MAMPOSTERIA DE FACHADA PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

La mampostería es un arte que combina principios de la ingeniería con la estética arquitectónica. La construcción de muros de fachada utilizando ladrillos Santafé y sus chapas, no solo requiere habilidad técnica, sino también un enfoque meticuloso y una planeación adecuada para garantizar la durabilidad, seguridad y belleza de la obra final.

Las piezas utilizadas en la construcción de muros de fachada deben cumplir la norma NTC 4205-3. Los muros deben cumplir los requisitos del capítulo A.9 (Elementos No Estructurales) del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10, y en el caso particular de los muros de fachada en mampostería, se debe cumplir con los requisitos generales y constructivos estipulados en el título D de la NSR-10.

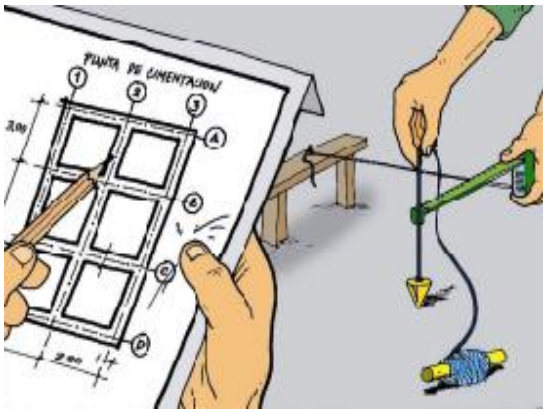
Las indicaciones y recomendaciones contenidas en el presente documento aplican para las piezas de fachada de Ladrillera Santafé de tipo Prensado Liviano, Prensado Macizo, Portanntes, Gran Formato, Tolete Fino Liviano y las Piezas Estructurales o Bloques instalados como fachadas.

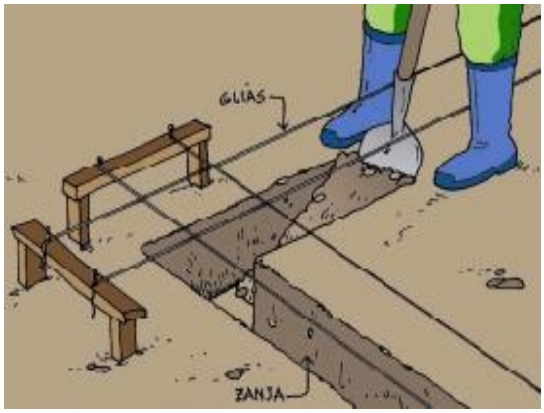
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

A continuación, se presentan las consideraciones y recomendaciones más importantes para la construcción de muros de fachada en mampostería.

1. **Verificación y Replanteo de Ejes.**

- Se debe identificar el área y ubicación del terreno confrontando la información con los planos, verificando linderos con otros predios y si es necesario, se realizará una explanación y nivelación, luego se verificarán los ejes. Se deben colocar mojones, fijar niveles y líneas guías que sirvan de referencia durante la construcción.

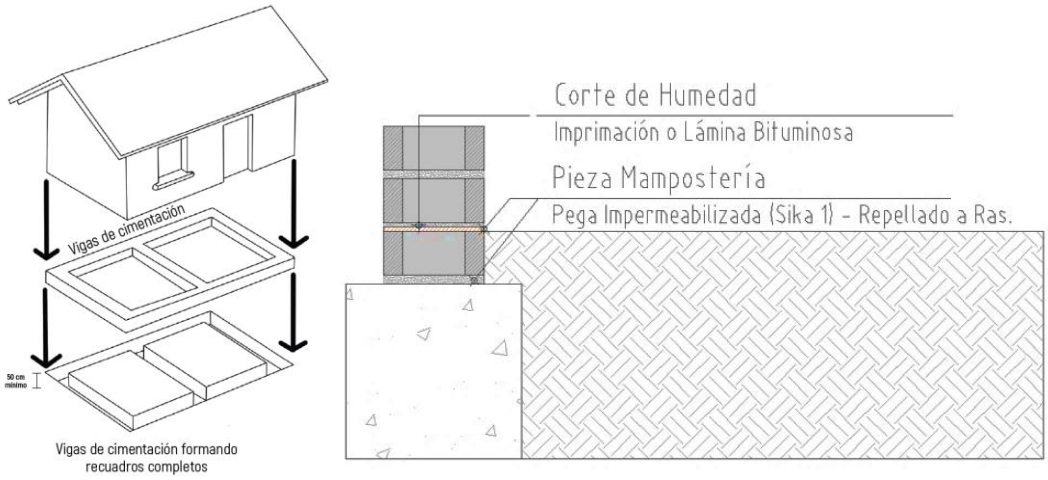




Verificación de ejes. (Tomado de AIS, 2002)

2. Construcción de la Cimentación.

- En el arranque del muro sobre la cimentación, se recomienda disponer una barrera impermeable que evite la ascensión capilar del agua e impermeabilizar correctamente la cara posterior en contacto con el terreno (en muros de contención, jardineras, etc.)



Detalle constructivo para cimentación del muro. (Tomado de UNGRD, 2021)

- Los muros deben arrancar de una viga de cimentación o de una placa de entrepiso.

- La cimentación debe ser competente para transmitir con seguridad el peso y las cargas de la vivienda al suelo. Previamente a este paso se habrá tenido en cuenta la mejora de suelo y si fuera necesario utilizar un concreto ciclópeo. Se debe verificar la ubicación de los refuerzos de arranque y bajantes según los planos estructurales y de redes.

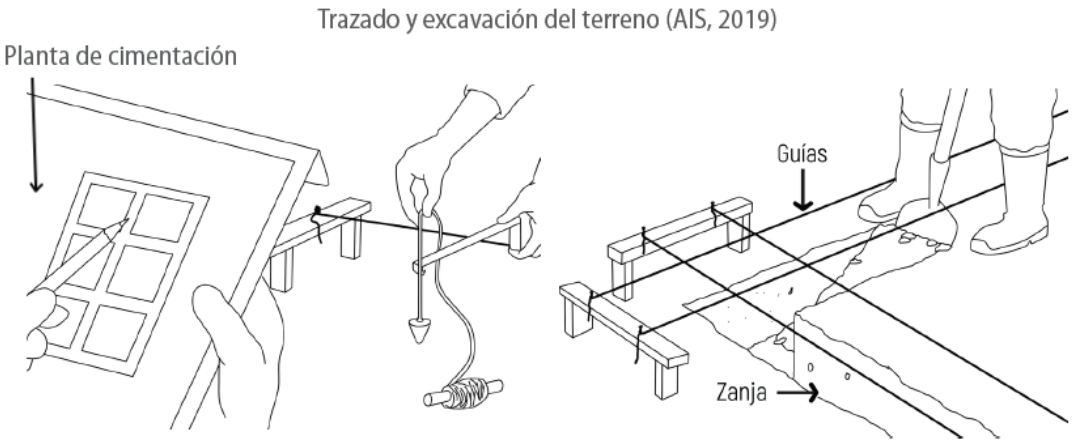
3. Localización Hierros Arranque de Muros.

- Se deben dejar implantados los arranques de refuerzo según las especificaciones del plano de elementos no estructurales, es necesario realizar la rectificación y localización de los muros antes de comenzar a construirlos.

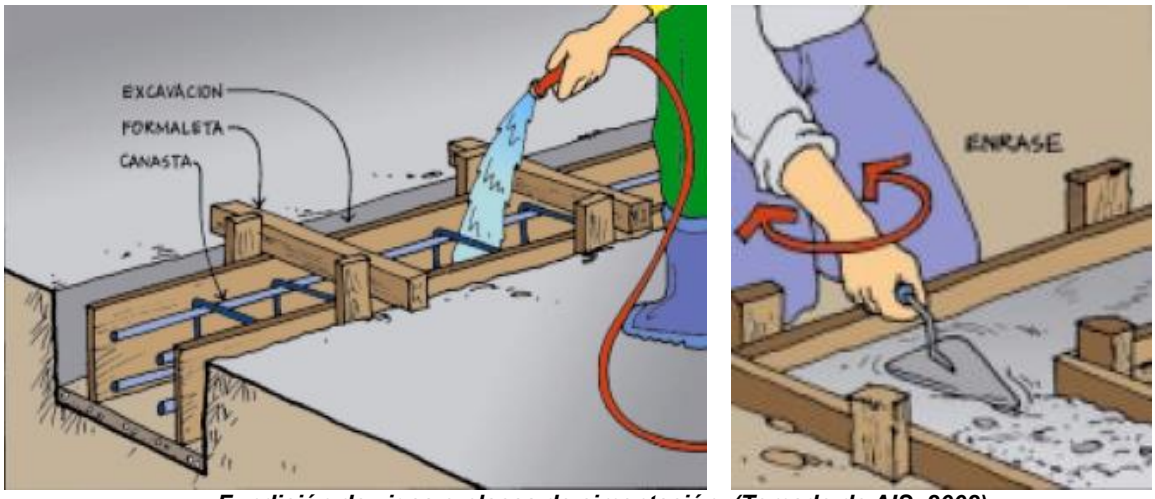
- En los casos en los cuales no se hubiera dejado localizado el refuerzo vertical especificado en los planos de elementos no estructurales, es necesario anclar con un adherente de anclaje las barras en la placa.

