

# Sistema de Soporte de la Mampostería en la Escuela Big Wood

La escuela secundaria Big Wood en Nottingham está localizada en la orilla del Bestwood Country Park, cuenta con aproximadamente 750 alumnos, de entre 11 y 16 años de edad en lista actualmente. Como parte de la iniciativa *Building Schools for the Future* (construcción de escuelas para el futuro) del gobierno del Reino Unido, la escuela está siendo completamente reconstruida y la primera fase del desarrollo de £18 millones, la construcción de tres bloques rectangulares para enseñanza de dos pisos (aproximadamente 40 m × 20 m en plano) fue abierta en el otoño de 2009. Los edificios están hechos con bastidores de acero estructural, revestidos de tabique y con pisos compuestos. La obra de albañilería es soportada por un sistema de apoyo de acero inoxidable para mampostería sobre las ventanas (algunas son de más de 9 m de ancho). El sistema de soporte proporciona una cornisa horizontal para la mampostería y está fijado a las vigas rectangulares de borde hueco.

## Selección del Material

El sistema de apoyo de mampostería está hecho de acero inoxidable austenítico grado 1.4301 (S30400), que es el tipo utilizado para la mayoría de los sistemas de soporte. Éste cumple con la referencia 3 del material en la EN 845-1 [1], la especificación europea para los componentes auxiliares para mampostería. El material fue especificado con acabado de laminación 1D estándar (laminado en caliente, tratado térmicamente y decapado) de conformidad con la EN 10088-2 [2]. (Éste es equivalente al acabado No. 1 para la ASTM A480).

Se prefirió un sistema de soporte de acero inoxidable en lugar de un sistema de acero al carbono porque éste último es propenso a sufrir de corrosión en el ambiente húmedo encontrado en un muro doble, lo cual puede llevar al agrietamiento de la mampostería en las juntas de concreto así como pandearla. Una vez que la construcción se ha levantado, el sistema de soporte de mampostería es inaccesible; no es factible la limpieza, inspección o mantenimiento para asegurar su integridad estructural. El acero inoxidable un historial probado de durabilidad adecuada en los ambientes de muro doble para la vida útil de la estructura.

Otra razón por la que se eligió al acero inoxidable es que si la superficie es dañada en el sitio, la “capa pasiva” transparente, la cual aísla al acero inoxidable del ambiente, se volverá a formar instantáneamente y la vida útil del componente no se verá afectada.

El acero inoxidable tiene valores de conductividad térmica significativamente menores que el acero al carbono (ver Tabla 1). Ya que los sistemas de soporte mampostería están añadidos a la estructura principal y pasan a través de la cavidad aislada hacia la hoja exterior, la menor conductividad térmica minimiza el efecto de pandeo en frío, lo cual lleva a una construcción térmicamente más eficiente.



Figure 1: Vista general de la escuela Big Wood

Table 1: Valores típicos de conductividad térmica de materiales de construcción

Metal	Conductividad Térmica [W/(m·K)]
Aluminio	160
Acero al carbono	50
Acero inoxidable austenítico	17
Ladrillo	0.7
Plástico	0.2

## Diseño

El sistema de soporte de mampostería consiste en un ángulo continuo, con ménsulas soldadas al lado vertical del ángulo en intervalos regulares. Las ménsulas están fijadas al marco de acero estructural. Este sistema es más económico para cavidades más anchas que un sistema convencional de ángulo continuo (donde el ángulo tiene que extenderse en la totalidad del ancho de la cavidad) y por lo tanto el espesor del ángulo puede ser reducido, lo que lleva a una solución más ligera. Las dimensiones precisas de la ménsula y el ángulo son determinadas por la cavidad y la carga para cada proyecto específico. En la escuela Big Wood, el sistema de soporte del ángulo de la ménsula fue diseñado para soportar cargas de  $4.5 \text{ kN/m}^2$  con una cavidad de  $170 \text{ mm}$  y la ménsula sobresale debajo de la pieza estructural de soporte. Las Figuras 2 y 3 muestran dos de las distribuciones adoptadas en el primer piso de las bloques de Matemáticas y Diseño. La mayoría de los ángulos y ménsulas fueron fabricados de placas de  $4 \text{ mm}$  de espesor. Varias piezas especiales para esquina fueron fabricadas de placas de  $6 \text{ mm}$  de espesor.

