficial albañil)	0,6 hs	1,83 hs
Rendimiento (ayudante)	0,45 hs	2,13 hs

Tabla 3.10

Las cifras anteriores muestran claramente que para la construcción de mampostería de ladrillos macizos comunes, se necesita 9 veces la cantidad de mezcla que se emplea con bloques, como así también se requiere 3 veces más de mano de obra calificada y 4,75 veces más de mano de obra de ayudante.

Como dato complementario, en el gráfico siguiente se comparan los pesos por m² de distintos tipos de mampostería.

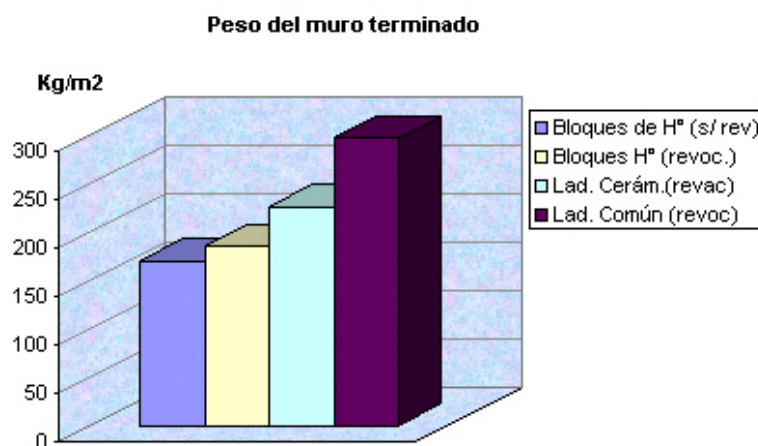


Figura 3.5

3.3 Mampostería Reforzada de Bloques de Hormigón

3.3.1 Introducción

El uso de la mampostería estructural de bloques de hormigón en edificios en altura se ha incrementado en los últimos años. Este hecho ha significado no sólo un aumento de este tipo de construcciones cuyas alturas son cada vez mayores, sino que también implica un aumento de las experiencias relacionadas al diseño estructural y a los métodos constructivos.

Además, como resultado de las investigaciones realizadas en numerosos países, la mampostería armada de bloques de hormigón, es ya un sistema establecido y probado, capaz de resistir las más severas sollicitaciones, tales como fuertes vientos y excitaciones sísmicas. Su aplicación se ve materializada en la construcción de edificios de departamentos en altura, depósitos, edificios comerciales de baja altura, edificios institucionales, hoteles y también en la ejecución de muros de sostenimiento, piletas de natación y hasta barreras sónicas en autopistas.

Este sistema constructivo tuvo su impulso inicial hace más de 160 años en Europa, más precisamente en Inglaterra y registró una gran difusión en la Europa de la postguerra, en especial en edificios de viviendas de 4 a 10 plantas. A partir de la década del 70 es aplicado en estructuras de más de 25 plantas, especialmente en los Estados Unidos donde se han construido y se construyen edificios de gran altura.

3.3.2 Definición

La mampostería reforzada puede ser definida como un sistema constructivo de múltiples funciones, puesto que conforma la estructura resistente de la construcción y funciona como cerramiento generador de espacios al mismo tiempo que brinda una adecuada terminación superficial. Está constituida esencialmente por elementos paralelepípedos prefabricados, yuxtapuestos a mano, cuyo vínculo estructural son las juntas de mortero con aglutinantes artificiales (puzolanas, cales y cementos). Esta disposición básica es reforzada con armadura horizontal y vertical distribuida en todo el muro, colocada de manera tal que acero y mampostería trabajen en forma conjunta.

La forma de trabajo resulta similar a la de una placa integrada con armadura y con capacidad para absorber tensiones de flexión, flexo-compresión, corte, etc.

La mampostería reforzada presenta una serie de características que le son propias. Éstas pueden sintetizarse dado que dicho sistema constructivo permite la optimización en la ejecución de todos los ítems que lo componen. Asimismo la mampostería reforzada encuentra una sólida base de desarrollo fundada en la técnica del premoldeo y la teoría del hormigón armado. Esto permite clasificar la albañilería estructural como un *sistema abierto de industrialización intermedia* (Ing. H. Monsú).

3.3.3 Descripción del sistema

A medida que se levantan las paredes, la armadura de refuerzo es colocada en los huecos de los bloques, los que a su vez son colados con micro-hormigón, de manera que la mampostería, el hormigón de relleno y la armadura actúan monólicamente para resistir los esfuerzos exteriores. Se crea así un elemento estructural heterogéneo similar al hormigón armado.

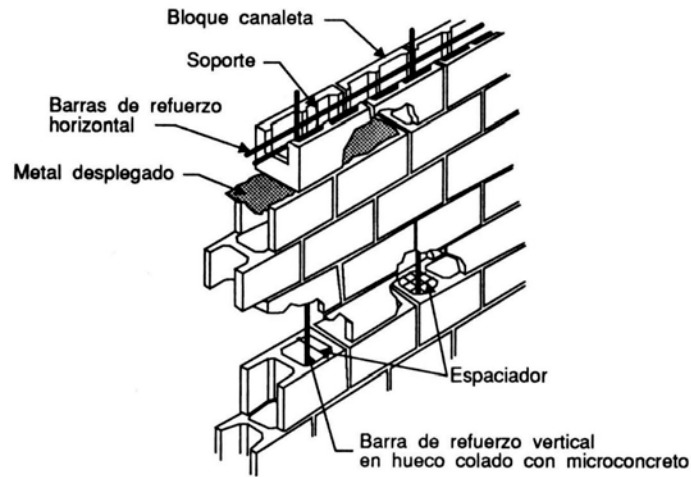


Figura 3.6

Las hiladas de bloques se levantan alineadas según un aparejo definido, formándose cavidades verticales y horizontales continuas dentro del entramado de la pared. La armadura vertical debe ser colocada antes del asentamiento de los bloques, para luego enhebrar los bloques en la barra de acero correspondiente. La armadura horizontal es introducida a medida que la pared es levantada. Éstas se disponen en bloques con un rebaje central, donde luego se cuela el micro-concreto.

En el caso de que no todos los huecos sean colados con micro-hormigón, será necesario detener el paso del hormigón de relleno mediante la colocación de mallas de alambre tejido, expandidas sobre las aberturas que permanecerán huecas.

En la tabla siguiente se muestran algunos de los bloques utilizados para la colocación de las armaduras horizontales. El bloque P 20 U FD se conforma con frentes debilitados, lo que permite utilizarlo como bloque U (de 40 cm de largo) para el armado de vigas, los *bloques con rebaje central* se pueden utilizar para el armado de los refuerzos horizontales de la armadura distribuida y los *bloques mitades con frente debilitado* sirven como mitad o como bloque U (de 20 cm de largo) para el armado de encadenados sin la necesidad de encofrar.

Bloque U para encadenados	Bloque con rebaje central	Bloque mitad con frente debilitado
		
P 20 U FD	P 20 RC	P 20 M FD

Tabla 3.11

3.3.4 Características de los materiales

Debido a que la mampostería es la estructura resistente del edificio, los materiales intervinientes del sistema deben cumplir con las normas que reglamentan su calidad.

La mampostería reforzada de bloques de hormigón, está constituida principalmente por la combinación de los siguientes elementos:

- Bloques de hormigón
- Mortero
- Hormigón de relleno
- Armaduras de refuerzo

El bloque de hormigón debe cumplir con las especificaciones fijadas por las normas. La forma y diseño del bloque no es una limitación ya que podrán realizarse formatos especiales para determinadas características de la obra. La norma IRAM especifica la resistencia mínima de los bloques según se vio en capítulo II, pero en cada caso la resistencia de los bloques surgirá del cálculo que se realice para cada proyecto particular.

La pequeña proporción de mortero en la mampostería con respecto a los otros materiales, influye significativamente en el comportamiento estructural del conjunto, por lo que su elaboración deberá ser realizada con precisión en su dosificación y mezclado, para obtener un material homogéneo y de calidad. Las propiedades del mortero directamente relacionadas con dicho comportamiento son:

- Resistencia a la compresión
- Adherencia entre los bloques
- Durabilidad

Los morteros se clasifican de acuerdo a su resistencia, como se verá en el capítulo siguiente. El cálculo determinará el valor necesario de la tensión de rotura del mortero y los ensayos verificarán las dosificaciones correctas.

El hormigón de relleno es una mezcla de materiales cementicios, agregados y suficiente agua para que fluya fácilmente y sin segregaciones dentro de los huecos o cavidades de los bloques recubriendo convenientemente las armaduras, por lo que su asentamiento debe ser elevado. El exceso de agua será absorbido por las paredes de los bloques, reduciéndose la relación agua-cemento. La verificación de la capacidad portante del muro y por consiguiente el cálculo de la sección de acero necesaria, tanto para las vigas y columnas de encadenado como para la armadura distribuida, deberá realizarse según el procedimiento especificado en Reglamento INPRES – CIRSOC 103 - Parte III. En el próximo capítulo se describirán con mayores detalles tanto las características del hormigón de relleno como de las armaduras de refuerzo.

3.3.5 Ventajas de la Mampostería Reforzada

La mampostería armada de bloques de hormigón consiste básicamente en los mismos materiales que el hormigón armado y presenta similares propiedades físicas y estructurales, sin embargo la mampostería estructural tiene algunas ventajas diferentes:

1. Eliminación de encofrados

Se eliminan los encofrados al no tener que construir vigas y columnas. Desaparece la madera en obra con la consiguiente economía en la inversión inicial.

2. Velocidad

A no existir esperas para el desencofrado se logra una continuidad en el ritmo de trabajo que agiliza notablemente la obra, mejorando el rendimiento de los albañiles.

3. Único rubro de mano de obra

Debido a que la mampostería constituye la base del edificio, no existe la necesidad de carpinteros, oficiales armadores u otros rubros de mano de obra especializada.

4. Disminución de la cantidad de hormigón empleada

La mampostería cumple también con la función estructural, por lo que es mínimo el volumen de hormigón necesario para reforzarla. Esta disminución puede llegar a más del 50 % dependiendo del proyecto.

5. Aceleración de los trabajos

Mientras se va levantando la mampostería se van realizando las instalaciones, luego al techar, cada planta queda lista para los trabajos de terminaciones, agilizándose el plan de obra.

6. **Eliminación de las terminaciones**

La posibilidad de dejar los muros vistos por el empleo de bloques texturados, elimina una serie de tareas que en general son lentas y costosas, tales como revoques y terminaciones especiales.

7. **Armaduras**

Simplifica la colocación de armaduras, evitando doblados y ataduras, facilitando su puesta en obra.

Como ejemplo de las ventajas de la mampostería estructural con bloques de hormigón, se adjuntan gráficos comparativos extractados de la tesis realizada por los Ings. Héctor Adamoli y Juan Jairala de la Universidad Católica de Córdoba. Este estudio se efectuó sobre un proyecto de 10 pisos, realizado en dos alternativas:

- Estructura de hormigón armado tradicional
- Mampostería estructural con bloques de hormigón.

**Comparación Porcentual de la Cantidad de Materiales
(C° - Cal - Hierro)**

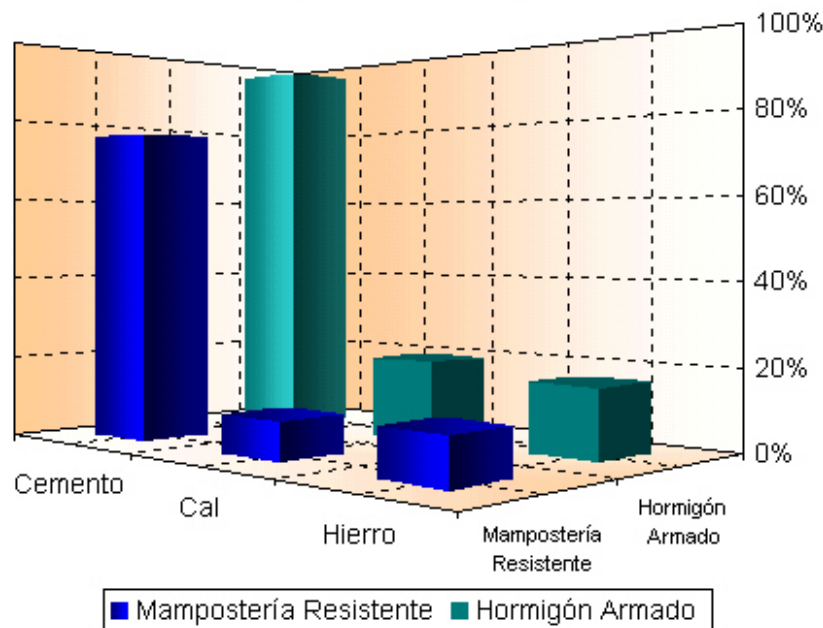


Figura 3.7

Comparación Porcentual de la Cantidad de Materiales (Arena - Granza - Madera)

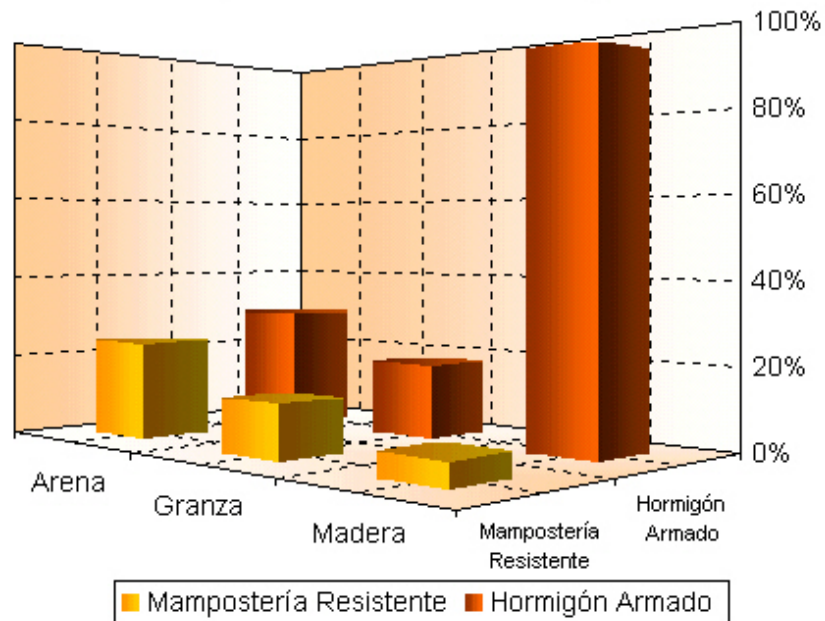


Figura 3.8

Cuantías por m2 cubierto (Cemento - Cal - Arena)