4. **Fundida de la cimentación.**

- Se funde la cimentación o placas teniendo en cuenta la ubicación prevista de los refuerzos de arranque. En esta etapa es importante un buen curado del concreto para garantizar su adecuado fraguado o endurecimiento.



(Tomado de UNGRD, 2021)



Fundición de vigas o placas de cimentación. (Tomado de AIS, 2002)

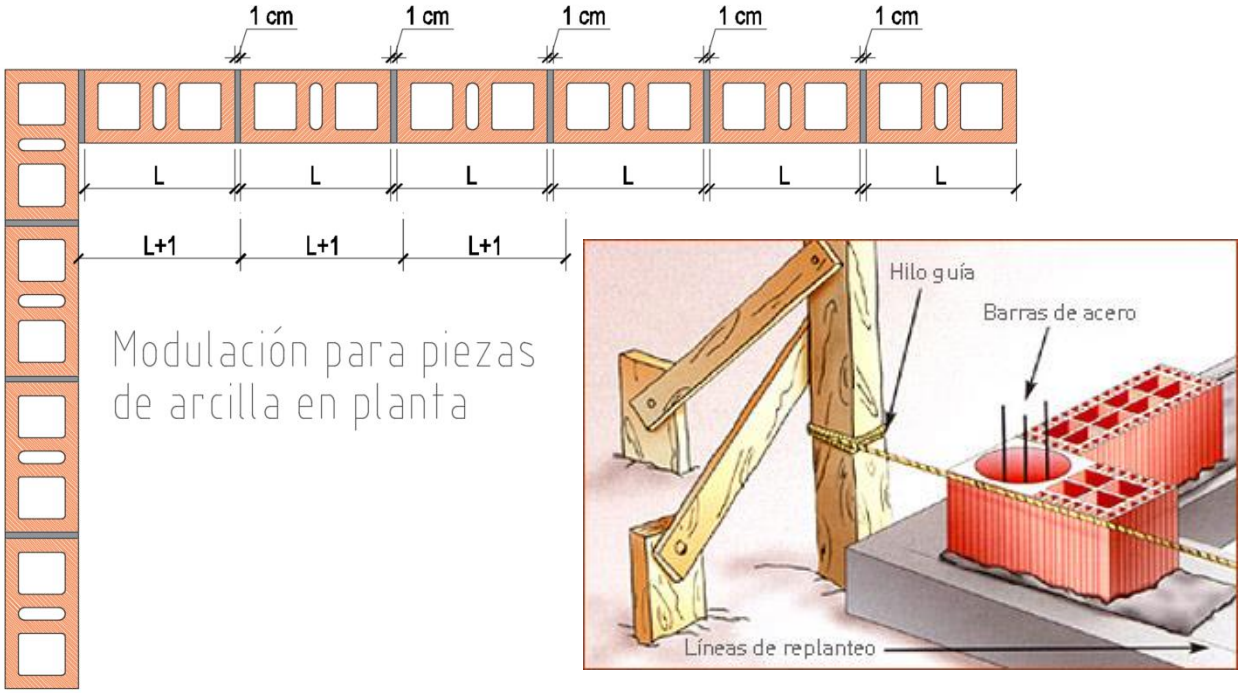
5. **Colocación de la primera hilada y distribución de las piezas en planta.**

- Se deben identificar las piezas que harán la función de ventana de inspección con sus respectivas tapas donde se requiera y haya hierros de refuerzo y cuando las dovelas estén totalmente rellenas. Se cortarán previamente en la central de corte de la obra.

Ventanas de inspección en piezas de la primera hilada.

- Una de las claves para lograr una fachada exitosa y duradera es la modulación. Este concepto no solo se refiere a las dimensiones y la repetición de los elementos constructivos, sino también a cómo estos interactúan armónicamente entre sí, sus variaciones dimensionales y con el entorno. Una modulación bien planificada asegura que la estructura no solo sea técnicamente sólida, sino también visualmente atractiva.

- Para conseguir lo anterior, las piezas de la primera hilada se colocarán en seco para evitar errores en el resto del muro, en los extremos se colocarán los ladrillos guía. En la primera hilada como en las en las demás se tendrá en cuenta un 1cm de espesor de mortero de pega.



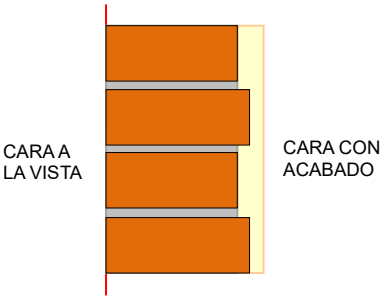
Modulación en planta de las hiladas de mampostería.

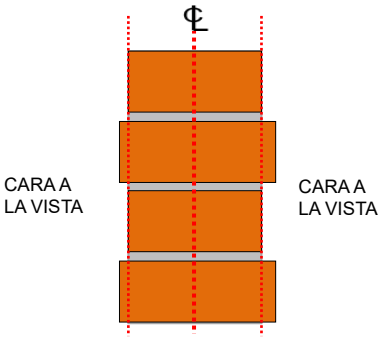
- Las piezas de mampostería podrían presentar variaciones dimensionales inherentes a su proceso de fabricación. Estas discrepancias, aunque a menudo mínimas y reguladas por las normas técnicas, pueden acumularse y resultar en desviaciones significativas de la longitud teórica de diseño de un muro si no se toman las medidas de planificación correctas. Por tanto, es necesario considerar y aplicar algunas estrategias para compensar estas variaciones las cuales se citan a continuación.

  - *El muro es visto por una cara, generalmente exterior o de fachada y por la otra lleva acabado.*
    Se define entonces que la cara vista o exterior lleva el plomo del muro y las diferencias del ancho de la pieza quedan hacia adentro o donde va el acabado.

  - *El muro es a la vista por las dos caras.*
    Cuando el muro se localiza en la fachada. Se deberá seguir la recomendación anterior, o sea aplomar la cara que está al exterior y las diferencias se dejan en la cara interior. Esto porque la luz del día y cuando el sol está en el zenit, se resaltan las variaciones dimensionales, que, aunque es por unas pocas horas, afecta la apariencia del muro.

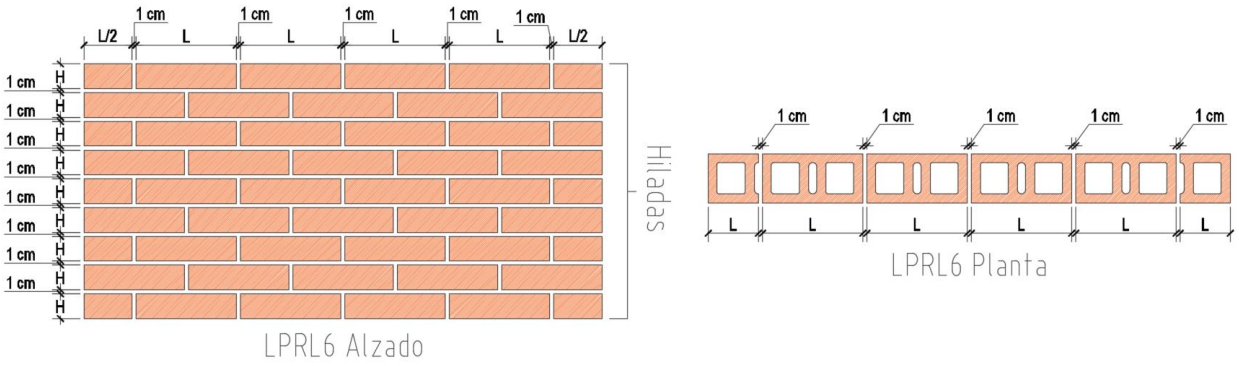
  - *El muro esta al interior de la edificación.*
    Se pueden distribuir las variaciones dimensionales del ancho de la pieza a cada cara del muro, o sea se centra la pieza en el eje del muro. En este caso no se tiene la situación que implica cuando recibe el sol.