El diseño del sistema incluye moldear el ángulo como una viga voladiza mientras se toma en cuenta el comportamiento del ángulo entre las ménsulas. Esto se lleva a cabo de conformidad con los estándares de diseño en acero, respaldados por una extensa prueba física y la experiencia de la industria. La deflexión vertical, en la convergencia del ángulo, relativa al montaje de acero estructural está limitada a  $1.5 \text{ mm}$ .

El montaje de acero que da soporte fue diseñado según el BS 5950-1 [3] usando un software de sistema estructural RAM. Para evitar el movimiento excesivo del sistema de soporte, la pieza estructural del borde fue diseñada para minimizar las deflexiones y para acomodar las fuerzas torsionales creadas por la carga excéntrica proveniente de la obra de mampostería, de conformidad con la Referencia [4].

El revestimiento de la obra de mampostería está unido al muro de la hoja interior en una separación horizontal máxima de  $450 \text{ mm}$  y dentro de  $300 \text{ mm}$  arriba del ángulo de soporte. Los detalles de la unión fueron verificados según el estándar BS 5628: Part 1 [5] utilizando cargas de viento de acuerdo a la norma BS 6399-2 [6].

Los paneles pre-fabricados que incluyen muro de bloques con deslizamiento de tabiques fueron unidos otra vez al montaje secundario de acero y al ensamblado de acero laminado en frío para lograr el efecto deseado de obra de mampostería unida de forma apilada verticalmente.

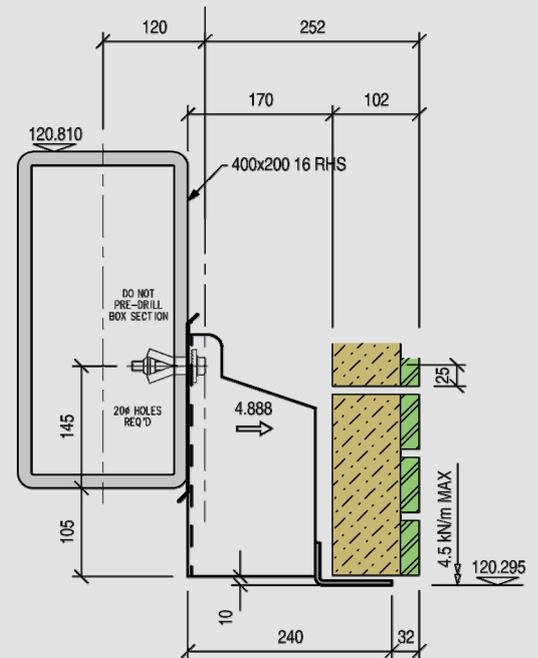


Figure 2: Ménsula conectada directamente a la viga rectangular de borde hueco

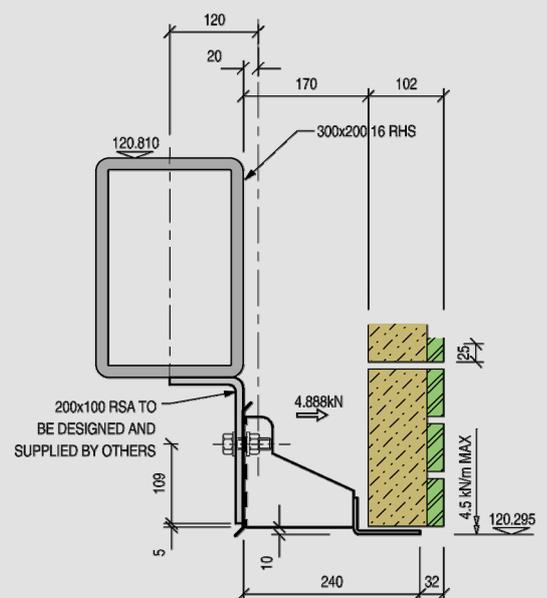


Figure 3: Ménsula conectada al ángulo por debajo de la viga rectangular de borde hueco