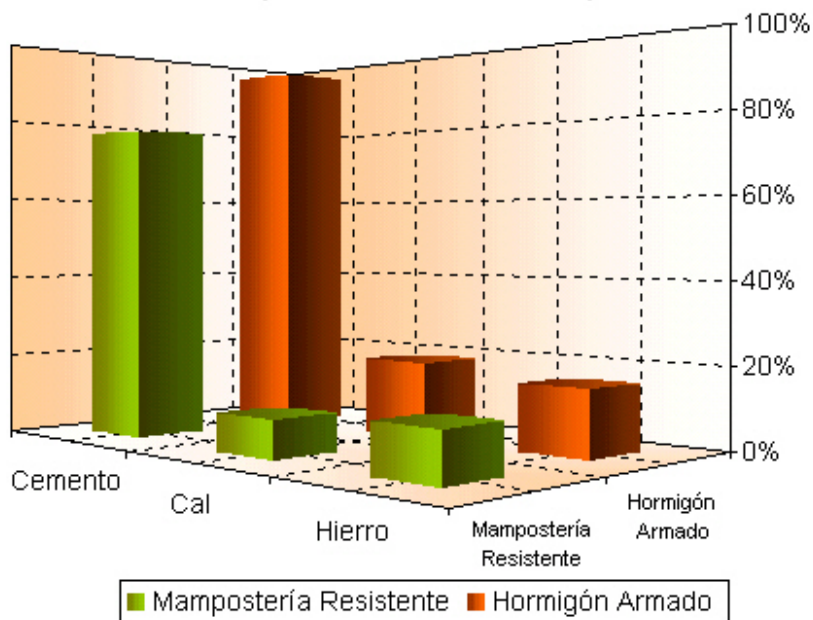


Figura 3.9

**Cuantías por m2 cubierto
(Arena - Granza - Madera - Alambre y clavos)**

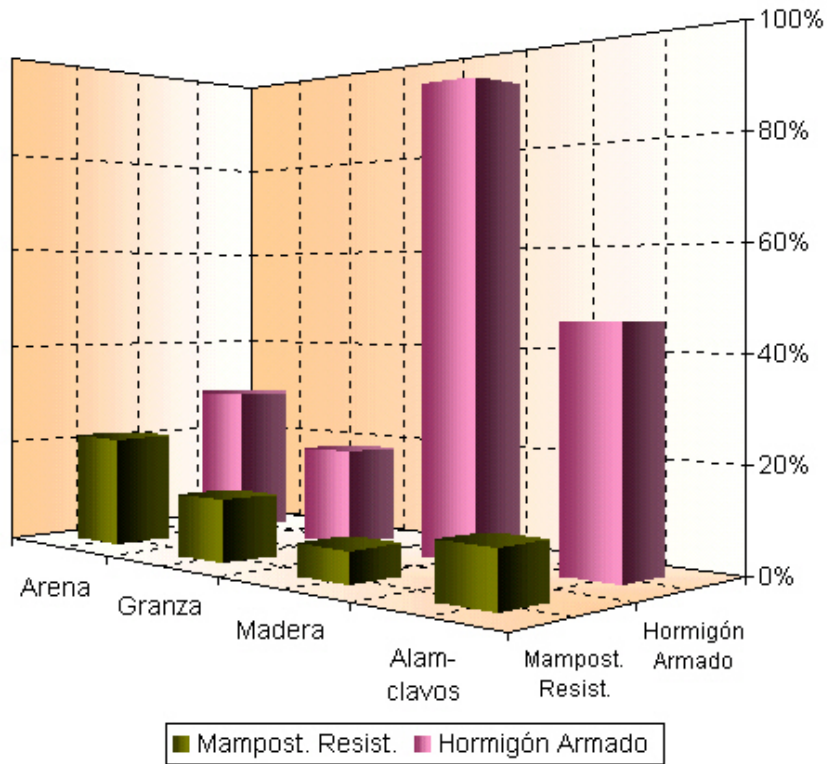


Figura 3.10

Horas totales de mano de obra

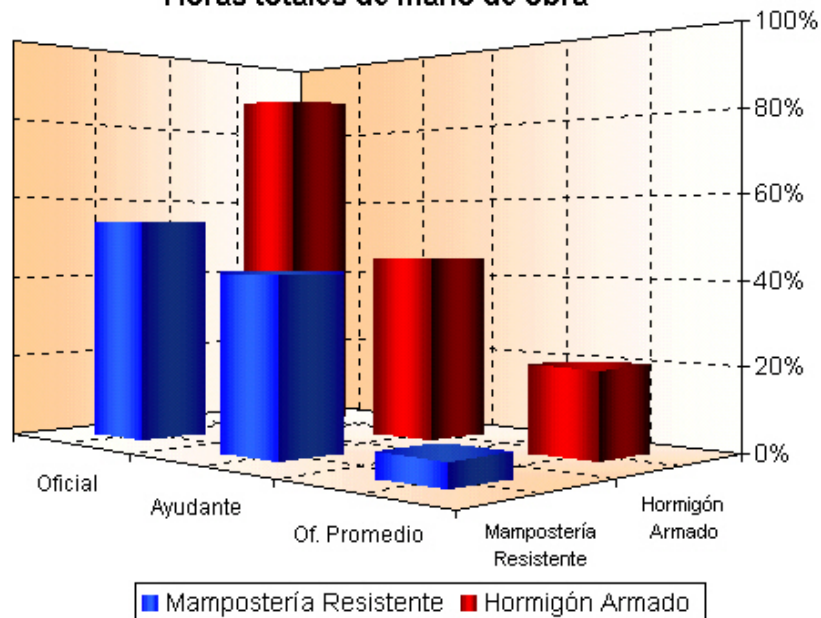


Figura 3.11

Tiempos de ejecución en secuencia racional

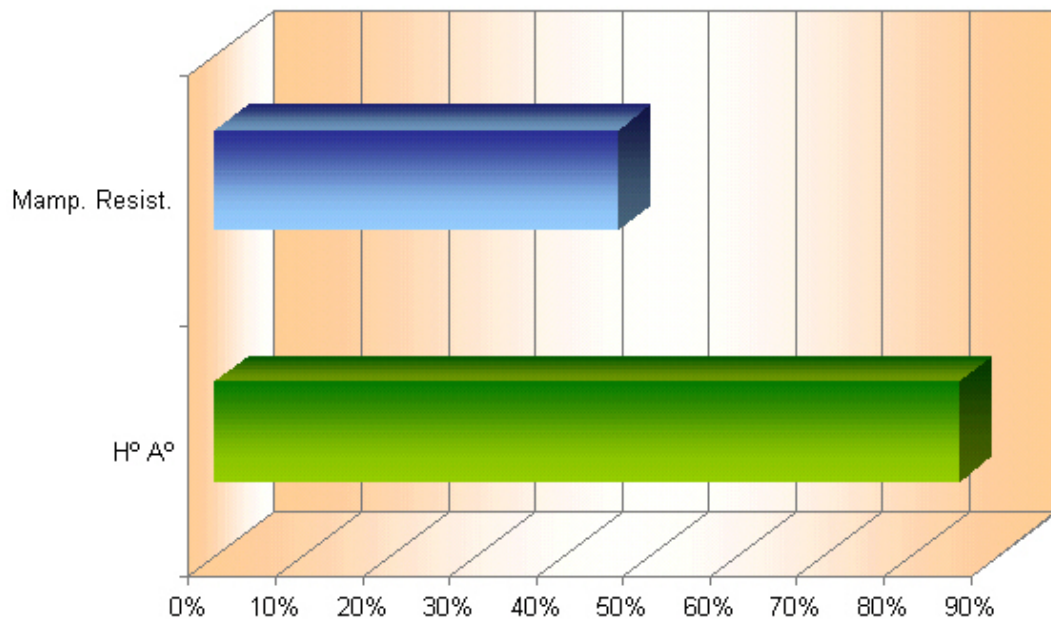


Figura 3.12

CAPÍTULO IV: PROYECTO Y DISEÑO CON BLOQUES DE HORMIGÓN

4.1 Aparejos

La disponibilidad de bloques en diferentes dimensiones permite combinarlos para obtener diversos tipos de aparejos, lográndose paramentos de distintas texturas arquitectónicas, que hacen aún más interesante la utilización del bloque de hormigón. Las figuras siguientes muestran algunos ejemplos de aparejos simples utilizando bloques enteros y medios bloques.

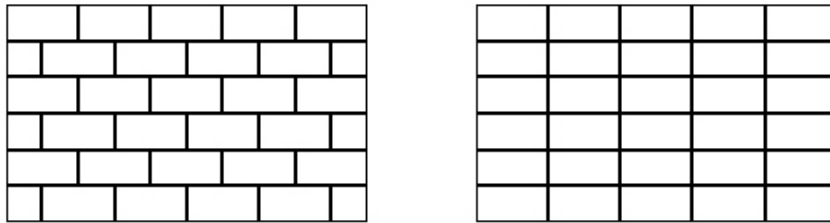


Figura 4.1

En estos dos primeros ejemplos se utilizan bloques 19x19x39, con un aparejo corriente de junta trabada en el primer caso y en el segundo se disponen las juntas verticales en forma continua, realizando la traba mediante barras de acero o tiras de metal desplegado ubicadas cada dos o tres hiladas horizontales.

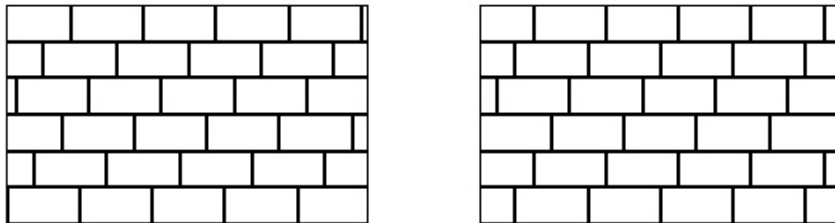


Figura 4.2

La figura muestra dos soluciones que utilizan nuevamente bloques 19x19x39, consistentes en desplazar los bloques en forma sistemática en una dirección determinada y una distancia preestablecida de modo de formar resaltos. La longitud de traba en el primer caso es de 15 cm y en el segundo es de 10 cm. Este tipo de aparejo no permite la incorporación de barras de aceros verticales debido a la discontinuidad de los huecos en esa dirección.

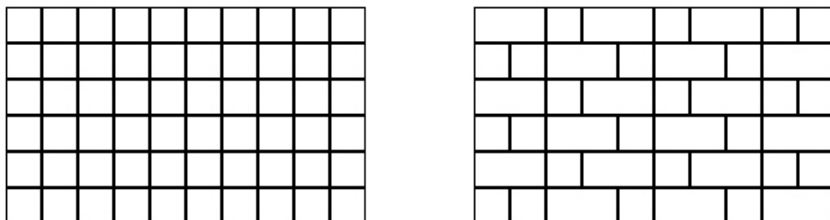


Figura 4.3

Por último, se muestran dos tipos de aparejos utilizando bloques 19x19x19, con junta vertical continua en el primer caso y en el segundo, se realiza una

combinación con los bloques 19x19x39 intercalando uno a uno los dos tipos de bloques en cada hilada.

Un aspecto de suma importancia para lograr una apariencia de buena calidad en los paramentos constituye el cuidado en la ejecución de las juntas de unión, manteniendo su espesor constante y realizando en forma adecuada su terminación. La norma IRAM 11556 especifica que el espesor de las juntas deberá ser de 10 mm con una discrepancia de \pm 3 mm (más adelante se tratará el modo correcto de ejecutarlas).

4.2 Juntas de control

Es bien conocido que los diversos materiales de la construcción están sujetos a movimientos. El movimiento de las paredes de bloques de hormigón, se debe principalmente a los cambios de temperatura, alteraciones en el contenido de humedad, contracción debida a la carbonatación de los agregados, y a los movimientos de otras partes de la estructura. Cuando los bloques de hormigón están unidos por mortero formando un muro, cualquier restricción que impida que éste se dilate o contraiga libremente, producirá tensiones en el muro. La restricción contra la expansión o dilatación, por lo general, produce bajas tensiones en relación con la resistencia a la tracción del material, y raramente produce daños en las paredes de los bloques de hormigón. Las juntas de expansión no son necesarias en la mampostería de bloques de hormigón, excepto donde se requieran por la longitud o configuración del edificio.

El movimiento de las paredes de bloques de hormigón está fundamentalmente regido por la contracción, carbonatación y secado de los bloques. Cuando no se prevé la construcción de juntas de control en los muros, las tensiones aumentan gradualmente en el interior de los muros. Si estas tensiones exceden la resistencia a la tracción de los bloques, la adherencia entre mortero y bloque o la resistencia al corte de la junta de mortero, se producirán fisuras para justamente aliviar esas tensiones. Estas fisuras generalmente desfiguran la pared y no pueden ser fácilmente solucionadas. Asimismo, afectan la estabilidad lateral de las secciones adyacentes a la fisura, y deben ser reparadas y calafateadas para evitar la penetración de agua. Sin embargo, estas fisuras pueden ser controladas como se verá más adelante.

4.2.1 Contracción por pérdida de humedad

El mayor interés del proyectista de una construcción de bloques de hormigón, debe estar centrado en la determinación de las principales causas del cambio de volumen de la pared, tal como la contracción por pérdida de humedad. La contracción por secado de la mampostería de hormigón está afectada principalmente por el tipo de agregado utilizado en la fabricación del bloque, el método de curado, y las condiciones de almacenamiento.

Los bloques fabricados con arena y grava, normalmente producen contracciones mínimas, y aquellos fabricados con granulado volcánico, las máximas. Por lo tanto, es posible conocer cuánto va a contraer una pared a priori, sabiendo el tipo de bloque a utilizar, y cuál será la diferencia entre el contenido de humedad de los bloques durante la construcción, y después de habilitada la obra. La experiencia dice que el adecuado grado de humedad de las unidades antes de ser colocadas en la pared reducirá la contracción potencial de la misma. Idealmente los bloques deberían colocarse en el muro con un contenido de humedad, muy cercano al valor de la humedad relativa promedio anual del lugar donde se va a levantar la pared.

En la práctica corriente de la construcción se utilizan dos métodos, que pueden ser utilizados conjuntamente o por separado, que permiten absorber la contracción por secado:

- Minimizar la formación de tensiones mediante discontinuidades en la longitud de la pared (juntas de control)
- Minimizar el ancho de las fisuras por medio de restricciones adecuadas y convenientes (refuerzo de junta horizontal o vigas de adherencia).

4.2.2 Tipos de juntas de control

Las juntas de control son secciones debilitadas, verticalmente continuas, que abarcan todo el espesor de la pared. Una junta de control debe permitir un fácil movimiento de la pared en la dirección longitudinal, como así también, la transferencia de cargas entre las dos zonas adyacentes a la misma y estar sellada a la visión, al sonido y a los agentes atmosféricos.

Existe un número variado de tipos de juntas de control, siendo los más conocidos los que se detallan a continuación:

- **Junta A:** Consiste en una pieza vertical de hormigón premoldeado que se adhiere con mortero a uno de los tramos del muro; el otro tramo sólo se vincula al primero rellenando las juntas en ambas caras del muro.
- **Junta B:** Se forma con bloques enteros y medios bloques de modo de disponer una junta vertical, y se rellena el conducto correspondiente con mortero u hormigón, previo pintado con material asfáltico o se coloca un fieltro también asfáltico sobre la superficie interna de uno de los tramos, a fin de evitar la adherencia. La disposición es similar a la junta A, sustituyendo la pieza premoldeada por hormigón colado. Las juntas verticales de los bloques se toman con material plástico hasta una profundidad de 1,5 centímetros.
- **Junta C:** Se colocan en hiladas alternadas pasadores constituidos por barras de 4,2 mm de diámetro y 40 cm de longitud, con una mitad aceitada o engrasada y se rellenan las juntas de los bloques con material plástico. Esta junta es la junta más rápida y práctica de ejecutar.

En todas estas juntas de control, se coloca el mortero de la misma forma que en los demás bloques. Sin embargo, si una junta de control queda a la vista o a la intemperie, deberá realizarse un rebaje antes que el mortero endurezca con una profundidad aproximada de 2 cm.

El relleno debe ser realizado con un material elástico, que además brinde adherencia e impermeabilidad al agua. Sin embargo, para evitar la absorción de aceites de algunos compuestos de calafateo, los lados de la junta deberán sellarse con goma laca, pintura de aluminio u otro sellante, pero la superficie interna de la junta tendrá que mantenerse limpia. Luego se aplica el material de calafateo con un inyector o un cucharín adecuado.