6. Distribución de piezas en altura.

- De la misma manera que se realiza en planta, se debe verificar la correcta distribución y modulación en altura a medida que se van subiendo las hiladas con el fin de evitar cortes inapropiados en las piezas de remate en los extremos del muro.

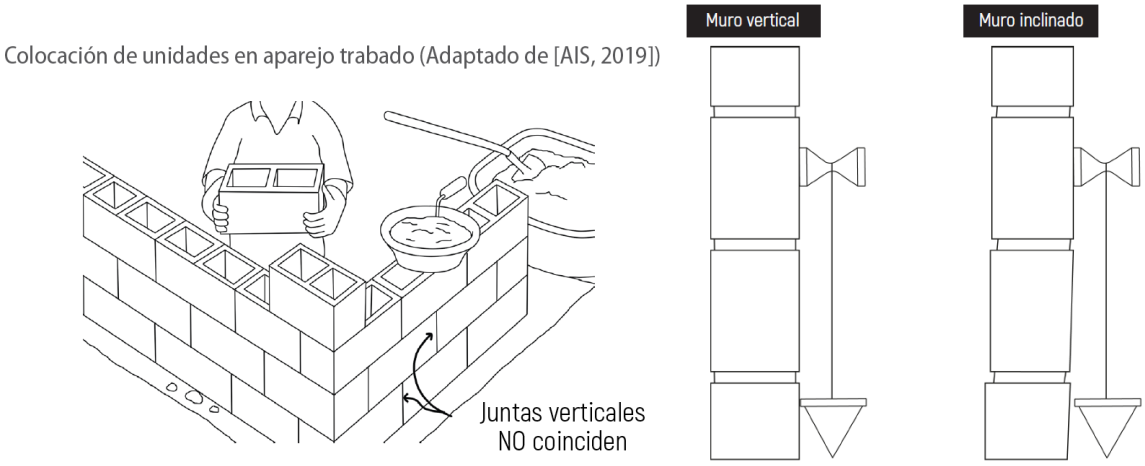


Modulación en planta y alzado de las hiladas de mampostería.

- Para un correcto alzado de los muros, se deberá trazar en las boquilleras la distribución en altura, se deberán pasar los niveles entre las boquilleras. Se debe subir el nivel de los muros teniendo en cuenta los espacios y vanos de ventanas, identificar e instalar el refuerzo horizontal o RAM y se utilizaran morteros definidos por el diseñador estructural.

Modulación en planta y alzado de las hiladas de mampostería. (Tomado de AIS, 2002)

- Las hiladas tanto horizontales como verticales debe n quedar rellenas de mortero de pega entre las piezas y con un aparejo trabado de las unidades, es decir, no se recomienda levantar estos muros con el conocido aparejo en petaca. El uso de la plomada, permite verificar el correcto alzado del muro.

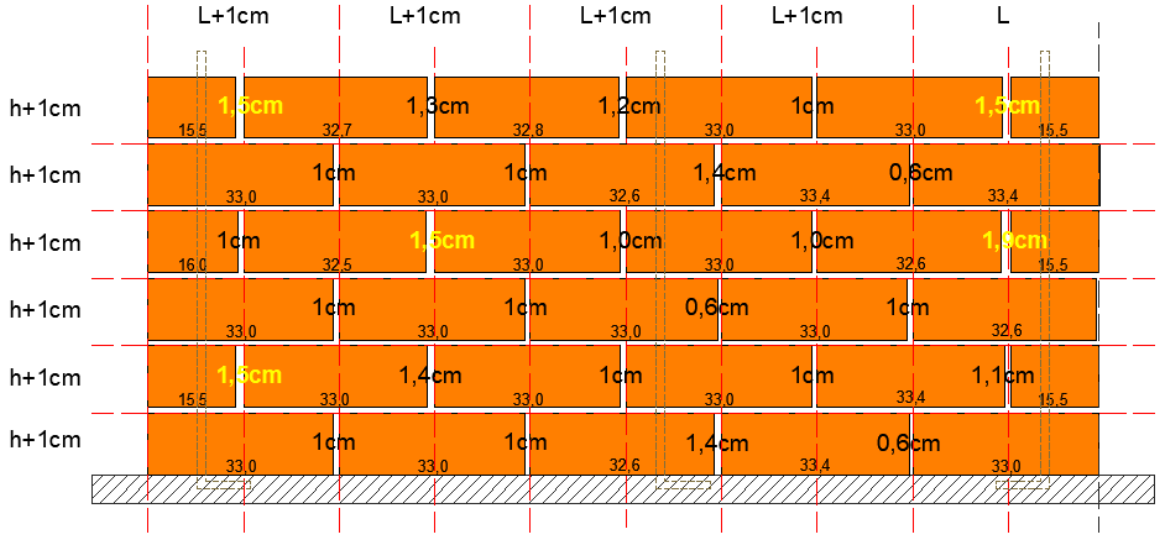


Modulación en planta y alzado de las hiladas de mampostería. (Tomado de UNGRD, 2021)

- Para mantener bajo control la variación dimensional, se sugiere considerar la siguiente premisa: Al exagerar las dimensiones, cuando se dispone de una junta de 1 cm (valor sugerido por Ladrillera Santafé), esta absorberá el excedente o la deficiencia de longitud

permitida en la pieza, expandiéndose o contrayéndose dentro del rango de variación dimensional aceptable para dicho componente. Este rango es en el largo de la pieza de ±4 mm para tipos como Prensado Liviano, Prensado Macizo, Tolete Fino Liviano y Piezas Estructurales o Bloques utilizados en fachadas, y de ±5 mm para piezas de Gran Formato, de acuerdo con las normativas vigentes.

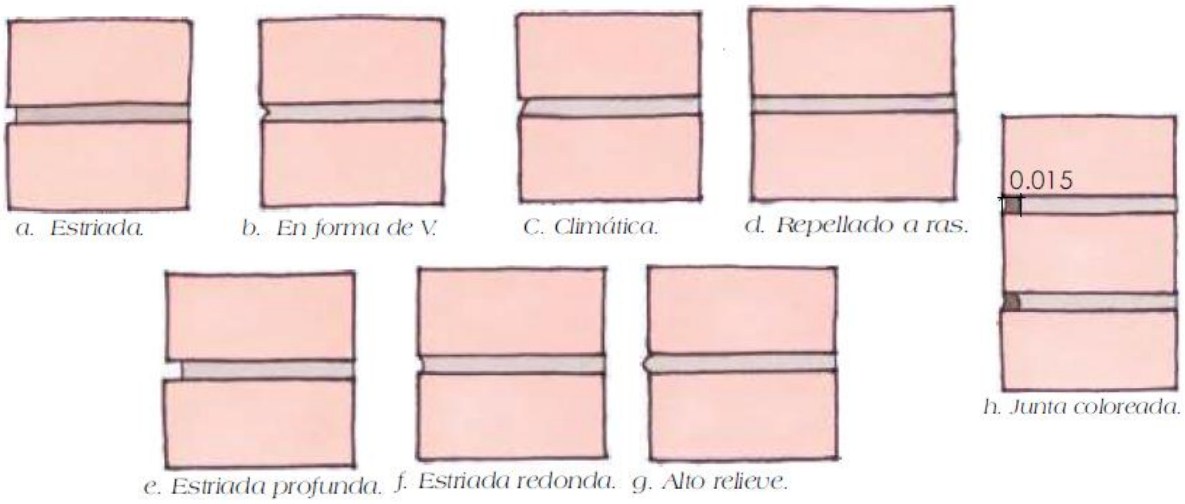
- Para ilustrar este concepto, imaginemos una pieza de 33 cm de largo que requiere unir a otra pieza de manera que la junta tenga en promedio 1 cm de ancho para cumplir con la longitud de muro especificada en el diseño. Si la longitud real de la pieza es, por ejemplo, de 33.4 cm, la junta absorberá el exceso de 0.4 cm, manteniendo la longitud final dentro del rango permitido (esta longitud de modulación siempre corresponderá a "L+1" siendo L el largo de la pieza). Del mismo modo, si la longitud real es de 32.6 cm, la junta compensará la falta de 0.4 cm, asegurando nuevamente que la dimensión final cumpla con las especificaciones establecidas (L+1).



Ajuste de la modulación por variaciones dimensionales.

- El emboquillado de la junta de mortero o pega se puede rematar de distintas maneras, tal y como muestran las siguientes ilustraciones. Igualmente se puede utilizar mortero de diferentes colores para un efecto de contraste en el caso de las piezas oscuras o claras de Santafé. Se debe verificar el correcto llenado de las juntas horizontales y verticales con el mortero de pega y retirar los excesos de este procurando que no se contamine ni esparza sobre la cara del ladrillo.