Figure 4: Construcción del sistema de soporte mostrado en la figura 2

En el lugar donde el sistema de soporte de acero inoxidable está unido al marco de acero al carbono estructural, existe un ligero riesgo de corrosión bimetalica, si el ambiente se volviera húmedo. Esto podría no afectar al acero inoxidable pero llevaría a una corrosión incrementada del acero al carbono. Para prevenir esto, los dos metales son aislados entre sí al insertar tiras cortas de aislante hidrófugo (DPC, por sus siglas en inglés) de carga alta, cortadas de rollos, entre la cara posterior de la ménsula y la sección hueca de soporte rectangular de acero al carbono.

Con el fin de dar apoyo al objetivo de la ciudad de Nottingham de convertirse en una autoridad local de cero carbono dentro de 10 años, la escuela Big Wood incorpora un número de esquemas innovadores para reducir las emisiones de carbono y el uso de agua. La escuela tiene una planta de alimentación combinada de calor y electricidad (CHP, por sus siglas en inglés) abastecida de forma renovable, la cual compensa substancialmente la demanda de energía de la red de suministro eléctrico, lo que conduce a una reducción de 60% en las emisiones de carbono contra las actuales Normas de Construcción del Reino Unido (Es el primer edificio de enseñanza en el Reino Unido que tiene una planta CHP de combustible puro). Ésta puede vender electricidad para la red de suministro eléctrico y crear ingresos a través de certificados verdes; la producción y el consumo de energía se muestran en la entrada de la escuela. La demanda de agua proveniente del suministro principal se reduce por características como el bajo volumen, los cajas de agua de doble descarga, las llaves automatizadas con reductor de caudal y las llaves de regadera de flujo bajo y un sistema de recolección de agua de lluvia que la recolecta de los techos de la construcción para usarla en las descargas de los sanitarios.

### Fabricación e instalación

El sistema de soporte de mampostería fue fabricado a partir de placa y conformado en frío a su forma.

La carga sobre el sistema de soporte es vertical y estática, y el ángulo está permanentemente sujeto a su carga total de diseño. Las tolerancias mínimas tienen que ser observadas porque ligeras desviaciones en las dimensiones de la ménsula y la posición instalada de la obra de mampostería causan efectos relativamente grandes sobre la posición de la carga, en las deflexiones asociadas y en los esfuerzos.

La posición de fabricación del marco estructural fue verificada en su línea y nivel antes de que el diseño del sistema de soporte fuera terminado y de que la fabricación comenzara. Se proporcionó equipo para pequeños ajustes en las direcciones vertical y horizontal durante la instalación (Figura 6).

Para permitir el ajuste horizontal en la longitud del ángulo, el sistema fue diseñado con intervalos nominales de 10 mm entre los ángulos individuales y ranuras horizontales perforadas previamente en la estructura de acero para facilitar el ajuste de la posición del ángulo.



Figure 5: Construcción de la obra de albañilería unida verticalmente de forma apilada sostenida por el sistema de soporte de mampostería.

Para prever las desviaciones menores en el ancho de la cavidad, la abertura del soporte del muro de mampostería en el ángulo de soporte fue ajustable. Donde el ancho de la cavidad fue más pequeño de lo esperado, se necesitó cortar el ladrillo para librar el radio del ángulo. De forma ideal, el diseño de la abertura del soporte del muro de mampostería en el ángulo es de al menos dos tercios del ancho del muro. Para prever una cavidad más ancha de la esperada, se proporcionaron calzas de acero inoxidable de altura total para ser insertadas entre el frente del montaje de acero estructural y la parte posterior de la ménsula. El espesor máximo de las calzas es lo más pequeño del diámetro exterior del perno de fijación o 16 mm, de forma que en la escuela Big Wood el espesor máximo de la calza es de 12 mm. Las calzas tuvieron que ser de longitud suficiente para extenderse hacia la parte inferior de la ménsula. Las calzas individuales fueron tan gruesas como fue posible.