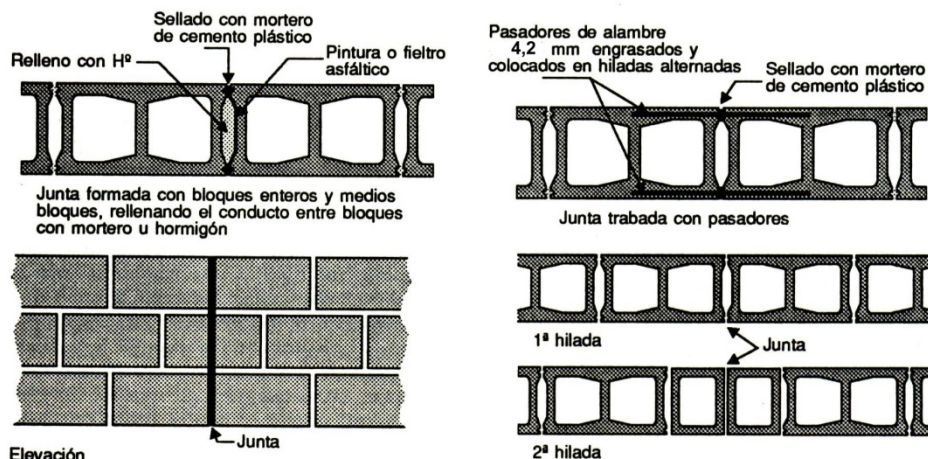


Figura 4.4

4.2.3 Ubicación y separación de las juntas de control

La ubicación y distancia en que han de colocarse las juntas es función de la disposición en planta del edificio y de la altura y longitud de las paredes. Depende también de las características de los bloques y disposición de los encadenados.

Indudablemente no es posible dar reglas fijas y determinadas para ciertos detalles constructivos, pues mucho dependerá de las condiciones particulares del proyecto.

Usualmente se aconseja proyectar juntas de control en los cambios de altura y espesor de los muros, en coincidencia con las juntas de construcción de fundaciones y techos y en aberturas importantes en los muros.

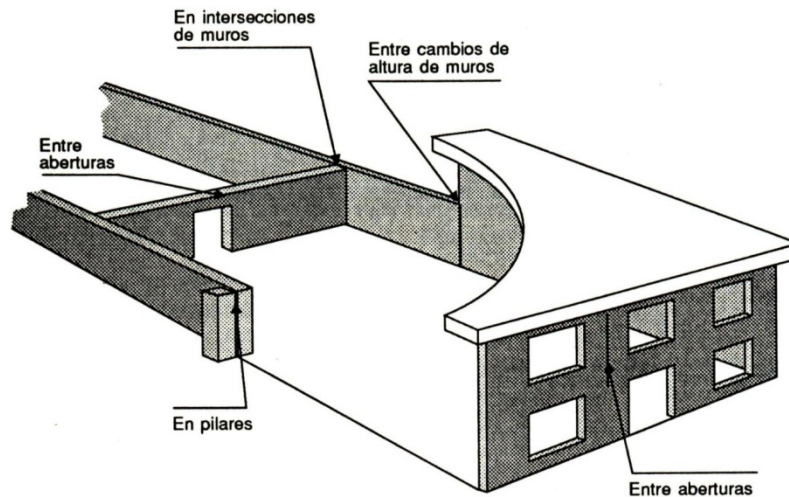


Figura 4.5

Todas las aberturas deberán reconocerse como ubicaciones naturales y deseables para las juntas. Las ventanas de menos de 2 m de ancho requieren junta de control solamente a lo largo de un lado y aquellas de más de 2 m deberán tener juntas a ambos lados. Asimismo, en la unión entre un muro de bloques de hormigón y una estructura formada por columnas o mochetas del mismo material, debe proyectarse una junta que permita un libre movimiento longitudinal, como así también en algún caso será necesario vincular ambos elementos con anclajes apropiados.

Es importante tener en cuenta que las juntas de control deben extenderse al revoque, debiendo éste respetar la junta existente y rellenarse también con material sellante en todo su espesor.

Según se establece en la norma IRAM 11556, la distancia de separación entre juntas de control se determinará en función de:

- La contracción lineal por secado del tipo de bloque utilizado.
- El contenido de humedad del bloque al momento de su colocación.
- Las variables climáticas locales (humedad relativa promedio anual).
- La forma del muro y su vinculación con otros elementos constructivos (columnas, vigas de encadenados, etc).

Por otro lado, el uso de refuerzos horizontales y de armadura secundaria empotrada en el mortero de asiento, aumenta la distancia entre las juntas de control al incrementar la resistencia a la tracción del muro.

La norma IRAM 11556, establece valores de referencia de la separación de las juntas de control, para ser utilizados en caso de no disponerse de antecedentes experimentales ni datos suficientes para el cálculo de dichas distancias. A su vez,

éstos son valores indicativos para bloques de hormigón colocados con el contenido de humedad máximo que permite la norma en función del coeficiente de contracción del bloque y de la humedad relativa promedio del lugar de la construcción (ver el tema 2.4.5 *Contenido de humedad* del capítulo II).

Distancia máxima de juntas horizontales reforzadas (cm)	Distancia máxima de juntas verticales de control	
	Relación L/H de la pared	Separación máxima (m)
-	2	12
60	2,5	13,5
40	3	15
20	4	18
L y H son la longitud y la altura respectivamente		

Tabla 4.1

Por ejemplo, se proyecta construir un muro de bloques de hormigón en una zona donde la humedad relativa promedio del ambiente es \square 50%, con bloques cuya contracción lineal por secado es \square 0,03% y cuyo contenido de humedad al momento de la colocación es próximo al 35%. Este conjunto de condiciones, implica que se colocarán bloques con el contenido de humedad máximo permitido por las normas (ver tabla 2.4 del capítulo II), por lo que, a falta de otros datos o antecedentes, se debe utilizar la tabla 4.1 para calcular la separación de las juntas de control. Luego si el muro proyectado es de 3 m de altura y se prevé colocar armaduras horizontales cada 2 hiladas, se deben realizar las juntas de control según la separación calculada a continuación:

$$L/H=3 \square L=3 \times H=3 \times 3 \text{ m} = 9 \text{ m}$$

4.2.4 Armadura en juntas horizontales

La función de la armadura horizontal en las juntas no es eliminar la fisuración de las paredes, sino sólo evitar la formación de fisuras por contracción. En caso que se produzcan tensiones de tracción por contracción, éstas se redistribuyen a través de las barras. El objetivo perseguido es que si estas tensiones son muy severas, se produzcan solamente fisuras muy finas, apenas visibles a simple vista. Su efectividad depende del tipo de mortero y la adherencia entre éste y el acero. La experiencia práctica ha demostrado que solamente los morteros de cemento deben ser usados con armaduras de junta. La varilla debe quedar inmersa en el mortero, con una cobertura mínima igual a dos veces su diámetro, de allí que se aconseja utilizar barras de diámetro 4,2 mm para mantener los 10 mm de espesor de junta horizontal. Asimismo deben respetarse las longitudes de empalme, tal como ocurre en el hormigón armado.

La armadura de junta debe ubicarse como regla general tal como se indica a continuación:

- En la primera y segunda hiladas, inmediatamente por encima y por debajo de las aberturas, y debe extenderse no menos de 60 cm a ambos lados.
- En las primeras dos o tres hiladas por encima del nivel de piso, debajo del nivel de techo y cerca de la parte superior de la pared.
- La armadura de junta debe interrumpirse en la junta de control, o bien debe ser engrasada o envuelta en papel alquitranado.

Las vigas de encadenado horizontales materializadas dentro del muro, producirán un efecto similar a las armaduras de junta horizontales. La viga de encadenado provee una restricción al movimiento, en una distancia de 60 cm por encima y por

debajo de la misma. Por lo tanto, si se proyectan vigas de encadenado horizontales, separadas cada 1,20 m en vertical, la máxima separación de las juntas de control, debe ser calculada como si se tratara de armaduras de junta horizontal ubicada cada 20 cm (en cada hilada).

Nota: Los bloques vibrocomprimidos CORCE BLOCK, debido a su moderno sistema de curado en base a dióxido de carbono, poseen un coeficiente de dilatación más bajo que otros tipos de hormigones. El valor es tan sólo de 0.006 mm por metro y grado centígrado.

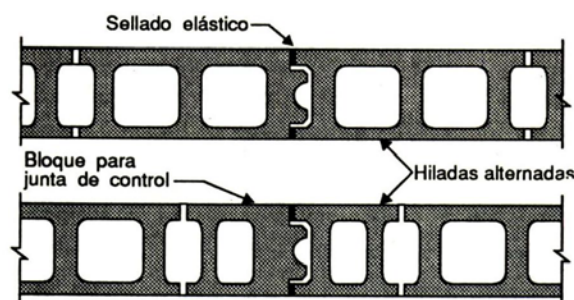
4.2.5 Juntas de expansión

Según norma IRAM 11556, se denomina junta de expansión a aquella que se materializa en un muro de bloques de hormigón, con el fin de permitir su dilatación longitudinal, producida ya sea por un incremento de temperatura en los muros exteriores o un aumento de su contenido de humedad por mojado.

Las juntas de expansión se utilizan para acomodar los incrementos de largo en muros de gran desarrollo y en lugares donde se producen saltos térmicos de importancia. La separación de las juntas de expansión debe estar comprendida aproximadamente entre 45 m y 60 m y su ubicación dependerá de la forma de la planta de la estructura. Debe asimismo considerarse que la expansión de un muro puede ocasionar el empuje sobre los muros de esquina trabados a él, por lo que se recomienda que las juntas de expansión sean proyectadas en los extremos del edificio. Deben rellenarse con un material elástico que permita la dilatación y contracción, de manera tal que el muro tenga libertad de movimiento longitudinal. Las juntas de expansión son similares en apariencia a las juntas de contracción. Sin embargo, la junta de control que permite el movimiento de un muro en contracción, utiliza microhormigón o mortero para permitir la formación de una llave de corte en sentido transversal al muro, mientras que la junta de expansión, utilizada para proveer movimiento al muro en dilatación longitudinal, no debe tener ningún tipo de material incompresible en ella.

A continuación se incluyen esquemas que muestran diferentes formas de realizar las juntas de control en una sección vertical del muro (Figuras 4.6 y 4.7) y en intersecciones de muros con distintos elementos resistentes (pilar de bloques de hormigón, columna y tabique de hormigón armado) (Figuras 4.8, 4.9 y 4.10).

Figura 4.6



Figuras 4.7

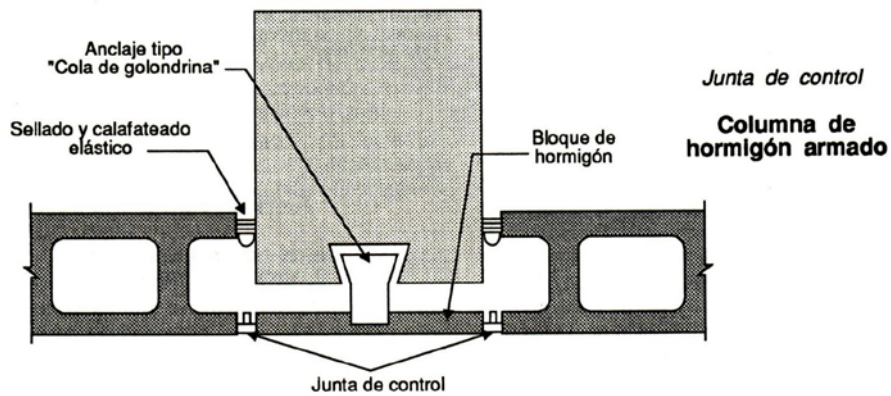


Figura 4.8

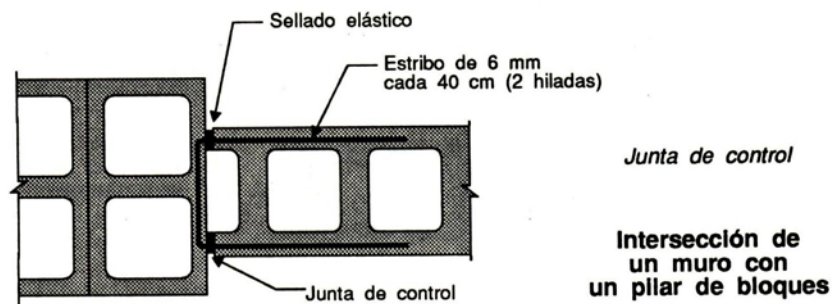


Figura 4.9

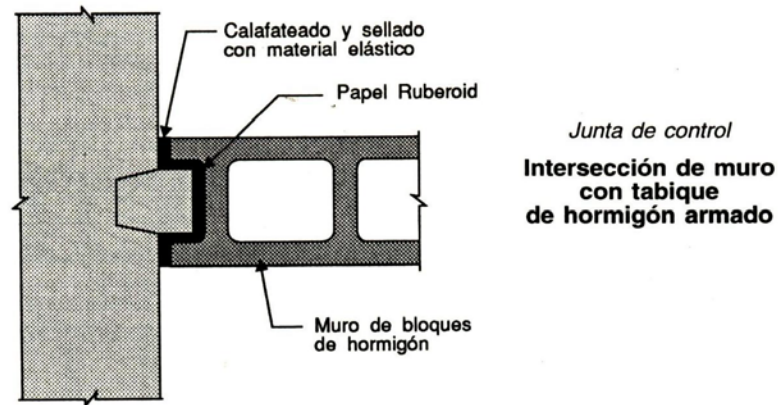


Figura 4.10

4.3 Coordinación modular

El objetivo de la coordinación modular es eliminar la fabricación, modificación o adaptación de piezas en obra, reduciendo el trabajo en la misma al armado o montaje de las unidades en sus correspondientes conjuntos y elementos funcionales.

La norma IRAM 111001 define a la coordinación modular del siguiente modo: "Coordinación dimensional que emplea el módulo básico M o un multimódulo nM (n veces M)". En la norma IRAM 111003 se establece que el valor del módulo básico es: $M = 100 \text{ mm}$.

El módulo de proyecto adoptado para la mampostería de bloques de hormigón es 2 veces el módulo básico (2M), es decir 20 cm. Esto provee una flexibilidad

completa en el diseño del muro y una adecuada coordinación con otros productos a implementar en la mampostería, tales como ventanas, puertas y otros ítems.

Los muros de mampostería de bloques de hormigón deben ser proyectados y construidos según una coordinación modular para lograr una máxima economía. Este sistema aplica los principios de una buena administración en todo el proceso de la construcción de un edificio, haciendo uso del bloque entero y del medio bloque, minimizando el cortado y las operaciones de montaje de la mampostería en obra.

Básicamente la coordinación modular implica que:

- Los bloques a utilizar en una construcción son diseñados y fabricados de manera tal que encajen entre sí en obra sin alteración o cortado.
- Los planos del edificio se deben ajustar al módulo de proyecto definido, adaptando al mismo el tamaño y la forma de los materiales a emplear en la construcción.

En forma general, para un componente constructivo utilizado en un proyecto pensado según las reglas de la coordinación modular, se pueden definir los siguientes tipos de medidas:

- Medida modular: Es el valor de la dimensión entre planos modulares y se expresa como un múltiplo entero del módulo básico M. Para un componente, son las medidas del espacio modular que éste ocupa.
- Medida nominal: Es el valor especificado en el proyecto para cada una de las dimensiones del componente y a esta medida se refieren las desviaciones.
- Medida real: Es la obtenida por medición y es única para cada componente.
- Ajuste modular nominal: Relación entre la medida nominal de un componente y la retícula modular de referencia.

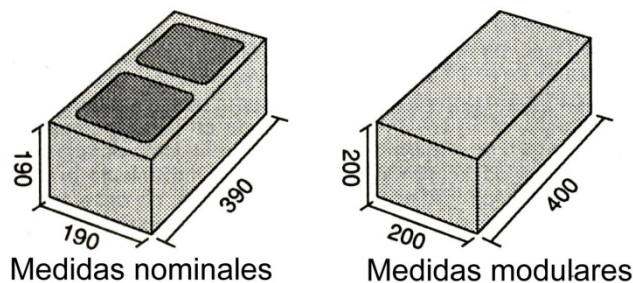


Figura 4.11

Las medidas modulares para los bloques de hormigón están establecidas en la norma IRAM 111014. En la tabla siguiente se presentan las medidas modulares y nominales para algunos de los bloques más corrientemente utilizados:

Tipo de bloque		Medidas modulares (nM)			Medidas nominales (cm)		
		anch o	alto	larg o	anch o	alto	larg o
1	Bloque para muro de 20 cm	2M	2M	4M	19	19	39
2	Medio bloque (muro 20 cm)	2M	2M	2M	19	19	19
3	Bloque para tabique de 10 cm	1M	2M	4M	9	19	39
4	Medio bloque (tabique 10 cm)	1M	2M	2M	9	19	19

M = 100 mm (módulo básico). El ajuste modular nominal será de 5 mm (IRAM 111014)

Tabla 4.2

Para el primer bloque presentado en la tabla, las *medidas nominales* del bloque en cm son 19x19x39, las que deben coincidir con las especificadas por el fabricante para ese modelo de bloque. A su vez, las *medidas modulares* son 2Mx2Mx4M, cuya expresión equivalente en cm es 20x20x40 (este es el espacio que ocupa el mampuesto cuando es colocado en un muro dejando una junta de 1 cm). Las *medidas reales* del mismo, son las que resultan de la medición efectiva de una unidad en particular. Finalmente se observa que el espesor de la junta debe ser igual a dos veces el ajuste modular nominal establecido por la norma.

La figura 4.12 muestra esquemáticamente las diferencias entre el proyecto de un muro de mampostería de bloques aplicando correctamente los principios de la coordinación modular y otro en el cual no se han tenido en cuenta estos principios.

Puede verse que se logra una importante economía cuando el muro es proyectado "modularmente" puesto que se eliminan cortes y ajustes de las unidades al construir los espacios destinados a las aberturas. Se evita de este modo operaciones que implican desperdicios de materiales y que prolongan el tiempo de ejecución de la obra elevando costos e introduciendo complicadas tareas de terminación.

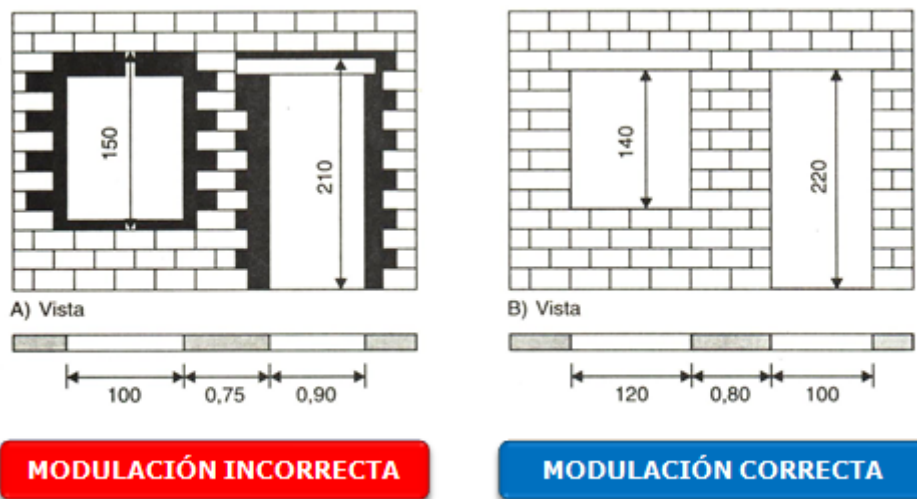


Figura 4.12

4.4 Morteros de asiento

El mortero para las juntas debe ser de calidad adecuada para obtener mamposterías de buenas resistencias y juntas impermeables a la acción de las lluvias sin necesidad de usar revoques o revestimientos protectores en los paramentos exteriores. La exigencia de emplear morteros de buena calidad no afecta la economía, dado que el volumen de mortero es sólo un 10% del que requiere la mampostería usual.

4.4.1 Materiales

Los materiales aglomerantes a emplear, cemento portland y cal o cemento de albañilería, deben ser de calidad aprobada y la arena tendrá una adecuada granulometría.

Las arenas carentes de granos finos producen morteros ásperos y de escasa trabajabilidad que impiden lograr juntas impermeables, mientras que las de granulometría excesivamente fina exigen una mayor cantidad de agua de

mezclado, dando por resultado morteros de inferior resistencia si no se aumenta proporcionalmente la cantidad de cemento a efectos de mantener la relación agua-cemento adecuada. No obstante, debe procurarse no aumentar excesivamente el contenido de cemento por cuanto ello puede significar un aumento de la contracción del mortero.

Una granulometría adecuada reduce, en la práctica, la segregación de los materiales del mortero plástico, como también del contenido de agua y mejora su trabajabilidad manteniendo su plasticidad por más tiempo.

En la tabla siguiente se indican los límites de granulometría admisibles de las arenas para el mortero de juntas, comprendidas entre las gruesas y las finas. Las arenas más adecuadas se encuentran dentro de esos límites.

Tamiz IRAM	Pasa %
4,8 mm (N° 4)	100
2,4 mm (N° 8)	95 a 100
1,2 mm (N° 16)	70 a 100
590 micrones (N° 30)	40 a 75
297 micrones (N° 50)	10 a 35
149 micrones (N° 100)	2 a 15

Tabla 4.3

4.4.2 Dosificación

Norma IRAM 11556

Las tablas siguientes brindan una orientación para la selección del tipo de mortero según sea la función que cumple el muro dentro de la construcción y permiten obtener las dosificaciones recomendadas para cada tipo de mortero. Ambas tablas han sido extraídas de la norma IRAM 11556: "Mampostería de bloques de hormigón. Requisitos generales".

MORTERO TIPO	DESTINO SUGERIDO
A	Muros y zapatas de fundación, muros portantes exteriores de altas cargas de compresión o cargas horizontales originadas por empuje de suelos, vientos o sismos
B	Muros portantes, sujetos sólo a cargas de compresión pro que requieran alta resistencia de adherencia para esfuerzos de corte o flexión.
C	Muros portantes o exteriores de mampostería sobre nivel de terreno con cargas moderadas.
D	Tabiques interiores no portantes, divisorios y decorativos.

Tabla 4.4

Mortero	Tipo	Proporciones en volúmenes (materiales conglomerantes)			Proporción de agregado fino (respecto de la suma de los volúmenes de los conglomerantes)
		Cemento Pórtland	Cemento de Albañilería	Cal Hidratada	
Cemento	A	1	-	¼	2 ½ a 3

y cal	B	1	-	¼ a ½	
	C	1	-	½ a 1 ¼	
	D	1	-	1 ¼ a 2 ½	
Cemento de albañilería	A	1	1	-	
	B	½	1	-	
	C	-	1	-	
	D	-	1	-	2 ¾ a 3 ¾

Tabla 4.5

Las mezclas tipificadas en tabla 4.5 no son excluyentes. Otras dosificaciones recomendadas podrán ser adoptadas por el proyectista siempre que sus propiedades verificadas sean equivalentes a las especificadas en la norma IRAM 1676, en la cual se clasifica los morteros según sus propiedades.

En las juntas de mampuestos que contengan armaduras de refuerzo, no protegida contra la corrosión, se emplearán exclusivamente morteros de cemento portland. Por otro lado, los muros sometidos a severas condiciones climáticas requieren de morteros adaptables con dosificaciones y precauciones especiales, que deberán verificarse previamente.

Reglamento INPRES CIRSOC 103

El capítulo 5 de Las Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes Parte III (Construcciones en Mampostería) se refiere a la calidad de los componentes de la mampostería, y en la sección 5.2 se tipifican los morteros para las juntas de unión de los mampuestos. Este reglamento, clasifica los morteros según la resistencia mínima a la compresión a los 28 días. En la siguiente tabla se muestran las proporciones en volúmenes de los componentes, recomendadas por el reglamento, para cada tipo de mortero y las resistencias.

Mortero tipo	Calidad de resistencia	Resistencia mínima a la compresión a 28 días (MN/m ²)	Partes de cemento o pórtland	Partes de cal		Partes de arena suelta
				Mín.	Máx.	
E	Elevada	15	1	-	¼	No menos de 2¼ ni más de 3 veces la suma de los volúmenes de C° y cal
I	Intermedia	10	1	¼	½	
N	Normal	5	1	½	1 ¼	

Este reglamento establece que la resistencia a la compresión de los morteros se determinará con los procedimientos usuales sobre probeta cúbica de 7 cm de arista y que no se permitirá el uso de morteros cuya resistencia a la compresión a 28 días sea menor que 5 MN/m². Además especifica que en las juntas que no contengan armaduras de refuerzo, se admitirá el uso de morteros elaborados con cemento de albañilería y que en ningún caso se podrán emplear morteros cuyo único ligante sea la cal.

Para un mortero tipo E (a emplear en una mampostería sujeta cargas de compresión elevadas, acción climática severa, cargas laterales de viento y sismo), una dosificación usual en la práctica actual, dada en proporciones de volúmenes es:

Cemento : Cal : Arena = 1:0:3
 cementicio puro □ 15 MN/m²

4.4.3 Propiedades de los morteros

En este apartado se brinda información complementaria (extraída de la Norma IRAM 1676, anexo C -informativo-) acerca de algunas de las propiedades que poseen los distintos morteros según sea el conglomerante que lo compone, con el fin de inducir una mejor elección en cada caso particular.

- **Cemento portland y cal hidráulica o aérea hidratada:** En un extremo está el mortero de cemento pórtland y arena, que posee alta resistencia a la compresión y baja retención de agua (se logran muros resistentes pero vulnerables a la fisuración). En el otro extremo, se encuentra el mortero de cal y arena, que se caracteriza por la baja resistencia a la compresión y el alto nivel de retención de agua (se obtienen muros de baja resistencia, particularmente a edad temprana, pero con menor fisuración). Entre los dos extremos, distintas combinaciones de cal y cemento brindan un buen balance asociando la elevada resistencia y el fraguado temprano del cemento con la excelente trabajabilidad y retención de agua que produce la cal.
- **Cemento de albañilería:** El cemento de albañilería es un producto que generalmente contiene cemento pórtland y finos en proporciones variadas, más aditivos tales como incorporadores de aire y agentes retenedores de agua. Generalmente los morteros de cemento de albañilería tienen excelente trabajabilidad y la durabilidad al congelamiento y deshielo de estos morteros, en ensayos de laboratorio, es sobresaliente.
- **Pre-dosificados y premezclados:** Este tipo de morteros se dispone hoy en día con facilidad en dos opciones: una es una mezcla húmeda entregada en obra a la que posteriormente se le agrega cemento y agua adicional. La otra es una mezcla seca, en bolsas, que requiere solamente la adición de agua y el mezclado. Deberá prestarse especial atención al sistema seco, del que resultan morteros que necesitan ser mezclados durante un período mayor, para vencer la afinidad de la arena secada en horno, y la subsecuente pérdida de trabajabilidad.

4.4.4 Mezclado

Es preferible realizar la mezcla del mortero en una mezcladora mecánica de paletas para lograr mejor homogeneidad, plasticidad y retención de agua. En primer lugar se pone aproximadamente la mitad del agua y arena, con la mezcladora funcionando. A continuación, se agregan el cemento, la cal, el color si lo lleva y el resto del agua y arena. Hay que dosificar en volumen con las medidas más exactas posibles (baldes al ras) y no por "paladas".

La norma IRAM 1676 establece que los conglomerantes y los agregados se mezclarán entre 3 y 5 minutos en una mezcladora mecánica con la cantidad de agua que permita alcanzar una consistencia trabajable. Podrá permitirse el mezclado a mano, por convenio previo, si se indica el procedimiento de mezclado.

Si se comprueba que el mortero ha perdido agua, podrá volver a mezclarse agregándole agua hasta que adquiera la consistencia inicial, pero no deberá utilizarse después de transcurridas 2 horas 30 minutos, contados a partir del momento de su elaboración. Este plazo podrá ser ampliado si se utilizan aditivos retardadores de fraguado.

4.4.5 Incorporación de aditivos químicos (Norma IRAM 1676, anexo C -informativo-)

Existe una amplia variedad de aditivos para morteros de mampostería, los cuales modifican física y químicamente las propiedades del mortero fresco y endurecido.

Indudablemente, existen algunas situaciones especiales donde el uso de aditivos es ventajoso pero, pero en general, la cuidadosa selección del mortero, el uso de materiales de calidad, y una buena práctica constructiva, dará por resultado frecuentemente una sólida mampostería.

Puede darse color al mortero usando agregados seleccionados o pigmentos inorgánicos. Los pigmentos inorgánicos estarán compuestos por óxidos minerales y no deberán exceder el 10% del peso del cemento p \acute{o} rtland, con un l $\acute{i$ mite del 2% en el caso del negro de humo; se evita as $\acute{i$ una excesiva reducci $\acute{o$ n de la resistencia del mortero. Los pigmentos deber \acute{a} n ser cuidadosamente elegidos, usados en la m $\acute{i$ nima cantidad necesaria para obtener el color deseado. Para minimizar variaciones de past $\acute{o$ n a past $\acute{o$ n, es aconsejable comprar conglomerantes a los cuales se les ha agregado el colorante en f \acute{a} brica o usar bolsas individuales, previamente pesadas, de compuestos colorantes en cada past $\acute{o$ n de mortero, y mezclar el mortero en pastones del mayor tama $\acute{n$ o posible. El procedimiento de mezclado deber \acute{a} mantenerse constante para mantener la consistencia del color.

La norma IRAM 1156 establece que los aditivos que pudieran incorporarse tanto al mortero de asiento como al hormig $\acute{o$ n o mortero de relleno de los huecos de los bloques, deber \acute{a} n cumplir con lo establecido pro la norma IRAM 1663 (aunque esta norma es la que reglamenta sobre aditivos para hormigones, se recomienda su uso para morteros mientras no exista una norma espec $\acute{i$ fica para los mismos).

4.5 Armaduras de refuerzo

▪ Norma IRAM 11556

La norma IRAM 11556 establece que se dispondr \acute{a} , a distintos niveles de la mamposter \acute{i} a, de refuerzos horizontales para asegurar la estabilidad y cuando lo exija la solicitaci $\acute{o$ n, para absorber esfuerzos de tracci $\acute{o$ n debido a cargas exteriores o deformaciones diferenciales. Las ubicaciones preferenciales de los refuerzos horizontales son a nivel de fundaci $\acute{o$ n y de entre pisos y en dinteles sobre aberturas. La distribuci $\acute{o$ n de la armadura horizontal se puede realizar utilizando bloques "U" (especialmente en dinteles) o bloques rebajados.

Cuando las tensiones de la mamposter \acute{i} a sean mayores que las admisibles se implementarn armaduras horizontales y verticales distribuidas en el muro y colocadas con hormig $\acute{o$ n de relleno en forma tal que el acero y la mamposter \acute{i} a trabajen solidariamente. Los refuerzos verticales se utilizar \acute{a} n para resistir la excentricidad de fuerzas axiales y cargas normales al plano del muro que se transmitir \acute{a} n a los soportes horizontales debidamente anclados o empotrados. Las ubicaciones preferenciales de los refuerzos verticales son las siguientes: intersecciones de muros, esquinas y jambas de vanos.

▪ Reglamento INPRES – CIRSOC 103. Parte III. Armaduras m $\acute{i$ nimas.

La verificaci $\acute{o$ n de la capacidad portante del muro y por consiguiente el c $\acute{a$ lculo de la secci $\acute{o$ n de acero necesaria, tanto para las vigas y columnas de encadenado como para la armadura distribuida, deber \acute{a} realizarse seg $\acute{u$ n el procedimiento especificado en este reglamento. En todos los casos, como en el c $\acute{a$ lculo de estructuras del hormig $\acute{o$ n armado, existe una cuant \acute{i} a m $\acute{i$ nima a respetar. A continuaci $\acute{o$ n se presentan las armaduras m $\acute{i$ nimas que especifica el reglamento para cada uno de los tipos de muros resistentes.

4.5.1 Mamposter \acute{i} a encadenada

Armaduras longitudinales

En el punto 9.10 b) del reglamento se especifica que las secciones de armaduras longitudinales de columnas y vigas de encadenado determinadas por c $\acute{a$ lculo, no podr \acute{a} n ser menores que las indicadas a continuaci $\acute{o$ n:

- En zonas sísmicas¹³ 1 y 2: 4 barras $\square = 6$ mm para aceros tipo ADN – 420 (III) y ADM – 420 (III)
- En zonas sísmicas 3 y 4: 4 barras $\square = 8$ mm para aceros tipo ADN – 420 (III) y ADM – 420 (III)
- Cuando se utilice acero tipo AL – 220 (I), la armadura mínima será de 4 barras $\square = 8$ mm para las zonas sísmicas 1 y 2, y 4 barras $\square = 10$ mm para las zonas sísmicas 3 y 4.

Estribos en columnas de encadenado

Zonas críticas: Longitud L_c de la columna medida desde el borde interno de la viga de encadenado a la que se encuentra unida. La longitud L_c será el mayor de los siguientes valores:

- 1/5 de la distancia entre ejes de las vigas de encadenados superior e inferior del panel.
- 2 veces la dimensión transversal de la columna de encadenado, medida según el plano del panel.
- 60 cm

Zonas normales: Longitud de la columna comprendida entre las zonas críticas.

- El diámetro mínimo de las barras para estribos, en zonas normales, será de 4 mm y la separación no podrá ser mayor que la mínima dimensión transversal del encadenado ni que 20 cm.
- La sección de estribos en una capa en la zona crítica no podrá ser menor que el doble de la correspondiente a la zona normal y la separación no podrá ser mayor que la mitad de la dimensión transversal de la columna medida según el plano del panel ni que 10 cm.

Estribos en vigas de encadenado

Zonas críticas: Longitud de 60 cm de la viga, medida a partir del borde interno de la columna correspondiente.

Zonas normales: Longitud de la viga comprendida entre las zonas críticas.

- El diámetro mínimo de las barras para estribos, en zonas normales, será de 4 mm y la separación no podrá ser mayor que la mínima dimensión transversal del encadenado ni que 20 cm.
- En las zonas críticas extremas de vigas de encadenado, se dispondrá el doble de la sección de estribos correspondientes a las zonas normales. La separación máxima de estribos será de 10 cm.

4.5.2 Mampostería encadenada armada

En la sección 7.8 de este reglamento se especifica que en los muros resistentes de mampostería encadenada armada, en las juntas horizontales, se dispondrán las armaduras mínimas que se indican en la tabla siguiente:

Tipo de acero \square s	Zonas Sísmicas	Muros de bloques huecos portantes encadenados armados	
		A° Horizontal	Estribos

¹³ El territorio de la e la República Argentina se divide en 5 zonas de acuerdo con el grado de peligrosidad sísmica. Dicha zonificación se encuentra en el capítulo 3 del Reglamento INPRES – CIRSOC 103 (Parte I).

220 MN/m ²	1 y 2	2 barras $\square = 6$ mm c/ 60 cm	3 estribos $\square = 4,2$ mm por m
	3 y 4	2 barras $\square = 6$ mm c/ 40 cm	3 estribos $\square = 4,2$ mm por m
420 MN/m ²	1 y 2	2 barras $\square = 4,2$ mm c/ 60 cm	3 estribos $\square = 4,2$ mm por m
	3 y 4	2 barras $\square = 4,2$ mm c/ 60 cm	3 estribos $\square = 4,2$ mm por m

Tabla 4.7

Las armaduras horizontales mínimas prescritas en la tabla deberán anclarse reglamentariamente en los encadenados verticales y deberán alojarse en juntas horizontales tomadas con mortero cementicio (1 volumen de cemento por 3 de arena). Dichas armaduras mínimas son válidas para espesores de muros (sin revoques) de hasta 27 cm. Para espesores mayores, las armaduras deberán incrementarse proporcionalmente al espesor neto del muro.

4.5.3 Mampostería reforzada con armadura distribuida

La sección 10.3 de este reglamento contiene las prescripciones sobre armaduras para esta categoría de muros. En ella se establece que todo espacio que contenga una barra de armadura deberá tener dimensiones tales que la distancia libre mínima entre ella y las paredes del mampuesto sea, por lo menos, igual al diámetro de la barra. Dicho espacio deberá llenarse con mortero u hormigón en toda su longitud.

La distancia libre mínima entre una barra y la cara del muro no podrá ser menor que una vez y media el diámetro de la barra, ni que 1,5 cm.

Los huecos de los mampuestos en que se dispongan barras de armadura, tendrán una dimensión transversal mínima de 5 cm, y una sección transversal mínima de 30 cm².

Se deberán disponer, como mínimo, dos barras de 8 mm de diámetro en las zonas sísmicas 1 y 2, o de 10 mm de diámetro en las zonas sísmicas 3 y 4, en agujeros verticales consecutivos ubicados en los bordes libres e intersecciones de muros y cada 3 m de longitud de muro.

La armadura horizontal deberá ser continua en toda la longitud del muro y reglamentariamente anclada en sus extremos.

Los anclajes y los empalmes se realizarán de acuerdo con las prescripciones establecidas para el hormigón armado sismorresistente.

La cuantía mínima para la armadura horizontal es del 0,13% y para la vertical será del 0,07%, siempre y cuando los aceros utilizados sean del tipo ADN – 420 (III) Y ADM – 420 (II). Para el acero tipo AL – 220 (I), las cuantías mínimas deberán incrementarse en función de la relación entre las tensiones de fluencia correspondientes.

4.6 Hormigón de relleno

El hormigón de relleno debe ser una mezcla de materiales cementicios, agregados y suficiente agua para que fluya fácilmente y sin segregaciones, dentro de los huecos o cavidades de los bloques recubriendo convenientemente las armaduras, en el caso de que existan.

La norma IRAM 11556 recomienda el relleno de los huecos de los bloques, cuando la resistencia estructural del muro lo exija. El relleno de los mismos, tanto sea que contengan armaduras o no deberá tener una resistencia a la compresión igual o algo mayor (20% como máximo) que el valor de la resistencia a la

compresión de la sección neta del bloque, para obtener una resistencia aproximadamente uniforme en la sección transversal del muro.

El proyectista deberá determinar mediante ensayos las dosificaciones del hormigón o mortero de relleno para satisfacer los niveles de tensión de rotura determinados por el cálculo. La norma IRAM 11556 brinda a título ilustrativo, dos ejemplos de dosificaciones expresadas en proporciones de volúmenes.

	Cemento pórtland	Arena	Agregado grueso
Hormigón de relleno	1	2 ¼ - 3	1 - 2
Mortero de relleno	1	1 ¼ - 3	0

Tabla 4.8

Para el hormigón de relleno de los huecos, el tamaño máximo del agregado no será mayor que 25 mm, debiendo, además ser menor a 1/3 de la medida mínima horizontal del hueco, considerando la cuantía de las armaduras. El hormigón o mortero de relleno debe tener la fluidez necesaria para obtener un llenado íntegro, sin producir segregación del material. Para ello, la norma especifica un asentamiento medido en el cono de Abrams entre los 20 cm y 22,5 cm. Los aditivos que pudieran incorporarse al mortero como hormigón de relleno de los huecos de los bloques de hormigón, deberán cumplir con lo especificado en la norma IRAM 1536.

Todos los ingredientes deben ser muy bien mezclados. Si la mezcla no tiene el aspecto adecuado, conviene hacer una revisión inmediata. Entre las posibles áreas problemáticas puede figurar la baja proporción de cemento, el agregado mal graduado o tiempo insuficiente de mezclado.

4.7 Instalaciones

En la construcción con bloques de hormigón, el proceso de obra y la coordinación entre los diferentes ítems tiene peculiaridades específicas.

Difiere del sistema tradicional en que todas las instalaciones comienzan cuando se inicia la primera hilada de albañilería, por lo que deben estar perfectamente proyectadas de antemano. Los caños de instalación de agua caliente y fría pueden colocarse de cuatro formas distintas:

- Fuera de la pared y a la vista
- En ranuras de la pared realizadas con bloques de menor espesor
- Entre doble muro sanitario
- Directamente embutidas en los bloques a medida que se levanta la pared





La **instalación eléctrica** puede diseñarse de diferentes formas según sea la necesidad del proyecto:

- Instalación de conductos y cajas a la vista con uniones especiales diseñadas en hierro o plástico
- Embutida directamente en las cavidades de los bloques de la pared con caños flexibles reforzados.

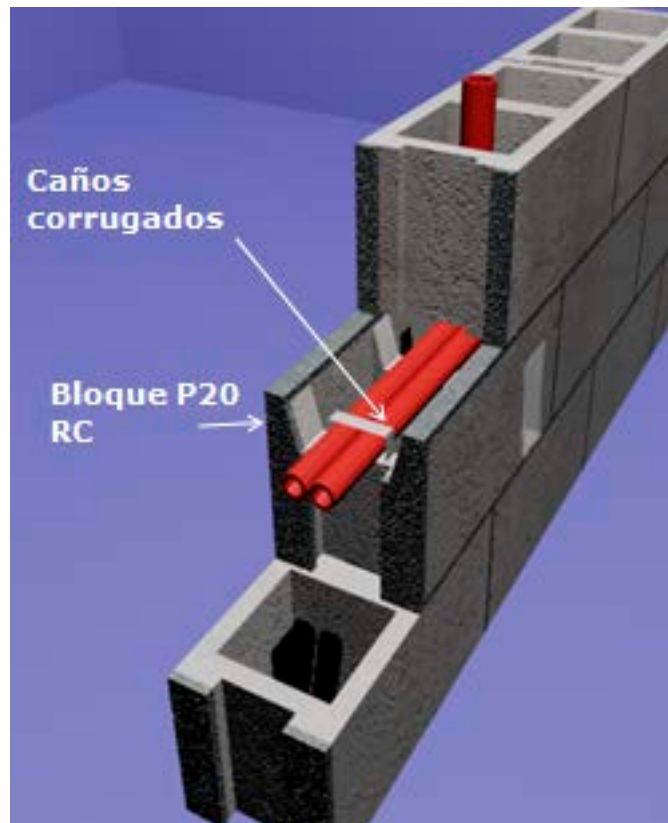


Figura 4.14

4.8 Terminación superficial

4.8.1 Revoques

Gracias a la uniformidad de medidas y superficie pareja de los bloques de hormigón, los albañiles fácilmente logran paredes bien alineadas, niveladas y a plomo. De esta manera no es necesario realizar un revoque grueso para emparejar la superficie, sino que se hace directamente el revoque fino, y al exterior se debe hacer previamente un azotado hidrófugo y luego aplicar el revoque fino.

4.8.2 Impermeabilización de muros de bloques a la vista

La variedad de texturas superficiales, excelente terminación y uniformidad de medidas de los bloques de hormigón CORCE BLOCK arquitectónicos permiten utilizarlos a la vista, es decir, sin revoque exterior. Debido a que el hormigón es un material naturalmente poroso y en mayor o menor medida puede absorber el agua de lluvia tanto en el caso de los bloques como en el de las juntas horizontales y verticales, es necesario entonces impermeabilizar las paredes y realizar el tomado de juntas siguiendo cuidadosamente las recomendaciones para su ejecución¹⁴.

Los sistemas de impermeabilización para proteger los muros se dividen básicamente en dos tipos:

- **Hidrofugantes que penetran en la pared** (figura 4.15, muestra A): Productos hidrófugos penetrantes de poro abierto que repelen el agua en superficies con poros de hasta 3 mm de abertura superficial. Al ser absorbidos penetran aproximadamente 10 mm dentro de la mampostería y no forman una película sobre la superficie, permitiendo la transmisión de vapor de agua, es

¹⁴ Ver tema 5.2.5 Tomado de juntas, Capítulo V

decir que esta clase de productos permiten "respirar" al muro. Generalmente se trata de líquidos muy fluidos que se aplican con máquina de pintar a presión con soplete sobre la pared bien seca para lograr la absorción del producto y no dejan brillo superficial. Ej.: siliconas con solvente, silanos, siloxanos o mezclas de ellos.

- **Hidrofugantes que forman una película en la pared** (figura 4.15, muestra B): Pinturas transparentes o de color que forman una película continua sobre el muro que evita el paso de humedad. Por lo general las pinturas transparentes dejan brillo en la superficie y las de color pueden ser con brillo, semi-mate o mate. Tienen menor resistencia a los rayos ultravioletas. También se deben colocar sobre las paredes secas, de lo contrario la humedad que queda atrapada ampollará la pintura aplicada. Ej.: pinturas acrílicas, plásticas, látex impermeabilizantes para exteriores, etc.



Figura 4.15

¿Cuál elegir?

Si las paredes están bien construidas y no presentan micro-fisuras ni grietas de más de 2 a 3 mm (juntas bien tomadas, etc.) se recomienda optar por los productos nombrados en primer lugar (los que penetran en el muro); pero si la pared tiene algunos defectos que evidencian porosidad o aberturas significativas **es preferible elegir los segundos (los que forman película)** debido a que dicho film permite obturar fisuras un poco mayores.

La calidad de cada pintura está definida por su capacidad hidrofugante, adherencia con el sustrato, rendimiento, duración, apariencia, posibilidad de re-aplicación, capacidad de transmitir el vapor de agua, etc. Se deben seguir estrictamente las recomendaciones de dosificación, colocación, duración y mantenimiento que dan los fabricantes y, de ser necesario, hacer una prueba previa para evaluar la calidad del producto a aplicar.

A continuación se presentan algunas de las propiedades de los distintos tratamientos:

- **Pinturas al látex:** Las pinturas al látex son a base de agua y pueden ser aplicadas en cualquier tipo de superficie. Son inherentemente resistentes a agentes de orígenes alcalinos que producen formación de hongos, tienen buenas características de ocultación, son durables, secan rápidamente y generalmente son económicas y fáciles de aplicar con pincel, rodillo, y rociadores.
- **Pinturas alcalinas:** Las pinturas alcalinas son durables, flexibles y de bajo costo, pero la resistencia de impermeabilización es baja.
- **Impermeabilizantes transparentes:** Se utilizan para lograr resistencia al agua en las paredes sin alterar la apariencia. Estos tratamientos se clasifican según sea el tipo de resina interviniente (silicona o acrílico) por lo que se dividen en películas o repelentes impermeabilizantes. Los últimos, se colocan en la cara exterior del muro obturando los poros. Ellos se adhieren formando una atadura química con la albañilería. Las películas, como las acrílicas, forman una superficie continua encima del bloque y trabaja unida por muy pequeños capilares. Debido a esto, las películas pueden reducir también la transmisión del vapor en los muros de bloques de hormigón, aunque con ellas

se puede lograr un acabado más puro en la superficie de la pared y pueden intensificar el color de la misma.

- **Siliconas:** Estos tratamientos cambian el ángulo del contacto entre el agua y los poros de la pared, para que la pared rechace el agua en lugar de absorberla. Existen siliconas para reducir la humedad y la florescencia en los muros de bloques de hormigón.
- **Resinas de silicona:** Estos son ampliamente usados para la impermeabilización de muros de bloques de hormigón. Ellos pueden penetrar la superficie muy fácilmente y pueden proporcionar impermeabilidad frente al agua con excelentes rendimientos. Se aplican resinas de silicona para airear superficies secas lográndose normalmente la impermeabilidad a las 4 o 5 horas.
- **Silanos:** Los silanos tienen buenas características de penetración. Aunque la volatilidad del silano es un inconveniente, la absorción del silano por el muro generalmente ocurre a una velocidad mayor que la de evaporación del mismo. Pueden aplicarse sobre superficies ligeramente húmedas.
- **Siloxanos:** Éstos tienen los beneficios de los silanos, es decir, la buena penetración y la posibilidad de ser aplicados en superficies con humedad, con el agregado de que son eficaces en una variedad más amplia de superficies y secan en forma relativamente rápida.
- **Acrílicos:** Éstos forman una película elástica sobre la superficie de la pared y proporcionan una barrera eficaz y durable. Los acrílicos secan rápidamente y tienen una excelente resistencia.
- Otros tratamientos (epoxi, caucho, y pinturas al aceite): Estas pinturas forman barreras contra la humedad impenetrables en las superficies de los muros de bloques de hormigón aunque no permiten que la pared respire. Estos tratamientos trabajan mejor en paredes interiores ya que se pueden ampollar y descascarar cuando se la utiliza en las exteriores. Las pinturas al aceite adhieren bien a la albañilería, pero no es particularmente resistente a los álcalis, abrasión, o químicos. El caucho clorado y el epoxi ofrecen resistencias altas a los químicos y a los gases corrosivos y generalmente se usan en aplicaciones industriales.

4.9 Encuentros de muros

4.9.1 Intersección de muros portantes

La intersección de paredes de bloques requiere de consideraciones previas respecto de si alguno de los muros necesita soporte lateral y de cuál será la ubicación de las juntas de control. Estos encuentros deben ser diseñados de manera de obtener un vínculo rígido.

Las uniones de muros portantes de bloques de hormigón no deben ser trabadas. Para absorber el esfuerzo lateral y en el caso de ser necesaria una junta de control en dicho encuentro, las paredes deben unirse a través de vínculos de metal, conformados por barras de acero con ambos extremos curvados a 90°. Las barras se colocan a una distancia vertical de no más de seis hiladas y los ángulos de dichos vínculos se encajan en los huecos de los bloques rellenos de mortero u hormigón.

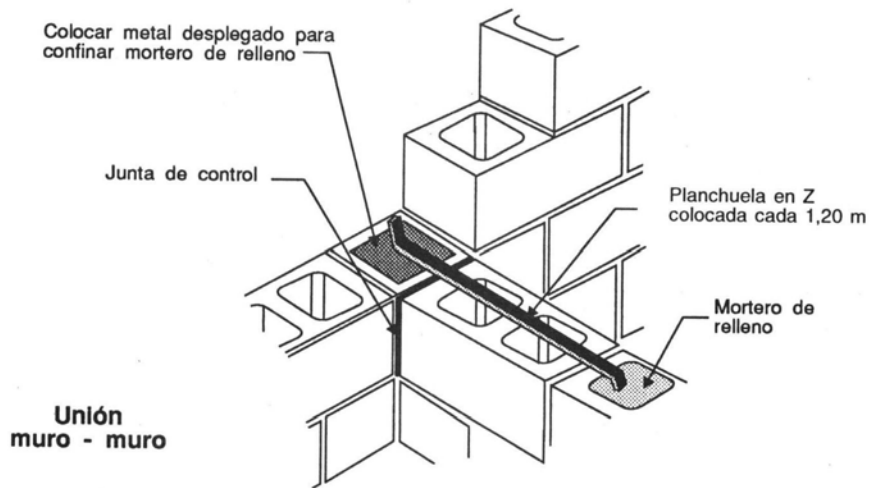


Figura 4.16

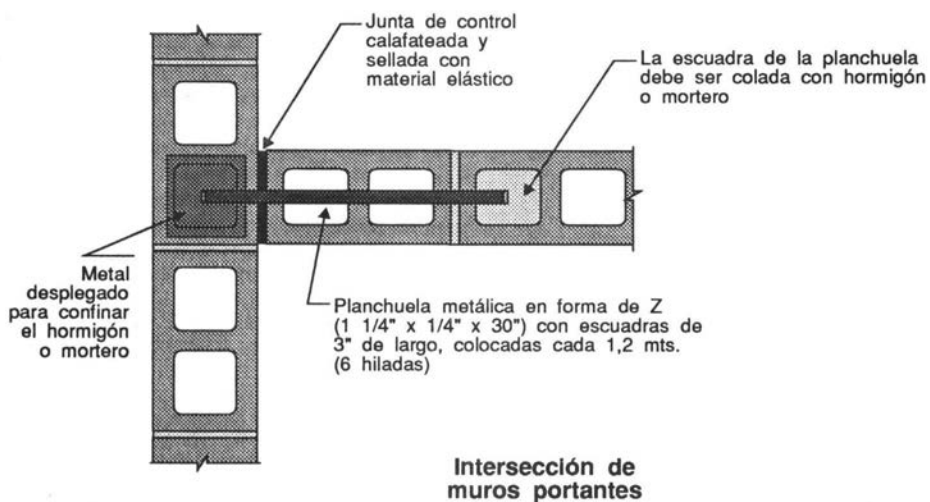


Figura 4.17

Otra forma de resolver el mismo caso, es colocando estribos simples o dobles de \square 6 mm cada dos hiladas trabados a las armaduras verticales de los dos muros que se encuentran, según se muestra los siguientes esquemas.

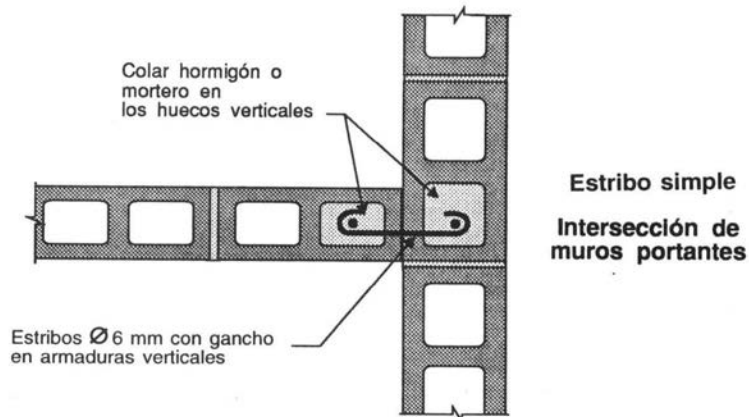


Figura 4.18

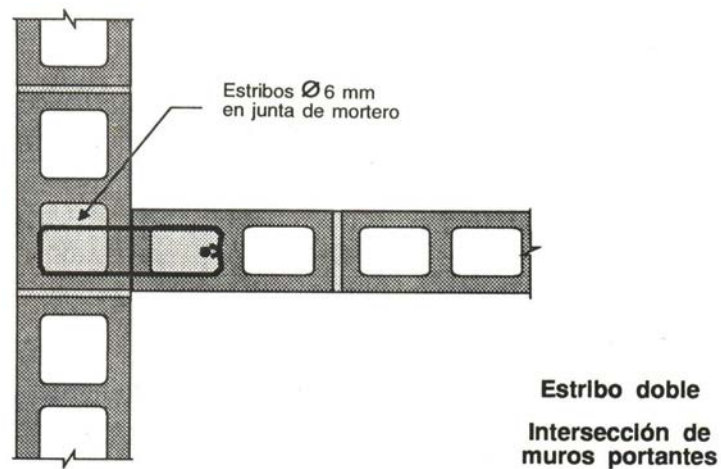


Figura 4.19

4.9.2 Intersección entre muro y tabique

También deben proyectarse convenientemente el encuentro entre una pared portante y otra no portante. En el caso de tabiques, la traba se puede realizar con tiras de metal desplegado dispuestas previamente en las juntas de la pared de carga y cada dos hiladas. Estas uniones tienen la suficiente flexibilidad como para permitir cualquier pequeño movimiento de alguna de las paredes.

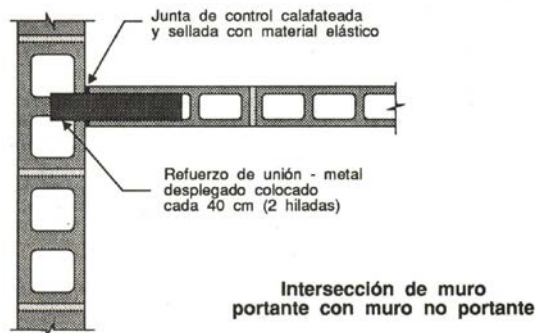


Figura 4.20

4.10 Recomendaciones generales para el proyecto de muros de bloques de H°

En adelante, se transcriben algunas de especificaciones dadas por la norma IRAM 11556 para la construcción de la mampostería de bloques de hormigón:

- Espesor de los muros: En función de la excentricidad frecuente de las cargas por el apoyo de losas y vigas se deberá verificar la esbeltez.
- Los muros portantes no armados deberán tener un espesor no menor que $1/20$ de la luz entre apoyos, sean estos horizontales (L) (pisos y techos) o verticales (h) (pilares o muros transversales)
- En muros no portantes el espesor mínimo no será menor que $1/36$ de la distancia entre apoyos
- Los muros deben estar vinculados a los cimientos
- Al nivel de pisos y techos, los muros deberán estar vinculados con elementos estructurales que transmitan las cargas laterales a los elementos horizontales, ya sea por anclajes o por fricción cuando así lo requiera el comportamiento estructural.
- En caso de elementos sometidos a la flexión (vigas pretensadas, elementos de premoldeados, etc.) que apoyen sobre mampostería de bloques de hormigón, se deberán llenar los huecos de la última hilada. El ancho de apoyo será no menor que 10 cm en muros simples que no tienen continuidad de refuerzo vertical.
- Los muros portantes deberán estar ligados de tal modo que las cargas verticales y horizontales puedan transmitirse de uno a otro. Las intersecciones pueden realizarse por montaje entrecruzado de los mampuestos o por anclajes metálicos recubiertos con mortero de resistencia suficiente.
- Los nichos o cortes del muro ejecutados posteriormente a la construcción deben tener, como profundidad máxima, el espesor de la pared longitudinal exterior del bloque y longitud menor que 10 cm.
- Los rebajos dejados durante la construcción deberán tener una longitud máxima de 26 cm y el espesor mínimo del muro restante será de 12 cm.
- En el caso de nichos o rebajos de medidas mayores, deberán colocarse refuerzos horizontales o dinteles para soportar y transmitir las cargas ubicadas por encima de ese nivel.
- No se admitirán nichos o rebajos en muros divisorios entre viviendas.

4.11 Entrepisos y techos

Acompañando la continua expansión del bloque de hormigón en paredes, se ha desarrollado su utilización en losas alivianadas hormigonadas in-situ.

Inicialmente su uso se circunscribió a losas nervuradas alivianadas con bloques de hormigón, para ser luego interpuestos entre vigas prefabricadas hasta llegar a las placas pre armadas para la colocación en seco.

Los nuevos sistemas han significado una reducción de costos y tiempos en la construcción de entrepisos y techos.

Losas con viguetas

El armado de entrepisos y techos se logra intercalando bloques de hormigón entre vigas pretensadas y luego hormigonando una capa de compresión superior que vincula los distintos elementos del sistema.

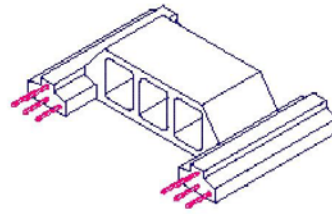


Figura 4.21

Las viguetas son prefabricadas con acero pretensado y hormigón de gran resistencia, el cual es posteriormente curado al vapor, con lo cual se obtiene un elemento constructivo de alta capacidad de carga que permite cubrir grandes luces.

Corblock S.A.I.C. fabrica bloques para losas con viguetas de muy bajo peso, en espesores de 10, 12, 14 y 16 cm.

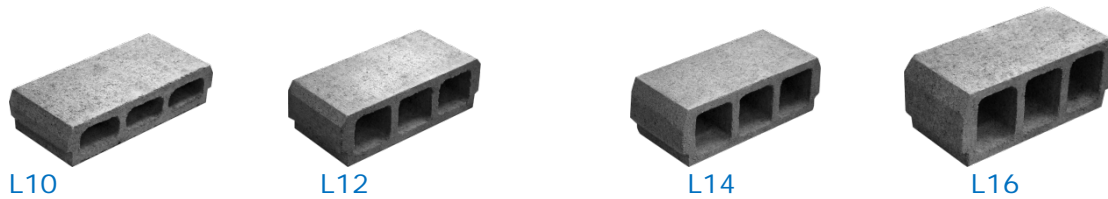


Figura 4.22

Las siguientes figuras muestran detalles constructivos de la construcción de losas con viguetas.

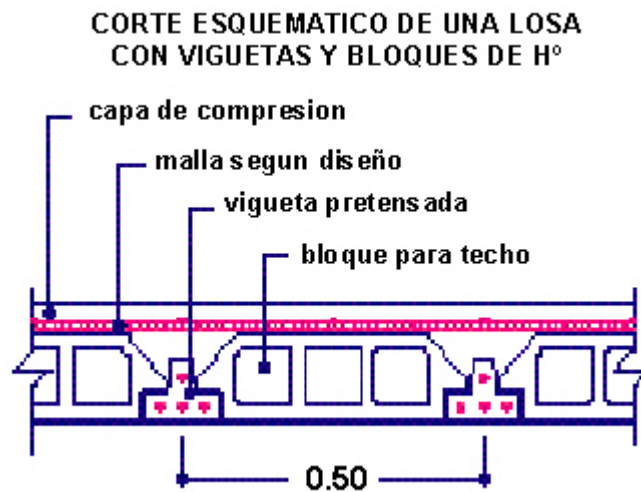


Figura 4.23

MURO PERPENDICULAR A LA VIGUETA

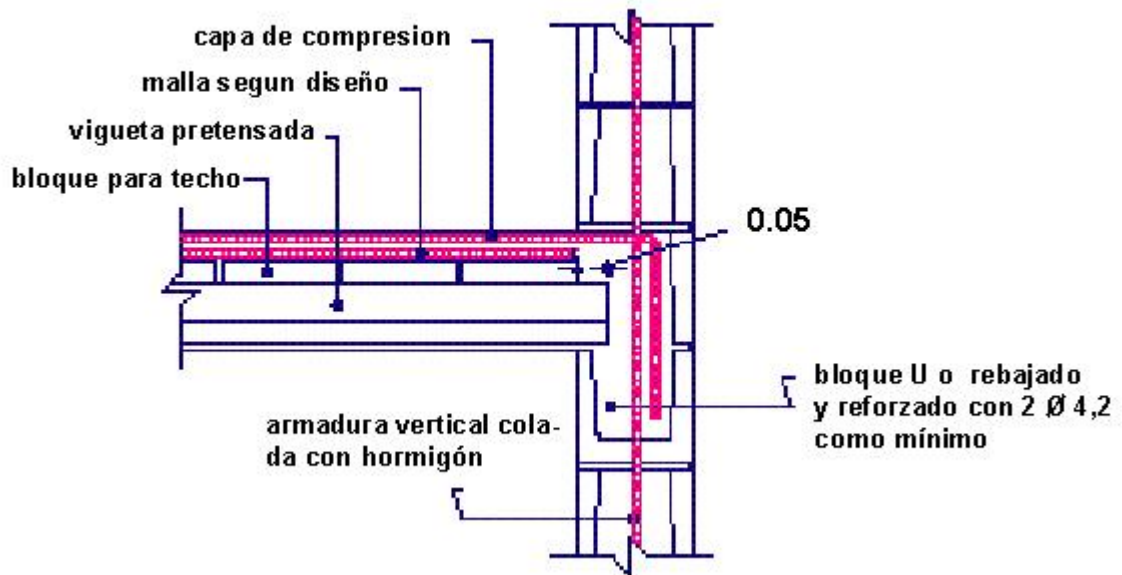


Figura 4.24

MURO PARALELO A LA VIGUETA

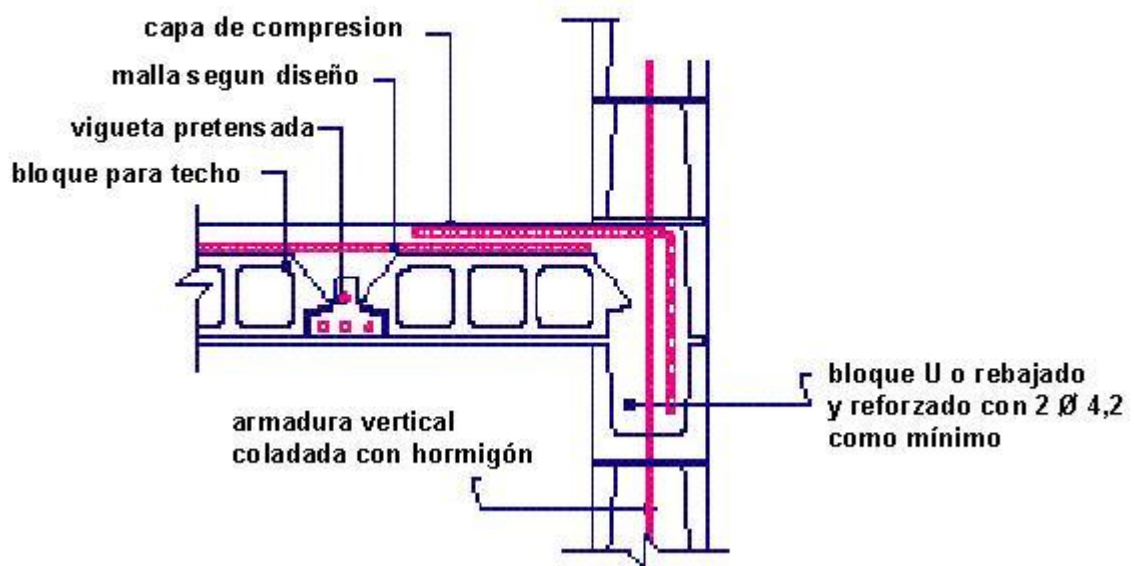


Figura 4.25

CAPÍTULO V: TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS PARA MUROS DE BLOQUES DE HORMIGÓN

Para obtener una pared de bloques de hormigón con terminación de buena calidad, la práctica aconseja el empleo de procedimientos que permitan mantener un control permanente durante la ejecución, tales como los que se detallan en los párrafos siguientes. El uso de estos procedimientos es imprescindible cuando se desea aprovechar las ventajas de la mampostería de bloques de hormigón, evitando revoques o materiales de revestimiento, con la consiguiente economía que esto representa.

5.1 Recomendaciones generales

5.1.1 Herramientas para una buena colocación de los bloques

Colocando el calandro e hilo de nivel en las esquinas de los bloques se logra una perfecta nivelación en el proceso constructivo y el uso de la tabla de apoyo del mortero favorece notablemente la colocación del mismo.



Figura 5.1



Figura 5.2

5.1.2 Acopio de los materiales

Los agregados deben almacenarse en un lugar nivelado y limpio, desde el cual puedan trasladarse a la mezcladora en cantidades medidas con un mínimo de manipulación. Es preciso evitar su mezcla con sustancias dañinas.

Si tanto la calidad del cemento portland como la de la cal hidratada verifican las normas IRAM correspondientes y si se almacenan adecuadamente lejos de la humedad, no causarán problemas en obra. Cuando el color de las juntas de mortero es un factor crítico, se deben utilizar en toda la obra el mismo tipo y marca de cemento y de cal hidratada.

Al almacenar el acero para refuerzo en el lugar de la obra, se lo debe proteger de torceduras o flexiones accidentales; asimismo, hay que mantenerlo limpio, libre de lodo, aceites y otras sustancias extrañas que son perjudiciales para la adherencia. La oxidación superficial o las rebabas no dañan la adherencia.

Debe controlarse que el agua a utilizar sea potable y carezca de sustancias nocivas según lo establecido en la norma IRAM correspondiente.

Al ser acopiados en obra, los bloques deben estar suficientemente secos de manera de cumplir con las especificaciones relativas al contenido de humedad. Para lograrlo será necesario que los bloques sean apilados convenientemente aislados del suelo y recubiertos con elementos apropiados.

5.1.3 Preparación de la fundación

Antes de comenzar a levantar el muro, la fundación de apoyo (zapata corrida, platea, etc.) debe estar suficientemente limpia para facilitar la adherencia del mortero de unión, y razonablemente nivelada, para evitar juntas de mortero demasiado gruesas. Una vez controlada la limpieza y horizontalidad de la fundación, el albañil podrá comenzar a construir la pared. Se aconseja que la primera hilada sea levantada por el albañil más experimentado, pues un error en la hilada inicial incidirá negativamente en el resto de la pared.

5.1.4 Colocación del mortero



Figura 5.3

Se debe tener en cuenta que sólo se deben utilizar los tipos de morteros recomendados o que cumplan con los requisitos establecidos por la norma IRAM y que nunca deberá utilizarse un mortero cuando el tiempo transcurrido desde su preparación supere las 2 horas 30 minutos. Estos morteros deben ser descartados.

El mortero de junta debe distribuirse en fajas longitudinales sobre la cara superior del bloque ya colocado, y en las laterales de contacto del bloque por colocar, posteriormente a lo cual se procede a aplicar éste último, presionando hacia abajo y lateralmente contra el bloque adyacente hasta obtener la posición precisa. De esta manera se evita formar un puente hidráulico con la mezcla.

Para facilitar la colocación del mortero de junta en los tabiques longitudinales de los bloques, se aconseja cargar la cuchara, colocarla en posición vertical, luego rotarla 180° y por último hacer la descarga moviendo el brazo en dirección longitudinal.

5.2 Elevación del muro

Previamente a la iniciación de los trabajos, el albañil debe analizar e interpretar los planos de planta y elevación de la obra, para identificar todas las medidas de los vanos y de las aberturas de puertas y ventanas. Es importante que los esquinas se ubiquen tal como figuran en los planos de detalle. A continuación se procederá al replanteo de paredes, aberturas y juntas de control.



Figura 5.4

Los bloques de hormigón **no deben ser humedecidos** como los ladrillos comunes, a fin de evitar dilataciones y contracciones en la mampostería por cambios en el contenido de humedad, lo cual puede producir fisuras en las paredes. Si la temperatura ambiente es elevada y a fin de evitar que el mortero se "queme", se recomienda humedecer la superficie de asiento de la mezcla con una brocha.



Figura 5.5

5.2.1 Primera hilada

Una vez replanteado el muro, debe marcarse sobre el cimiento una línea de referencia para facilitar la alineación del borde externo de los bloques.

Comenzando por las esquinas, el albañil presentará la primera hilada a junta seca (sin mortero con junta libre de 1 cm) a fin de verificar la correcta modulación del tramo. Para mantener constante el espesor de la junta se aconseja colocar entre bloque y bloque un taco de madera de 1 cm de ancho. En esta etapa el albañil determinará si es necesario cortar algún bloque para salvar errores de modulación

Esta primera operación en seco también permite verificar el montaje de las aberturas. Para ello el albañil removerá los bloques de ese sector y verificará que el espacio libre sea el indicado en los planos. Se aconseja colocar primero todos los bloques de esquina a los efectos de ir sistematizando los trabajos de obra. Para ello, el albañil debe marcar la ubicación y el ángulo de las esquinas utilizando la escuadra metálica.



Figura 5.6

El uso de la regla marcada cada 20 cm proporciona un método rápido de encontrar el remate de la mampostería para cada hilada, y facilita la nivelación y horizontalidad del hilo guía. Una vez colocada la regla se puede comenzar a levantar la primera hilada. Para ello se distribuye una capa de mortero de aproximadamente 4 cm de espesor sobre la fundación, de ancho igual al espesor del muro. Cuando existan barras de refuerzo verticales, el albañil dejará un espacio alrededor de la armadura para facilitar el contacto directo del hormigón de relleno con el hormigón de la fundación

5.2.2 Esquinas

La elevación de las esquinas es el trabajo más preciso que debe enfrentar el albañil, pues de estas parten todas las referencias de medidas, plomo y nivel. Este trabajo se facilita mediante el uso de la regla metálica. Esta debe ser colocada verticalmente (aplomada) en ambas esquinas, y deberá sostener sin doblarse el hilo tendido entre ellas.

Luego de extendida la capa de mortero, se coloca cuidadosamente el bloque de esquina respetando las líneas marcadas en ambas direcciones. Luego se colocan los 4 bloques siguientes, a cada lado de la esquina. Por lo general se levantan inicialmente entre cuatro y seis hiladas de alto (en escalera), desplazadas medio bloque con respecto a la hilada inmediata inferior.



Figura 5.7



Figura 5.8

Si la esquina de bloques es a junta trabada y se levanta de manera que todos ellos estén nivelados, aplomados y alineados, el albañil podrá verificar que el desplazamiento horizontal entre hiladas se mantiene constante e igual a medio bloque. Para ello deberá unir en diagonal los extremos de los bloques con la regla o nivel, tal como se indica en la figura. Si los extremos de los bloques se alinean en una única línea recta diagonal, significará que las juntas de mortero verticales tienen el espesor adecuado. En caso contrario se deberá rehacer la esquina.



Figura 5.9

Con la regla de nivel se comprueba la nivelación de cada hilada. La nivelación y alineación de los bloques se corrige con pequeños golpes dados con el mango de la cuchara. Todo cambio por pequeño que este sea, en la ubicación de los bloques, debe ser efectuado antes que el mortero comience a endurecer. Si hubiese que efectuarlo después, el bloque y el mortero endurecido deben ser removidos, y se usará mortero fresco para colocar el bloque en su nueva posición.



Figura 5.10



Figura 5.11

5.2.3 Entre esquinas

Una vez realizadas las esquinas, se comienza a completar cada una de las hiladas colocando los bloques intermedios. En caso de no utilizarse la regla metálica vertical en las esquinas, tal como se describió anteriormente, se recomienda tender el hilo fijándolo al muro mediante un dispositivo adecuado, y nivelarlo.



Figura 5.12

Se ubica cada bloque en su posición definitiva, presionándolo hacia abajo y contra el bloque previamente colocado, con lo cual se consiguen juntas verticales y horizontales correctamente rellenas de mortero, y bien compactadas.

Debe aplicarse una cantidad de mortero suficiente para que al colocar el próximo bloque el mortero desborde hacia los costados del muro, dependiendo de ello el perfecto llenado y compactación de las juntas horizontales.

Golpeteando suavemente con el mango de la cuchara cada bloque se nivela y alinea al nivel dado por el hilo de albañil. El uso del nivel se limita, entre esquinas, a revisar la cara de cada bloque para mantenerlo alineado con el plomo de la pared.

Si alguna junta vertical u horizontal no quedara completa debe llenarse forzando el mortero dentro de ella. Esto puede hacerse sólo mientras el mortero esté fresco y elástico.

5.2.4 Bloque de cierre



Figura 5.13

Esta rebaba o excedente debe ser removida con la cuchara evitando manchar el bloque para ser mezclada nuevamente con el mortero fresco. Si algún bloque se ensuciara con mortero se recomienda dejarlo secar, pues en este estado es más fácil su limpieza con cepillo de cerda dura o con un trozo de bloque de hormigón.

La colocación del bloque de cierre requiere gran cuidado. Debe ser presentado en el hueco sin poner mortero para comprobar que queda suficiente espacio para las juntas. Al colocarlo todas las orillas deben ser cubiertas con mortero.

A medida que cada bloque es colocado en el muro, el mortero de junta es comprimido y desplazado hacia los bordes exteriores.



Figura 5.14

Todas estas operaciones e repiten hasta alcanzar la altura definitiva del muro. Al final del trabajo del día, para evitar que la lluvia penetre en los huecos de los bloques, se recomienda utilizar planchas de polietileno o lonas para cubrir la parte superior o cima de las paredes.

La aislación hidrófuga definitiva del coronamiento de la pared puede realizarse con una capa de mortero, cenefa metálica, etc.

5.2.5 Tomado de juntas:

La forma que adquiera la junta incidirá en la impermeabilidad y buen aspecto de la pared. Cuando el mortero se endurece como para dejar una impresión digital, las juntas deben ser allanadas con una herramienta metálica que se desliza por la junta, dejando la forma deseada. El marcador para juntas horizontales será de 55 cm de largo aproximadamente y de 12 mm de diámetro, con sus extremos doblados hacia arriba para evitar el arrancamiento del mortero, y tener una agarradera en el centro para facilitar su manejo.

Primero debe realizarse el tomado de las juntas verticales, seguido de las juntas horizontales con un marcador en forma de S. Después que las juntas han sido allanadas, deben eliminarse las rebabas o excedentes de mortero de la superficie de la pared con la cuchara, o removerlas refregándolas con una bolsa de arpillera o la brocha seca.



Figura 5.15

Las siguientes figuras muestran esquemáticamente formas adecuadas e incorrectas de realizar el tomado de juntas.

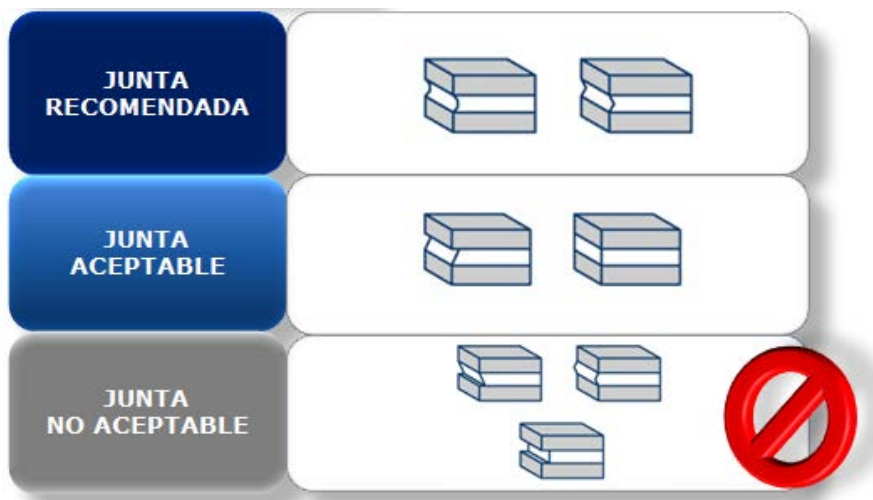


Figura 5.17

5.3 Colocación de armaduras

El acero para refuerzo debe colocarse como se estipule en los planos o las especificaciones. De no ser posible colocarlo como se detalla, cualquiera que sea el motivo, se debe notificar al arquitecto y/o ingeniero a cargo de la obra.

Las armaduras integrantes de la mampostería reforzada con armadura distribuida deberán mantenerse en posición correcta durante la colocación del hormigón. Para dicho tipo de mampostería, las longitudes de empalme, recubrimientos y separaciones de las barras verticales de la armadura, deberán satisfacer los mismos requisitos que se establecen para las estructuras de hormigón armado.

Detalles constructivos

A continuación se presentan una serie de gráficos con detalles constructivos referidos al armado de la mampostería resistente de bloques de hormigón.

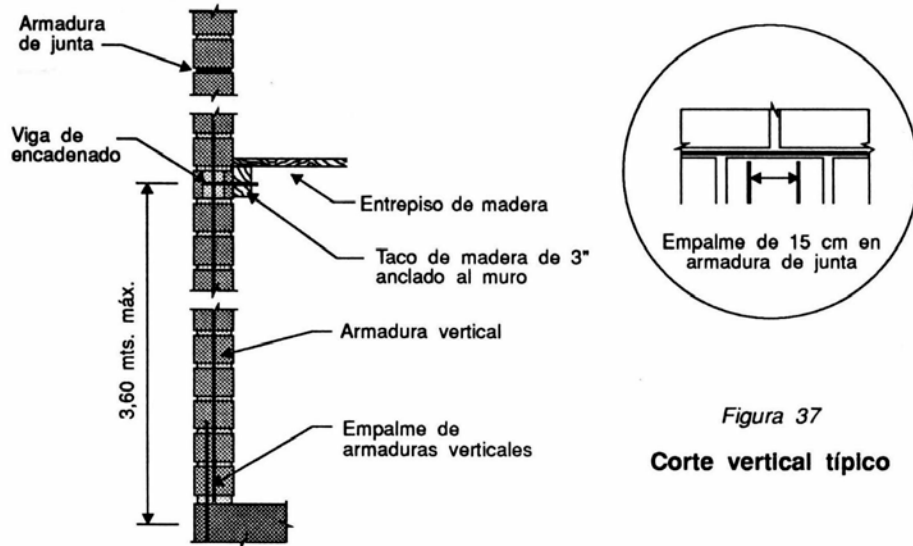


Figura 5.18

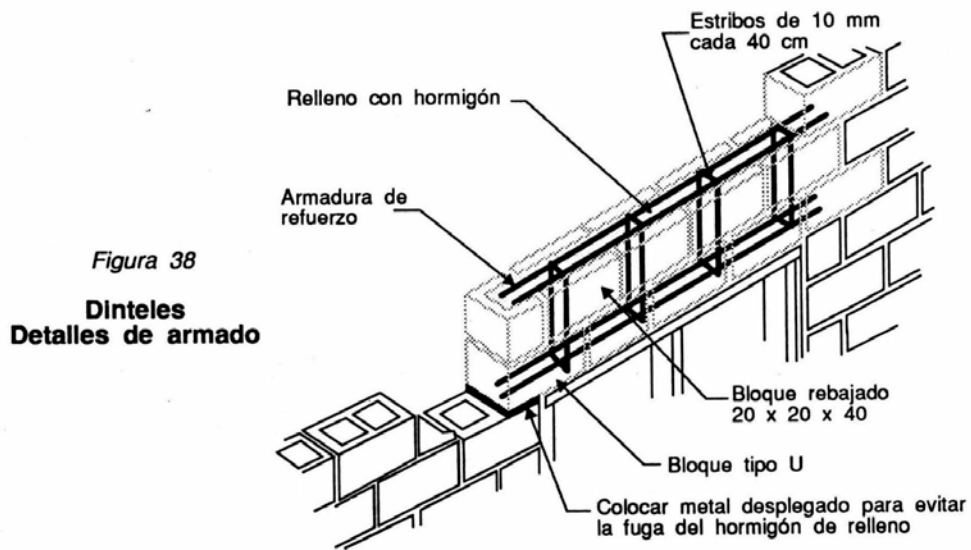


Figura 5.19

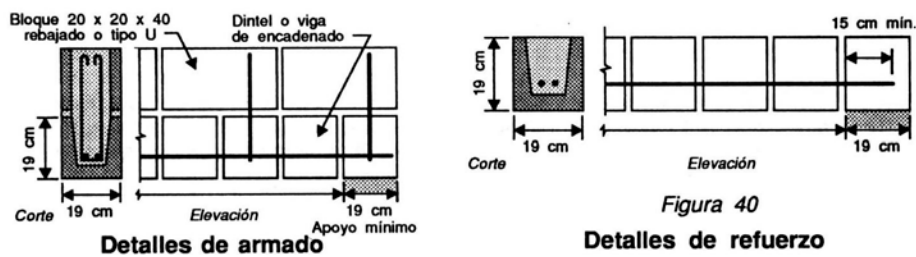


Figura 5.20

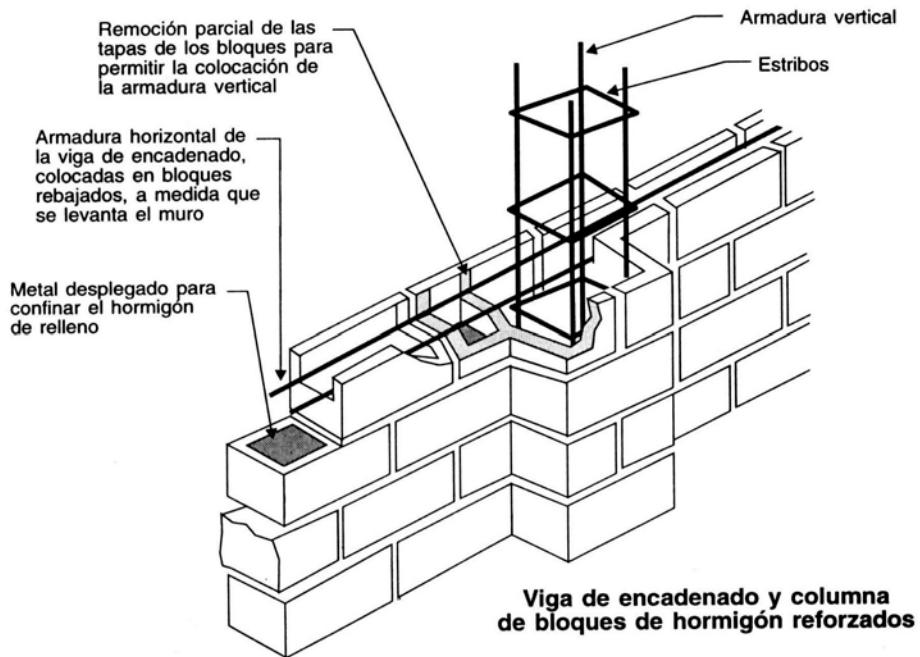


Figura 5.21

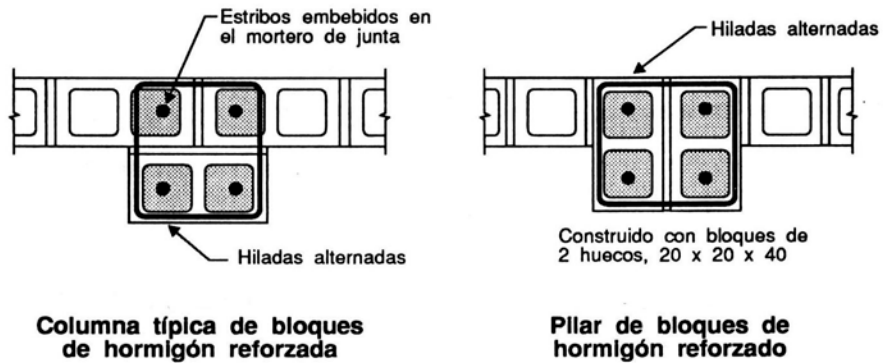


Figura 5.22

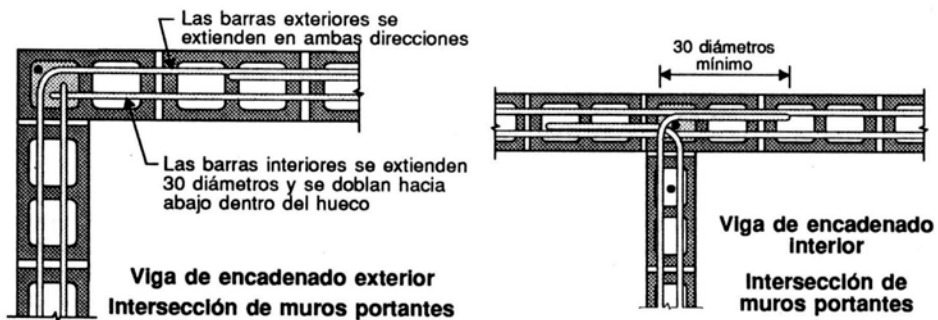


Figura 5.23

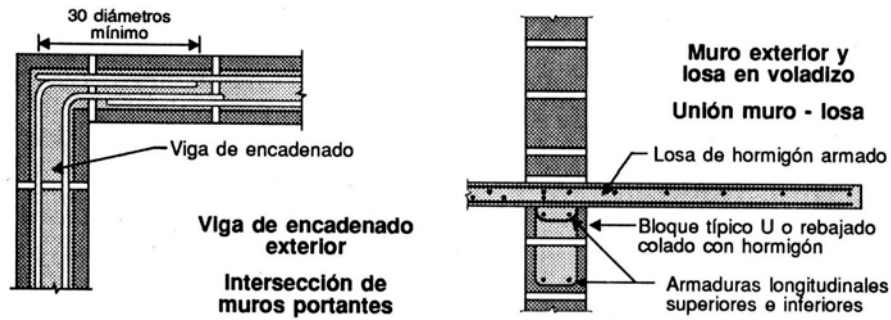


Figura 5.24

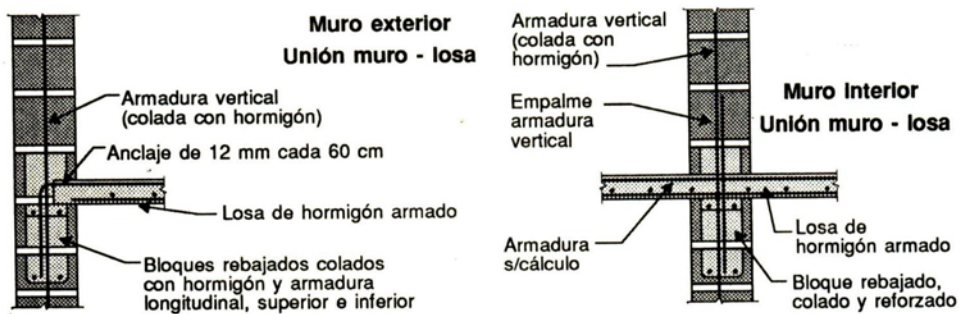


Figura 5.25

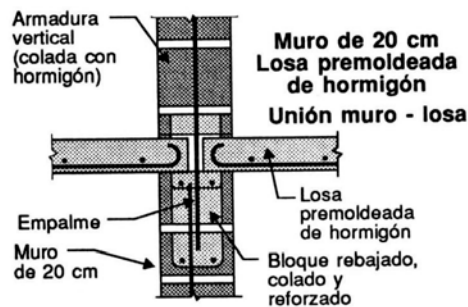


Figura 5.26

5.4 Colado del hormigón de relleno

El hormigón de relleno es una mezcla fluida que tiene la finalidad de solidarizar las armaduras con la mampostería, llenando los huecos donde se encuentran las barras de acero.

Antes de llenar los huecos de los bloques de hormigón que van a conformar las columnas y/o vigas de la estructura es necesario verificar la limpieza de los mismos. Se debe eliminar todo resto de mortero que pueda interrumpir la vinculación entre los hormigones.

Los huecos verticales que se van a rellenar deben estar perfectamente alineados para obtener una sección de llenado continua y sin obstrucciones. Los huecos horizontales, destinados a conformar vigas de encadenado, deben confinarse horizontalmente con mallas de alambre, láminas de metal o unidades especiales de bloques para evitar que en el momento del llenado el mortero u hormigón fluya hacia los huecos que no deben recibirlo.

5.4.1 Colado a bajo nivel

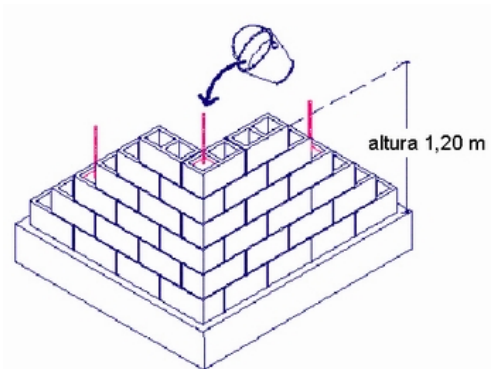


Figura 5.27

En este caso el nivel de vaciado no debe superar los 1,2 m de altura. Antes de proceder a colar el hormigón o mortero de relleno, se colocan las barras de acero, los pernos de anclaje y todo elemento metálico destinado a quedar inmerso en el hormigón. Se da suficiente tiempo para que fragüen las juntas de mortero y puedan soportar la presión del mortero u hormigón de relleno, el que debe ser vertido en los huecos hasta una altura menor que el nivel de la hilada superior de la alzada. Esto forma un amarre en las juntas de vaciado en coladas sucesivas (la última alzada se vierte hasta el extremo del muro).

La altura de cualquier alzada de micro hormigón de relleno no debe exceder de aproximadamente 1,2 m, y debe vibrarse en el lugar con un vibrador de cable flexible o bien picarse con un bastón de madera.

La ventaja principal del método de vaciado a bajo nivel consiste en que no se precisan aperturas para inspección y que el trabajo puede supervisarse adecuadamente desde el extremo superior de la construcción a 1,2 m.

Todas estas operaciones se repiten hasta alcanzar la altura definitiva del muro. Al finalizar el día de trabajo, para evitar que la lluvia penetre en los huecos de los bloques, se recomienda utilizar planchas de polietileno o lonas para cubrir la parte superior ("cima") de las paredes.

5.4.2 Colado en altura:

En este caso, los muros se construyen en toda su altura antes del vaciado. Se deben calar ventanas de limpieza que no deben medir menos de 5 cm x 7,5 cm y estarán en la parte inferior de todas las celdas que contengan refuerzos.



Figura 5.28

Los restos de mortero de la junta y los derrames se limpian de los huecos a rellenar y del acero de refuerzo antes del llenado. Aquí, el término limpieza no significa limpieza quirúrgica, si no tan solo retirar los materiales dañinos sueltos que están en los lugares donde se va a colar el hormigón o mortero. Algunas prácticas consisten en limpiar con agua los derrames de mortero dos veces al día o con más frecuencia en tiempo de calor. Sin embargo, se prefieren otros métodos, porque no conviene que los huecos estén mojados antes de llenarlos. El hormigón o mortero se vierte en todos los huecos que contienen refuerzos y los otros huecos previstos, llenándose hasta una altura menor que el nivel de la hilada superior de la alzada.

Se puede colar el hormigón hasta la altura de un piso completo en un día usando una bomba para micro hormigón, previamente se efectúan ventanas de limpieza, haciendo huecos en las caras de los bloques en la parte inferior de los muros, o dejando fuera algunas unidades completas. Esto permite quitar el exceso de mortero que haya caído dentro de las celdas antes del hormigonado. Para colar el micro hormigón de relleno en altura se recomienda:

- Ventanas de limpieza en la parte inferior de las columnas a llenar
- Alineación vertical de las celdas de inspección con un tamaño no menor a 5 cm x 7,5 cm
- Colar el mortero u hormigón cada 1,20 m y vibrarlo, asegurándose de introducir el vibrador de 30 a 45 cm en la camada previa.

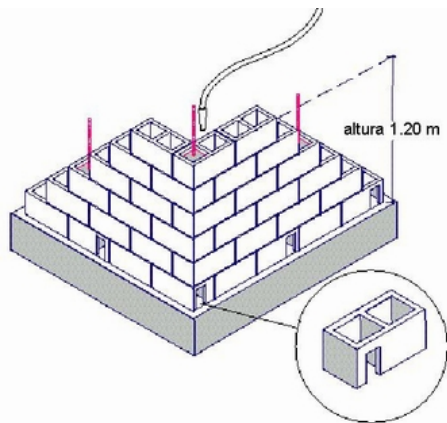


Figura 5.29

Las obstrucciones provocadas por exceso de mortero o desperdicios en las celdas de los bloques pueden removerse con chorros de agua a alta presión, con una varilla de hierro o pala o con aire comprimido.

El hormigón o mortero de relleno no debe vaciarse hasta que el mortero de las juntas tenga suficiente tiempo de fraguado para soportar adecuadamente la presión del hormigón o mortero colado; y no antes de 3 días, de manera que el mortero de asiento de las juntas alcance la resistencia necesaria.

Las barras de refuerzo, pernos de anclaje y todo elemento destinado a quedar empotrado en el hormigón, como así también las tapas de los huecos de limpieza, deberán estar bien colocados en sus lugares antes de empezar a vaciar el micro hormigón. Conviene realizar una inspección continua durante la operación de vaciado.

Mientras se vierte el hormigón se debe compactar mediante un vibrador de cable flexible, un bastón de madera u otro utensilio adecuado. No se deben verter alzadas de más de 1,2 m, luego de lo cual es preciso esperar un lapso adecuado para su compactación y la absorción del exceso de agua (generalmente entre 15 y 60 minutos). Antes de que el hormigón pierda plasticidad es necesario realizar una segunda compactación. Después se vierte una nueva alzada de 1,2 m. Si los tiempos de vaciado lo permiten, la re-consolidación del vaciado anterior y la consolidación del vaciado siguiente se pueden hacer en una misma operación. La altura total de cualquier sección de muro se debe completar en un día. Es preciso tener cuidado especial cuando las temperaturas disminuyen a menos de 4° C a fin de evitar el congelamiento del hormigón de relleno.