- Una ejecución deficiente del emboquillado provoca que en tiempo de lluvia el agua pueda penetrar hacia el interior del muro cuando encuentre algún punto vulnerable, por lo cual, si se quiere ranurar o estriar la pega, se debe hacer de tal manera que no permita la acumulación de agua, más exactamente en el caso de la de forma corchete "[“o estriada; ya que este tipo de ranura permite el paso de agua dentro de la edificación, generando humedades y manchas en las piezas de arcilla.



Posibilidades para emboquillado de juntas.

Apariencia real de diferentes tipos de emboquillado.

- En las siguientes fotos se ilustra el proceso de la primera hilada o forme, y la nivelación y distribución de hiladas en altura:

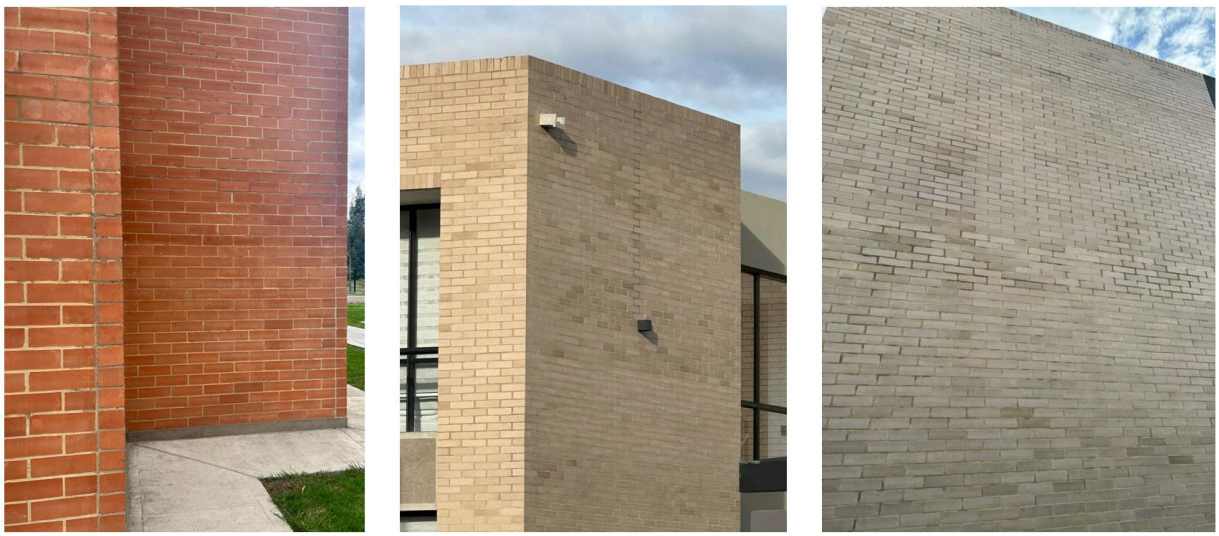
Nivelación para distribución de hiladas en altura

Posibilidades para emboquillado de juntas.

Localización del refuerzo vertical y dilatación contra el sistema estructural.

- No se conoce un código de construcción que indique la tolerancia para el espesor de las pegas. En este caso sugerimos adoptar las tolerancias constructivas que trae el reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 en la Tabla D.4.2-2 - Tolerancias constructivas para muros de mampostería, de allí la recomendación de 1 cm de espesor de la pega referida en incisos anteriores.

- El mortero que se utilice deberá cumplir con lo especificado en el diseño de mezcla y la resistencia especificada para su aporte a la resistencia final de la mampostería. Su color depende del color del cemento, arena, cal y pigmentos empleados, así como de las cantidades que se utilicen de los mismos para obtener la mezcla final. Es recomendable utilizar la misma calidad durante toda la construcción para garantizar características constantes y uniformes, así como su tonalidad.



Utilizar morteros claros y oscuros en la misma fachada, afecta considerablemente la apariencia de la mampostería debido al contraste de este mortero con las piezas.

- El mortero se dispone en la pieza como se indica en las siguientes figuras. En las piezas rugosas se procurará no tapar los poros del ladrillo, de no hacerlo así, el lavado de los muros será más laborioso y difícil.

Localización del refuerzo vertical y dilatación contra el sistema estructural.

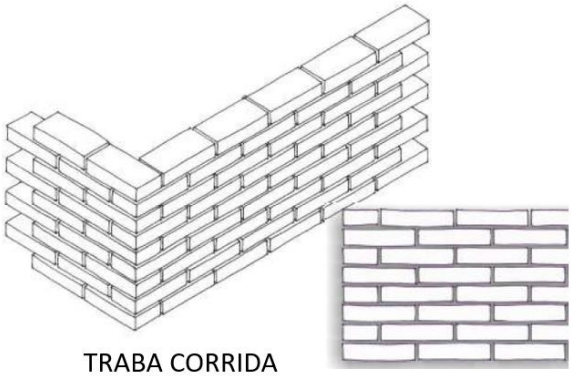
- Se instalarán piezas tomadas de diferentes estibas para permitir un mezclado de éstas. A medida que se levanta el muro se colocan las instalaciones de servicios necesarias verificando que estas no tengan interferencias con las dovelas y aceros de refuerzo.

Localización de redes en las celdas de la mampostería durante su proceso de construcción.

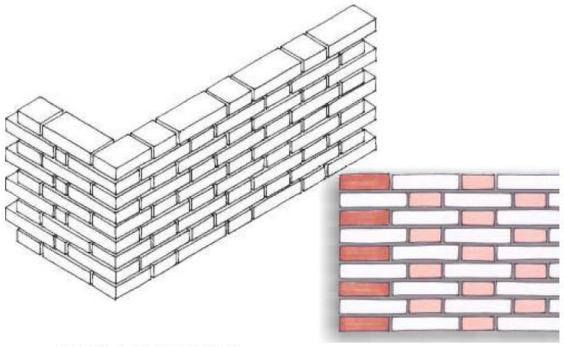
- Los muros recién ejecutados se deben proteger de la lluvia con plásticos, sobre todo en la parte superior, evitando las siguientes incidencias:
  - Que los finos del mortero sean arrastrados por el agua reduciendo considerablemente sus características físicas.

- Que disuelva las sales y otras sustancias provocando la aparición de eflorescencias y manchas.
- Que el agua erosione las juntas de mortero deteriorando el aspecto funcional y estético del cerramiento.

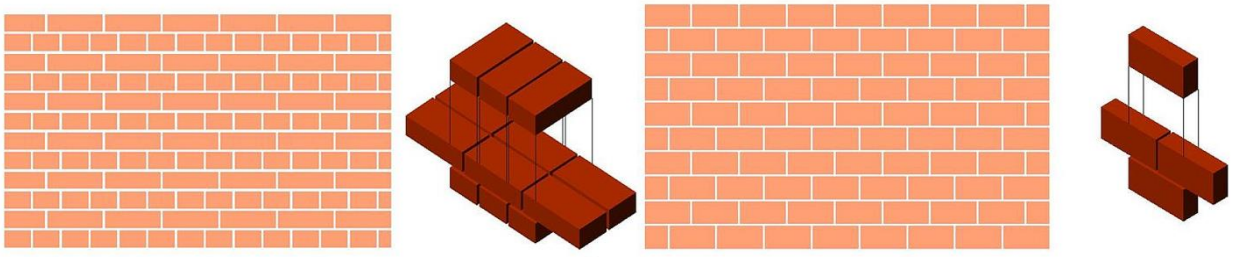
- Durante la instalación de las piezas de fachada es posible utilizar distintos tipos de aparejos como se muestra a continuación.



TRABA CORRIDA

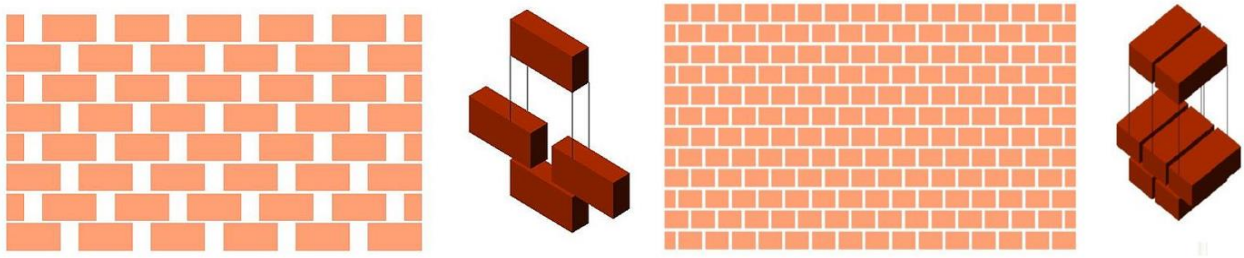


TRABA FLAMENCA



APAREJO INGLES

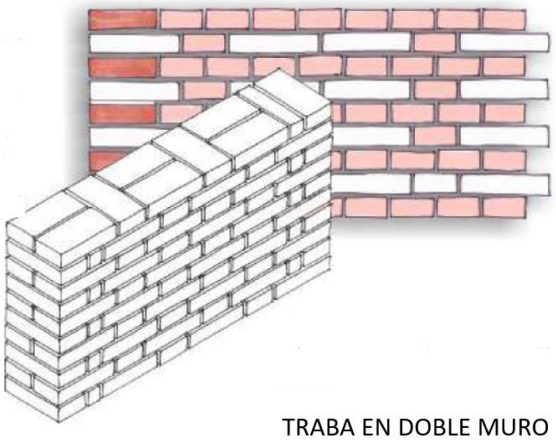
APAREJO EN PANDERETE



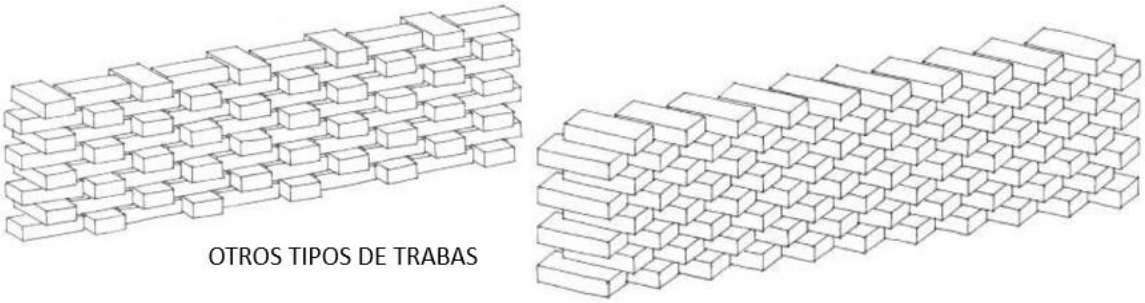
TRABA PALOMERO

TRABA TIZON

Aparejos más comunes para utilizar en fachadas.



TRABA EN DOBLE MURO



OTROS TIPOS DE TRABAS

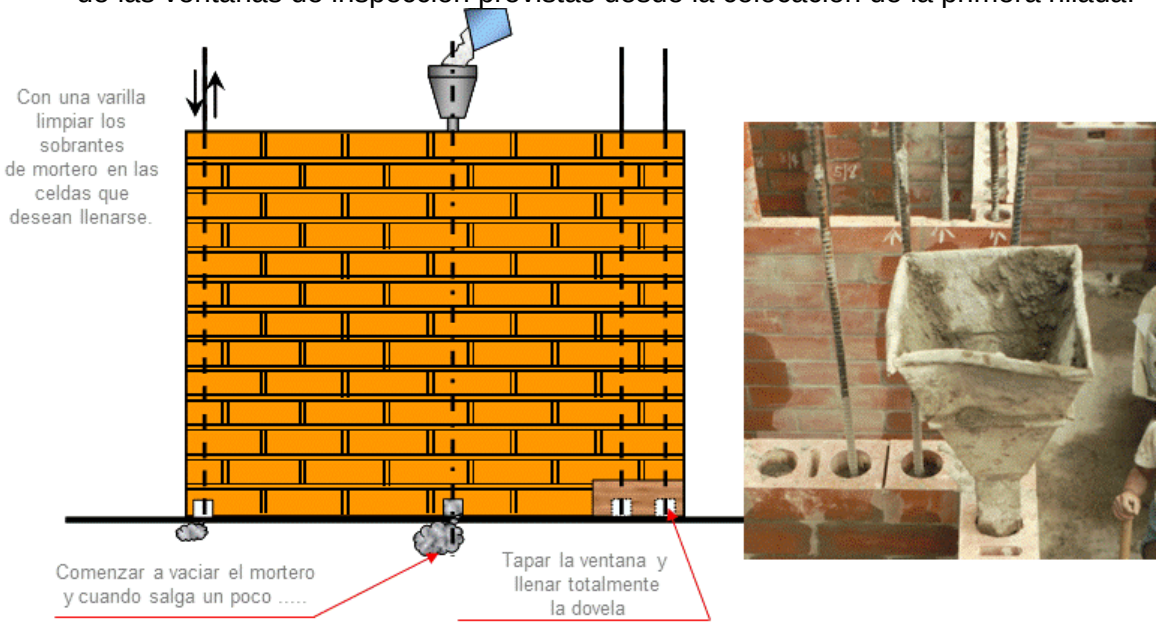
Otros tipos de aparejos en fachadas.

7. Rellenado de celdas.

- Se deben limpiar las celdas con la misma varilla de traslapo utilizadas en el refuerzo para limpiar los sobrantes del mortero de pega, se retiran los residuos por la ventana de inspección, luego se iniciará el llenado de las celdas en su totalidad.

Rellenado de celdas.

- Se debe verificar el llenado total de la dovela, allí juega un papel fundamental el uso de las ventanas de inspección previstas desde la colocación de la primera hilada.



Rellenado de celdas.

- Como verificación complementaria se debe tener en cuenta que, a causa del agua presente en la mezcla del mortero de relleno, se pueden generar algunas huellas de humedad en forma de columnas de tonalidad más oscura, las cuales deberían ser continuas, como evidencia de que el mortero bajó hasta la parte inferior y rellenó en su totalidad la celda tal y como se ejemplifica a continuación.

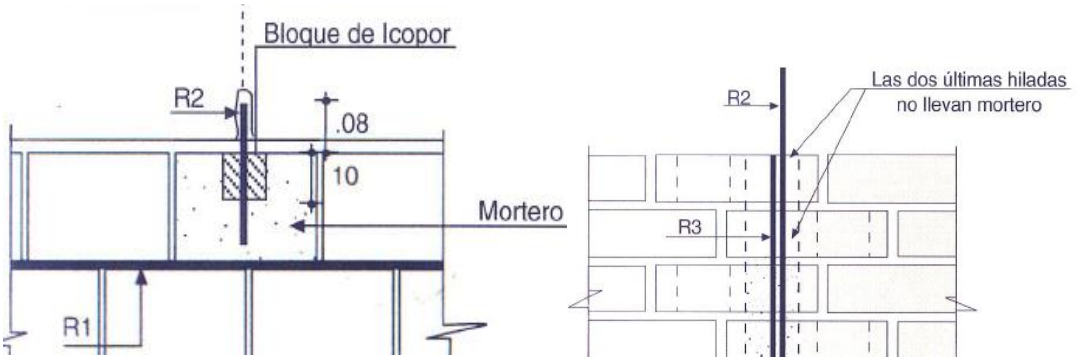
Marcas de humedad que atestiguan el correcto llenado de las dovelas.

Una vez ha fraguado el mortero de relleno, estas marcas de humedad deberían desaparecer de forma paulatina.

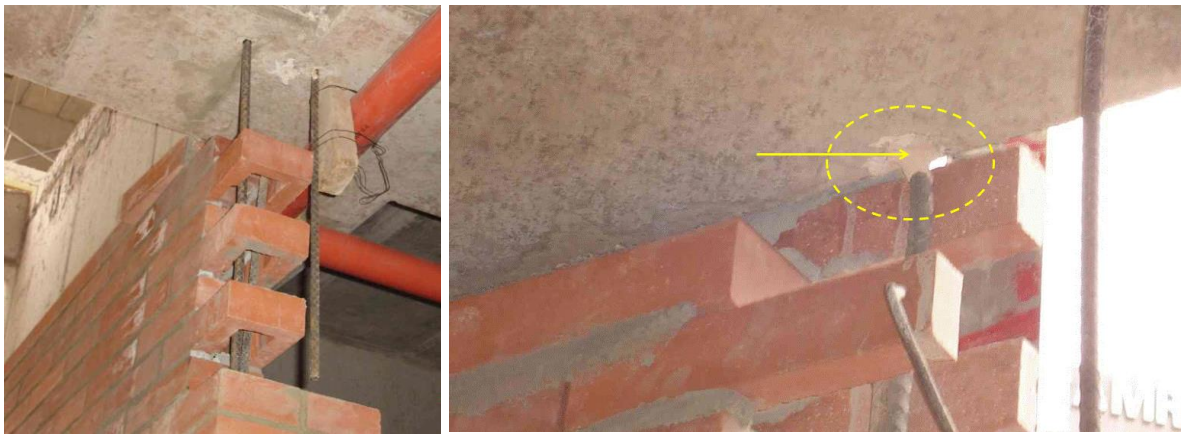
8. Detalles constructivos: Anclajes y Dilataciones.

A continuación, se relacionan algunos detalles constructivos típicos y registro fotográfico que pueden servir de referencia para diseñadores y constructores:

- ***Anclaje del refuerzo en la placa superior*.**



Anclaje superior a Estructura (Tomado de "Manual de Diseño para muros divisorios y de Fachada" de Ladrillera Santafé)



Anclaje superior a Estructura

- ***Dilatación de la mampostería contra la estructura.***

- Es necesario, que las fachadas (y muros divisorios) que no hacen parte del sistema de sismorresistencia de la edificación, se encuentren separados de la estructura principal, por lo cual es necesario el uso de dilataciones mediante poliestireno expandido (también conocido en Colombia como "*ICOPOR"*) o epóxicos especializados tal y como se muestra a continuación.

Dilataciones de los elementos no estructurales

- A manera de recomendación, la dilatación horizontal entre la placa superior y el muro de fachada debería ser mayor a las deflexiones máximas esperadas para la placa de entrepiso; mientras que para la dilatación vertical entre la parte lateral del muro y la columna o muro estructural, la separación debería ser mayor a la deriva de piso calculada en el análisis estructural.

9. Limpieza de los Muros.

- Cuando se termina la construcción de los muros y las actividades a su alrededor tales como enchapes, pañetes, pisos, y actividades que generen humedad a los muros, se procede a lavarlos. La aplicación de un repelente de agua o hidrófugo es recomendada y se aplicará cuando el muro este seco. Para estas actividades recomendamos seguir las instrucciones del manual de lavado de Ladrillera Santafe S.A.

Izquierda: Lavado de fachada en distintas etapas.
Derecha: Efecto perlado de una superficie hidrofugada.

10. Algunos detalles arquitectónicos.

A continuación, se presentan algunas ideas para fachadas arquitectónicas

- ***Muro "Ojo de Buey"***

Izquierda: Proceso constructivo.
Derecha: Fachada con ojo de Buey.

- ***Arcos***

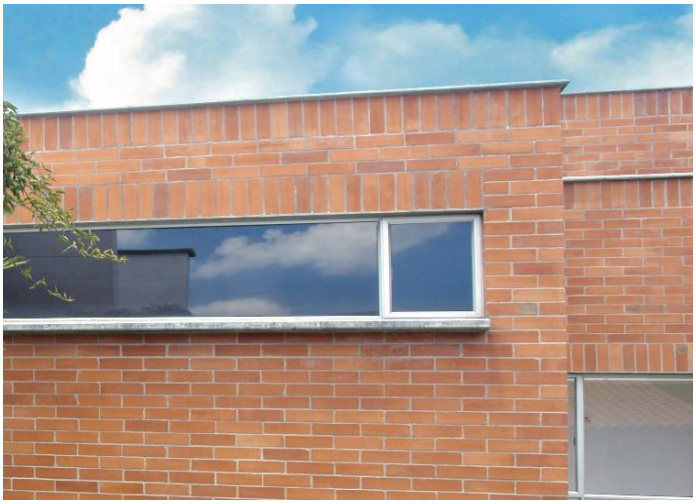
Izquierda: Proceso constructivo.
Derecha: Fachada con ojo de Buey.

- ***Combinación de colores.***

Fachadas combinando tonalidades de Ladrillos Santafé

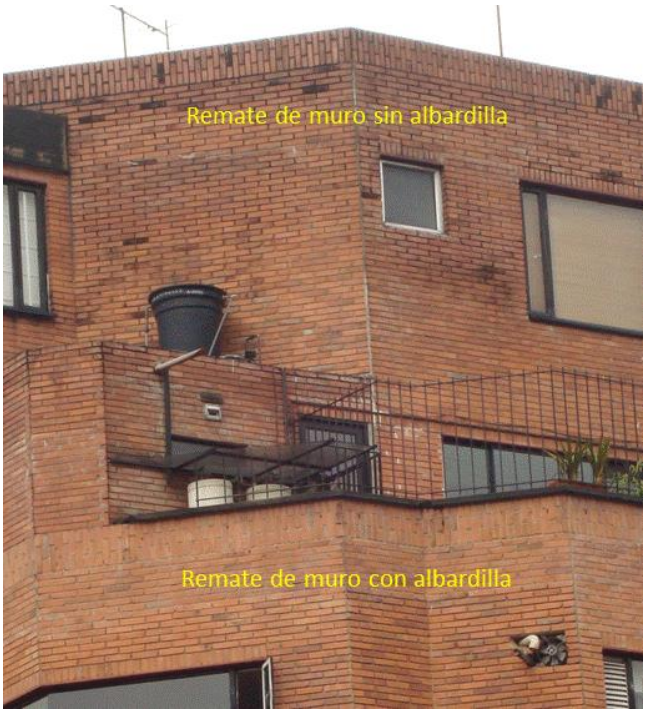
11. Remates de muros

- Para garantizar una apariencia adecuada en los muros es conveniente rematarlos con elementos de mate conocidos como albardillas o alfajías, para evitar que estos se deterioren rápidamente.



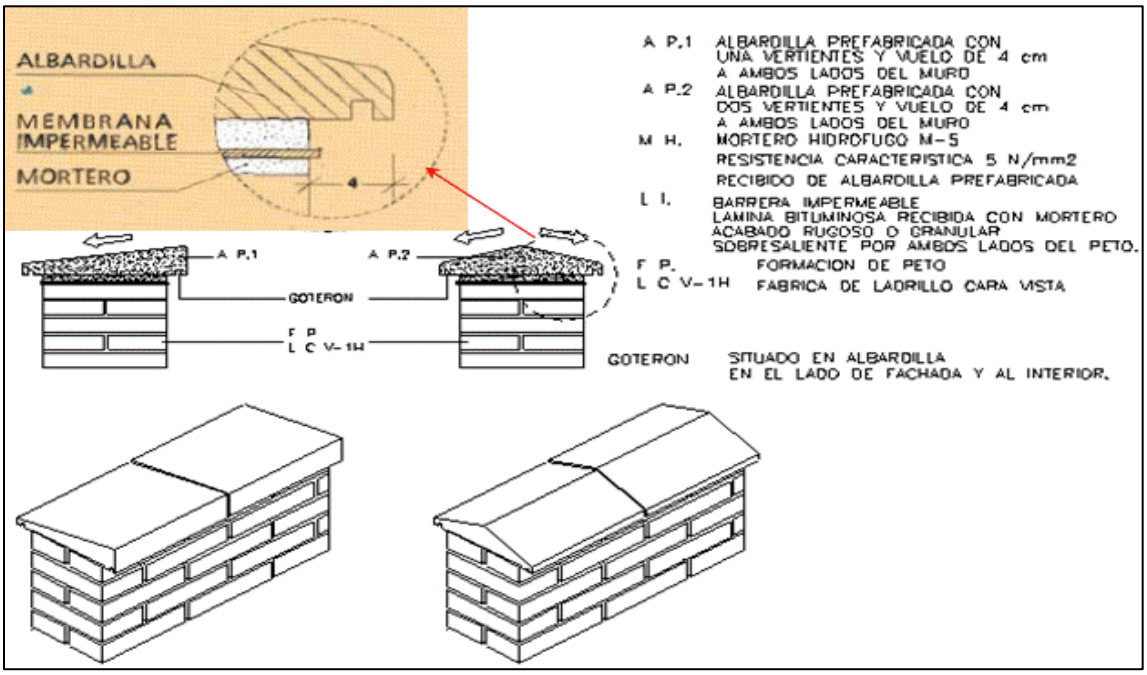
Remate de muros con alfajías o albardillas.

- La función de la albardilla es prevenir mediante su voladizo y su gotero, el escurrimiento del agua sobre la superficie, el cual evita la aparición de eflorescencias y manchas indeseadas en la fachada.



Detalles del remate de muros con alfajías o albardillas.

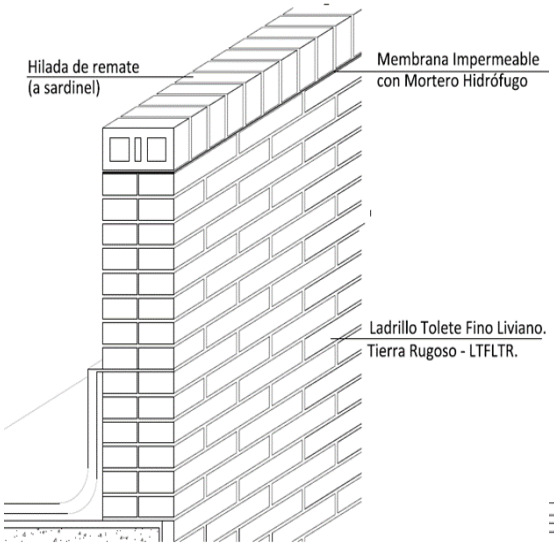
- Los remates pueden ser a dos aguas, a una sola agua, curvos, planos y con o sin corta-goteras y con una lámina impermeable entre capas de mortero, este también impermeable. Además, cuando el remate es con piezas de arcilla paradas el mortero de pega de éstas también debe ser impermeable.



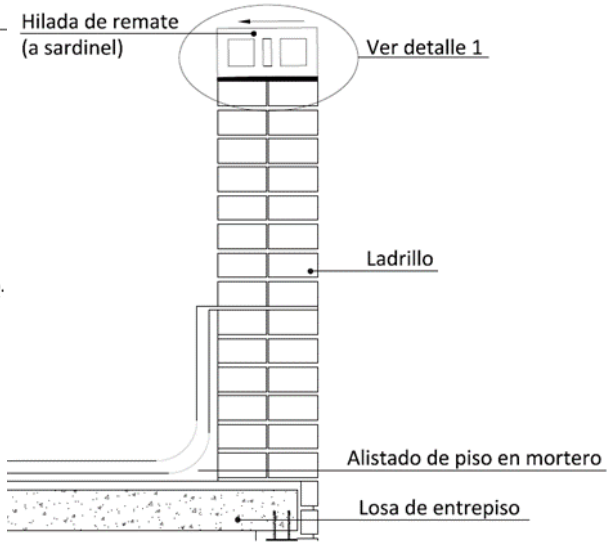
Detalles de alfajía prefabricada.

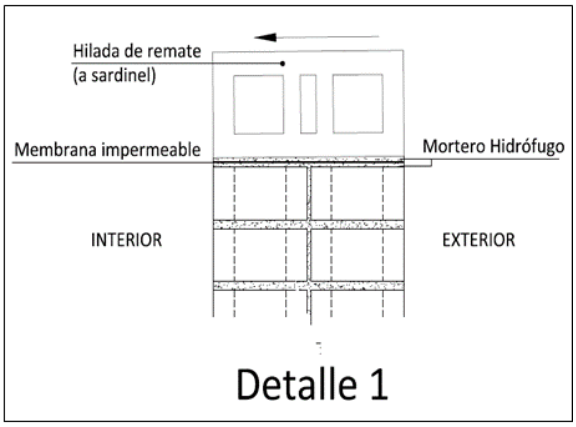
- Se incluye un ejemplo de remate con un prefabricado de concreto. Sin embargo, como se observó en las anteriores ilustraciones, con chapas de los mismos ladrillos de la mampostería se pueden construir dichos elementos.

- Si el muro se remata con hilada parada y no se dispone de un remate con corta-goteros se recomienda seguir el tratamiento como se muestra en los dibujos. Este consiste en hidrofugar previamente las piezas que estarán localizadas en el remate (se sumergen unos segundos en una caneca con el hidrófugo que se utilizará en el tratamiento de la fachada), colocar las piezas sobre y con mortero impermeable y emboquillarla igualmente con mortero impermeable. También se podrá disponer de una membrana impermeable en el mortero que recibe las hiladas en cuestión.



Solución sugerida

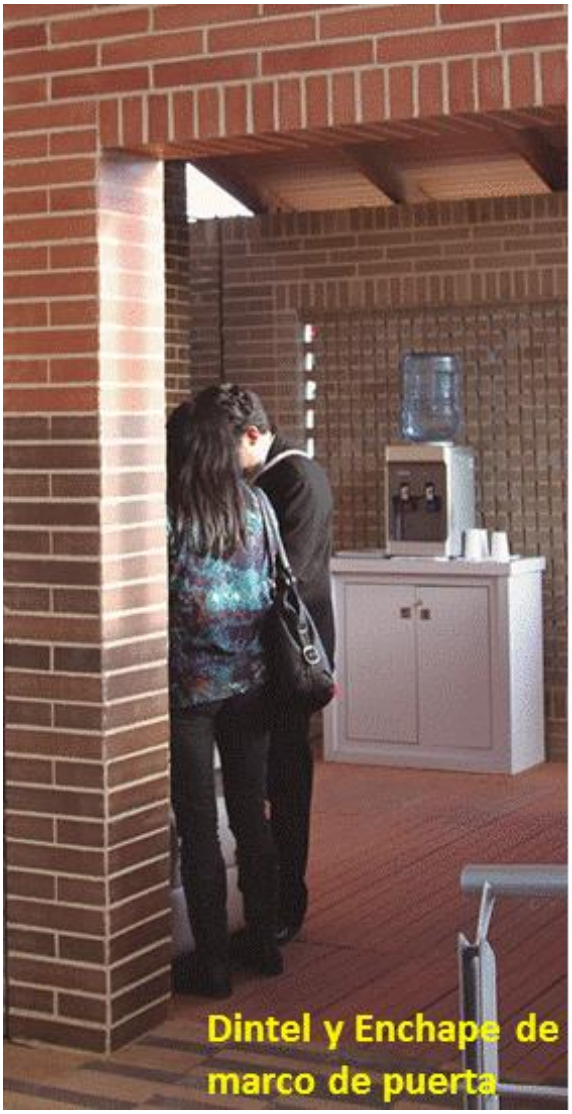




Alternativa a alfajía para remate de muro con piezas Santafé.

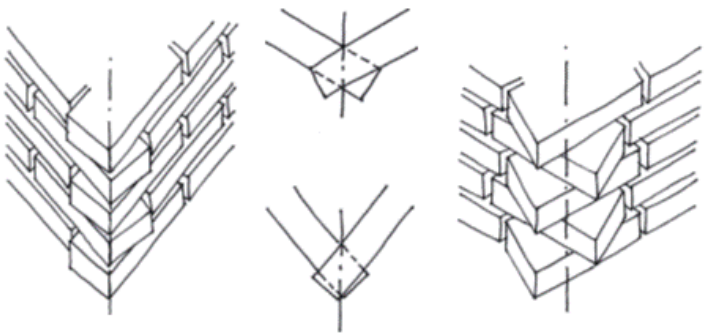
12. Dinteles, remates en esquinas, remates en vacíos y transiciones.

- A continuación, se presentan referencias fotográficas de ideas para de dinteles en mampostería y remates en las esquinas con aparejos de mampostería con ladrillo Santafé.

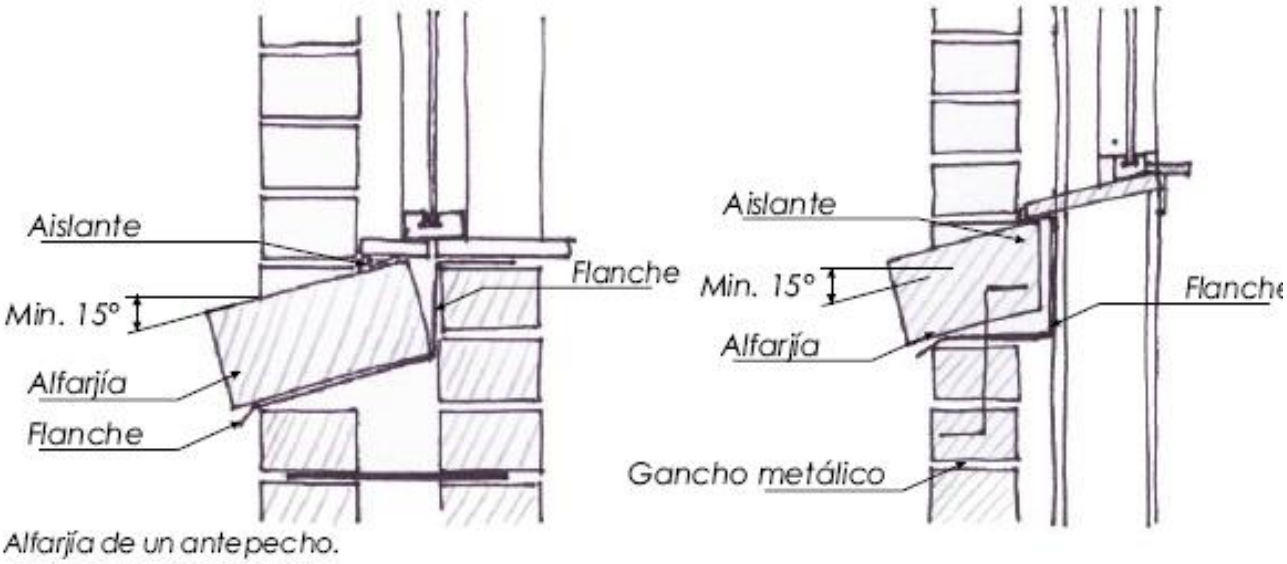


Dinteles con piezas Santafé

Remates especiales para esquinas



Remates especiales para esquinas



Alfajías para marcos de ventanas y/o vacíos.

Remates para marcos de ventanas y/o vacíos.

13. Descolgados.

Descolgados para anclajes en placa

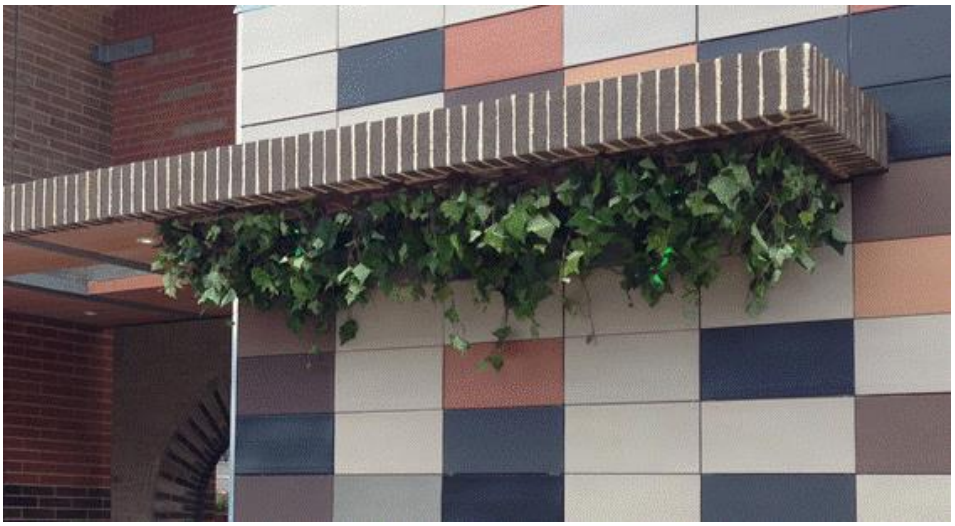
14. Enchape de bordes de placas, vigas y pantallas de concreto.

- Los enchapes con ladrillo en elementos de concreto son una técnica decorativa que consiste en revestir superficies de concreto con una capa de chapas ladrillos aportando textura y color a las superficies de concreto que, de otro modo, serían lisas y monótonas.

- Esta práctica no solo mejora la estética de una construcción, sino que también aporta beneficios en términos de durabilidad y mantenimiento. Los ladrillos de Santafé son resistentes a la intemperie y proporcionan una capa adicional de protección al concreto, ayudando a prolongar su vida útil y reducir la necesidad de mantenimiento frecuente. Además, los enchapes con chapas de ladrillo pueden contribuir al aislamiento térmico y acústico de los edificios, mejorando el confort interior y la eficiencia energética.

Enchapes en elementos de concreto.

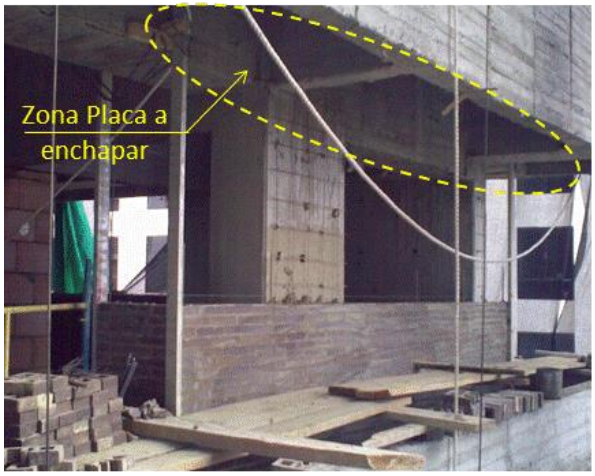
Enchapes descolgados, en pantallas de concreto.

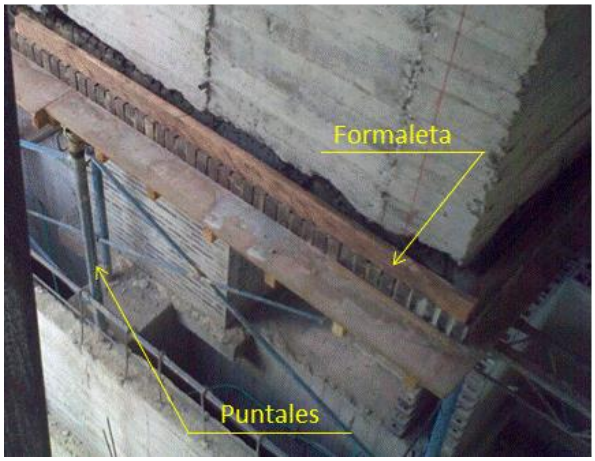


Enchapes en borde de placa combinado con otras soluciones de fachada.

Enchapes en borde de placa y vigas aéreas

- **Para enchapar las placas por debajo:** Se funde parcialmente la placa, es decir, se funden las vigas y viguetas y no se funde la placa superior. A partir de este punto, se procede a construir el enchape inferior de la placa sobre una formaleta, trabajando desde la parte superior hacia abajo.





Fachadas combinando tonalidades de Ladrillos Santafé

Al instalar las piezas de enchape sobre la formaleta, se colocarán separadas 1 cm y se rellenara con 5mm de arena, luego se completa con el mortero de pega, esto evitará que las piezas se muevan en el proceso, después de completar con la malla de refuerzo anclada a las vigas y el concreto se termina la torta superior de la placa utilizando formaleta perdida. Después del fraguado del concreto, se retira la formaleta y la arena que se dispuso entre las piezas de enchape y se emboquilla con el tono de pega definido en el proyecto.

15. Otras recomendaciones Generales.

El presente documento es una guía para aquellos diseñadores y constructores involucrados en la propuesta y materialización de proyectos que utilizan mampostería. El diseño de los elementos no estructurales, su detallado y especificaciones, debe ser realizado por un profesional idóneo encargado del diseño de elementos no estructurales con la experiencia y experticia requerida de acuerdo con la NSR-10. Por ningún motivo esta guía o algún otro criterio reemplazan la función de este profesional, incluso para viviendas de uno y dos pisos.

A continuación, resaltamos algunas recomendaciones que pueden ser de interés general:

- Es conveniente conocer las condiciones atmosféricas locales donde se vaya a ejecutar la obra. En Zonas Costeras se recomienda el uso de piezas con baja absorción.

- Los muros de contención, jardineras, y demás elementos de fábrica en contacto con el terreno, deben impermeabilizarse correctamente por su cara posterior, pues de no hacerlo, el aporte constante de sales solubles producirá eflorescencias que pueden afectar a la durabilidad del ladrillo.

- El agua procedente de las cubiertas nunca debe correr por las fachadas, siendo necesario el uso de canales y aleros. Las gárgolas de jardineras, terrazas, etc. deben tener la longitud e inclinación suficientes, para evitar que el agua retorne y caiga por la fachada. Asimismo, las albardillas, los aleros, los dinteles, los balcones, y todo cambio de plano en sección vertical de la fachada, deben ir provistos de corta goteros.

- Visite nuestra página web para acceder a las familias BIM de nuestros productos, una herramienta integral con la información suficiente para modular, estimar y planificar proyectos con productos Santafé: **www.santafe.com.co/libreria-bim**.

16. Bibliografía y Literatura para Consulta.

A continuación, relacionamos algunos manuales y literatura de interés como complemento a este documento:

- "*Manual de Diseño para muros divisorios y de fachada*", Ladrillera Santafé.
- *"Manual de lavado de Ladrillera Santafe"*, Ladrillera Santafé.
- *"Guía para la construcción de viviendas sismo resistentes de mampostería confinada de uno y dos pisos"*, Unidad Nacional para la Gestión y Riesgo de Desastres - UNGRD.
- *"Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismorresistente de viviendas de mampostería",* Asociación de Ingeniería Sísmica - AIS.

Área Técnica, Gerencia de Ingeniería e I&D - ALJ, BBL
Enero de 2024