Para permitir el ajuste vertical, la ménsula tiene una ranura vertical que permitió  $\pm 30$  mm de ajuste vertical en cualquier dirección. Para asegurar que no haya deslizamientos en las fijaciones, los orificios hechos en las ménsulas tienen una superficie dentada y están aseguradas al marco de acero con arandelas dentadas de acero inoxidable (en la dirección correcta) y al juego de sujetadores de acero inoxidable.

Donde fue posible el acceso en ambos lados del montaje de acero estructural, se usó un juego de tornillos M12 para asegurar la ménsula a la estructura de acero que da soporte, instalada en una ranura horizontal de 14 mm de ancho (ver Figura 3).

Los sujetadores M12 Steelgrip<sup>MR</sup> en los orificios de fijación de 20 mm de diámetro fueron especificados para asegurar la ménsula directamente en la sección hueca de acero donde el acceso está disponible solamente desde un lado (ver Figura 2). Estos tienen una arandela dentada que corresponde con los dientes de la ménsula. Las superficies dentadas entrecierran y conforme la cabeza es apretada al torque adecuado, el mango se expande. El sujetador consta de un cono y un mango chapados de zinc, un tornillo de acero inoxidable y una arandela dentada (Figura 7).

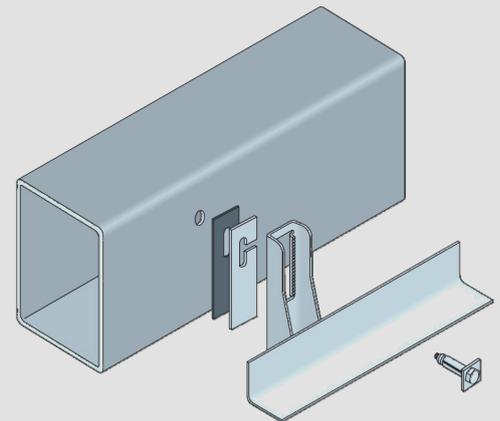


Figure 6: Ajuste de las tolerancias vertical y horizontal



Figure 7: Steelgrip™ (Patente no. 241 0307)  
Imagen cortesía de Ancon Building Products

La información para este caso de estudio fue amablemente proporcionada por Capita Symonds y Ancon Building Products.

## Referencias y Bibliografía

- [1] EN 845-1: 2003 Specification for ancillary components for masonry - Part 1: Ties, tension straps, hangers and brackets
- [2] EN 10088-2:2005 Stainless steels. Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for general purposes.
- [3] BS 5950-1:2000 Structural use of steelwork in building. Code of practice for design - Rolled and welded sections
- [4] Design of members subject to combined bending and torsion, SCI, 1989
- [5] BS 5628: Part 1:2000 Code of practice for use of masonry. Structural use of unreinforced masonry
- [6] BS 6399-2: 1997 Loading for buildings. Code of practice for wind loads

Centro de Información en línea para el acero inoxidable en la construcción:  
[www.stainlessconstruction.com](http://www.stainlessconstruction.com)

## Obtención de Detalles

<b>Cliente:</b>	Inspiredspaces (Nottingham) Ltd/ Nottingham City Council
<b>Arquitecto:</b>	Capita Architecture
<b>Ingeniería civil y estructural:</b>	Capita Symonds
<b>Contratista principal:</b>	Carillion Building
<b>Diseño y fabricación del sistema de soporte de la albañilería:</b>	Ancon Building Products

Esta serie de Casos de Estudio de Acero Inoxidable Estructural es auspiciada por Team Stainless.

Translated by:

