

Trabajo Fin de Grado

La recuperación de la tierra pisada en la
arquitectura contemporánea

Anexo

Autor

Miguel Tutor Vicente

Director

Santiago Carroquino Larraz

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Grado en Arquitectura
2015

Normativa

Diciembre 2008

TÍTULO

Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques

Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo

Compressed earth blocs for walls and partitions. Definitions, specifications and test methods.

Blocs de terre comprimée pour murs et cloisons. Définitions, spécifications et méthodes d'essai.

CORRESPONDENCIA

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 41 *Construcción* cuya Secretaría desempeña AENOR.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 55496:2008

© AENOR 2008
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

26 Páginas

Grupo 13

ÍNDICE

	Página
0 INTRODUCCIÓN.....	4
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	4
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	4
3 TÉRMINOS, DEFINICIONES Y SÍMBOLOS.....	5
3.1 Términos y definiciones de los productos.....	5
3.2 Símbolos	7
4 MATERIALES Y FABRICACIÓN	7
5 ESPECIFICACIONES DE LOS BTC PARA FÁBRICA DE ALBAÑILERÍA	7
5.1 Generalidades	7
5.2 Dimensiones y tolerancias.....	7
5.3 Configuración	8
5.4 Densidad.....	10
5.5 Características de los constituyentes	11
5.6 Resistencia a compresión	13
5.7 Resistencia a ciclos de humectación/secado	14
5.8 Resistencia a la erosión	14
5.9 Absorción de agua por capilaridad.....	14
5.10 Resistencia a ciclos de hielo/deshielo	14
5.11 Propiedades térmicas	14
5.12 Permeabilidad al vapor de agua	15
5.13 Reacción al fuego.....	15
5.14 Adherencia	15
6 DESCRIPCIÓN, DESIGNACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS BTC.....	15
6.1 Descripción y designación.....	15
6.2 Clasificación.....	15
7 MARCADO Y ENTREGA.....	16
7.1 Marcado	16
7.2 Entrega.....	16
8 EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD	16
8.1 Aspecto	16
8.2 Resistencia a compresión	16
8.3 Ensayo de humectación/secado	16
8.4 Ensayo de erosión acelerada Swinburne (SAET)	17
8.5 Ensayo de absorción de agua por capilaridad	18
ANEXO A (Informativo) USO Y DURABILIDAD	19
ANEXO B (Informativo) AGUA DE AMASADO DE MORTEROS Y DE FABRICACIÓN DE BTC	21
ANEXO C (Informativo) ESTABILIZACIÓN	22
ANEXO D (Informativo) EJEMPLOS DE DIFERENTES FORMAS DE BLOQUES	24
BIBLIOGRAFÍA.....	26

0 INTRODUCCIÓN

Esta norma ha sido elaborada por el Subcomité Técnico AEN/CTN 41 SC10 *Edificación con tierra cruda*, cuya Secretaría desempeña el Departamento de Construcción y Vías Rurales de la ETSI Agrónomos de Madrid.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma tiene por objeto definir los bloques de tierra comprimida utilizados en fábricas de albañilería por ejemplo, fachadas vistas y revestidas, estructuras de carga y no portantes, muros y particiones interiores.

Fija las prestaciones que deben cumplir los bloques y los ensayos propios para determinarlas, así como el marcado que permite identificarlas.

Se aplica a los bloques de tierra comprimida conforme a la definición 3.1.2, que están destinados a fábricas de albañilería, sean vistas o no. Esta norma no contempla los bloques de tierra comprimida obtenidos por extrusión.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Los documentos que se citan a continuación son indispensables para la aplicación de esta norma. Únicamente es aplicable la edición de aquellos documentos que aparecen con fecha de publicación. Por el contrario, se aplicará la última edición (incluyendo cualquier modificación que existiera) de aquellos documentos que se encuentran referenciados sin fecha.

UNE 80309:2006 *Cementos naturales. Definiciones, clasificación y especificaciones de los cementos naturales.*

UNE 80402:2008 *Cementos. Condiciones de suministro.*

UNE 103101:1995 *Análisis granulométrico de suelos por tamizado.*

UNE 103102:1995 *Análisis granulométrico de suelos finos por sedimentación. Método del densímetro.*

UNE 103103:1994 *Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.*

UNE 103104:1993 *Determinación del límite plástico de un suelo.*

UNE 103204:1993 *Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.*

UNE 103205:2006 *Determinación del contenido de sales solubles de un suelo.*

UNE-EN 197-1:2000 y UNE-EN 197-1:2000/A1:2005 *Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.*

UNE-EN 197-2:2000 *Cemento. Parte 2: Evaluación de la conformidad.*

UNE-EN 413-1:2005 *Cementos de albañilería. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad*

UNE-EN 413-2:2006 *Cementos de albañilería. Parte 2: Métodos de ensayo.*

UNE-EN 459-1:2002 *Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad.*

UNE-EN 459-2:2002 *Cales para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.*

UNE-EN 459-3:2002 *Cales para la construcción. Parte 3: Evaluación de la conformidad.*

UNE-EN 13279-1:2006 *Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 1: Definiciones y especificaciones.*

UNE-EN 13279-2:2006 *Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.*

UNE-EN 772-1:2002 *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Determinación de la resistencia a compresión.*

UNE-EN 772-2:1999 y UNE-EN 772-2:1999/A1:2005 *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 2: Determinación del porcentaje de superficie de huecos en piezas para fábrica de albañilería (por impresión sobre papel).*

UNE-EN 772-11:2001 y UNE-EN 772-11:2001/A1:2006 *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11: Determinación de la absorción de agua por capilaridad de piezas para fábrica de albañilería, en hormigón, piedra natural y artificial, y de la tasa de absorción de agua inicial de las piezas de arcilla cocida para fábrica de albañilería.*

UNE-EN 772-13:2001 *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 13: Determinación de la densidad absoluta seca y de la densidad aparente seca de piezas para fábrica de albañilería. (excepto piedra natural).*

UNE-EN 772-16:2001 y UNE-EN 772-16:2001/A1:2006 y UNE-EN 772-16:2001/A2:2006 *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 16: Determinación de las dimensiones.*

UNE-EN 772-20:2001 y UNE-EN 772-20:2001/A1:2006 *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 20: Determinación de la planeidad de las caras de piezas para fábrica de albañilería.*

UNE-EN 998-2:2004 *Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería*

UNE-EN 1052-3:2003 *Métodos de ensayo para fábricas de albañilería. Parte 3: Determinación de la resistencia inicial a cortante.*

UNE-EN 1745:2002 *Fábrica de albañilería y componentes para fábrica. Métodos para determinar los valores térmicos de proyecto.*

UNE-EN ISO 12572 *Prestaciones higrotérmicas de los productos y materiales para edificios. Determinación de las propiedades de transmisión de vapor de agua. (ISO 12572:2001).*

3 TÉRMINOS, DEFINICIONES Y SÍMBOLOS

3.1 Términos y definiciones de los productos

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:

3.1.1 pieza para fábrica de albañilería:

Componente preformado para uso en obras de albañilería.

3.1.2 Bloque de Tierra Comprimida (BTC):

Pieza para fábrica de albañilería generalmente con forma de paralelepípedo rectangular, obtenida por compresión estática o dinámica de tierra húmeda, seguida de un desmolde inmediato, y que puede contener estabilizantes o aditivos para alcanzar o desarrollar las características particulares de los productos (véase 5.5).

3.1.3 BTC ordinario:

Bloque utilizado para construir las partes macizas de las fábricas de albañilería.

3.1.4 BTC accesorio:

Bloque cuya forma o estructura interna son diferentes a las del bloque ordinario y que es utilizado para la ejecución de encuentros particulares de albañilería como armados verticales, dinteles, etc.

3.1.5 bloque cara vista:

Bloque cuya cara, realizada para ser vista, se utiliza para construir los muros o los tabiques.

3.1.6 BTC macizo:

Bloque que presenta como máximo un 15% de huecos.

3.1.7 BTC aligerado:

Bloque cuya densidad aparente seca es menor o igual a $1\,200\text{ kg/m}^3$.

3.1.8 BTC para armar:

Bloque con huecos o rebajes superficiales preparado para ser armado con elementos metálicos u orgánicos. En cada caso, se debe justificar que el hueco permite un recubrimiento adecuado.

3.1.9 BTC para colocación en seco:

Bloque con entrantes y salientes suficientes para que la transmisión de esfuerzos se realice en seco, total o parcialmente.

3.1.10 cara de colocación:

Cara superior del bloque en posición de obra, que recibe la capa de mortero que constituye la junta horizontal superior.

3.1.11 cara de apoyo:

Cara inferior del bloque en posición de obra, que se apoya sobre el mortero de la junta horizontal inferior.

3.1.12 junta continua:

Junta de mortero que se extiende de forma continua de un paramento a otro.

3.1.13 junta discontinua:

Junta de mortero que presenta uno o varios espacios vacíos, paralelos a los paramentos, dominando sobre toda la longitud del bloque (junta horizontal) o sobre toda su altura (junta vertical).

3.1.14 dimensión modular:

Dimensión del espacio de modulación asignado a una pieza para fábrica de BTC en el muro terminado, que se obtiene sumando a las dimensiones de fabricación del bloque el espesor de las juntas y, eventualmente, cuando el bloque lleva revestimiento, el de los acabados. Estas dimensiones de coordinación son determinantes para el ensamblaje de los bloques entre sí o con los elementos próximos.

3.1.15 dimensión nominal:

Dimensión de la pieza especificada para su fabricación, a la cual se debe ajustar la dimensión real con las desviaciones permitidas.

3.1.16 dimensión efectiva:

Dimensión obtenida por medición directa sobre el bloque.

3.1.17 sección bruta (S_b):

Área obtenida al multiplicar las dos dimensiones efectivas, anchura y longitud, medidas en la misma sección horizontal. Salvo indicación en contra, la sección bruta se refiere a la sección mínima susceptible de ser obtenida en el bloque.

3.1.18 sección neta (S_n):

Área de una sección horizontal de la tierra comprimida, excluidos los vacíos. Salvo indicación contraria, la sección neta se refiere a la sección mínima susceptible de ser obtenida en el bloque.

3.1.19 sección de apoyo (S_a):

Superficie común de las partes de la cara de colocación y de la cara de apoyo superpuestas a las juntas de mortero y susceptibles de transmitir las cargas.

3.1.20 fisura:

Grieta de cualquier anchura, longitud y dirección, que afecta a todo el espesor de la pared o del producto.

3.1.21 microfisura:

Grieta fina cuya anchura no supera 1 mm y que afecta a no todo el espesor de una pared o del producto.

3.1.22 valor declarado:

Valor que el fabricante tiene previsto alcanzar, teniendo en cuenta la precisión de los ensayos y la variabilidad del proceso de fabricación.

3.1.23 hueco:

Cavidad o refuerzo sobre una o varias caras de la pieza para fábrica de albañilería (por ejemplo, hueco para el mortero, acanaladura para enlucido, estriado para asegurar la discontinuidad de la junta de mortero).

3.1.24 alvéolo:

Hueco que puede atravesar o no una pieza para fábrica de albañilería.

3.1.25 terminología del aspecto del paramento:

El aspecto de la(s) cara(s) vista(s), se obtiene directamente en molde (bloques brutos de desmolde) y se define según los siguientes ejemplos (lista no limitativa):

- Bloque de cara(s) plana(s): su(s) cara(s) vista(s) es (son) plana(s).
- Bloque con relieve: bloque en el que al menos una de sus caras vistas presenta un relieve, regular o no, obtenido por el efecto de la compresión.

3.2 Símbolos

l longitud, en mm;

w anchura, en mm;

h altura, en mm;

f_c resistencia normalizada a compresión, en N/mm².

4 MATERIALES Y FABRICACIÓN

Las especificaciones de los materiales que se utilizarán en la fabricación de los BTC deben incluirse en la documentación del control de producción. El fabricante tiene que probar que son los adecuados.

5 ESPECIFICACIONES DE LOS BTC PARA FÁBRICA DE ALBAÑILERÍA**5.1 Generalidades**

Las especificaciones y características requeridas en esta norma deben ser definidas de acuerdo a los métodos de ensayo y demás procedimientos referenciados o que aparecen explícitamente en ella.

Los criterios de conformidad dados en los apartados siguientes se refieren a los ensayos definidos en el capítulo 8 o en las normas de ensayo que se especifican.

Conviene destacar que los métodos de ensayo no son siempre aplicables a los bloques accesorios.

Para la evaluación de la producción, el fabricante debe definir el criterio de conformidad en la documentación del control de producción en fábrica.

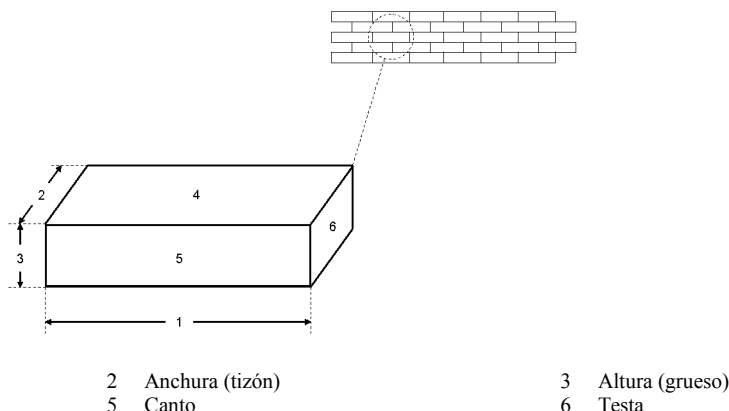
5.2 Dimensiones y tolerancias

La determinación de las dimensiones de los BTC se debe hacer de acuerdo con el procedimiento descrito en las Normas UNE-EN 772-16:2001, UNE-EN 772-16:2001/A1:2006 y UNE-EN 772-16:2001/A2:2006.

5.2.1 Dimensiones

El fabricante debe declarar las dimensiones nominales del bloque en milímetros, especificando la longitud (soga), la anchura (tizón) y la altura (grueso), por este orden (véase la figura 1).

NOTA Además, se podrán especificar las dimensiones modulares.



NOTA Esta nomenclatura es la empleada habitualmente para designar la situación de las piezas en el muro.

Figura 1 – Dimensiones y superficies

5.2.2 Tolerancias

La variación por exceso de las dimensiones efectivas del bloque respecto de las dimensiones nominales no debe ser mayor de 5 mm. La variación por defecto de las dimensiones efectivas del bloque respecto de las dimensiones nominales no debe ser mayor de 2 mm.

El fabricante podrá declarar tolerancias menores para una o más dimensiones.

Estas tolerancias no deben aplicarse a las dimensiones comprendidas entre las superficies del bloque que no sean planas. Las tolerancias admisibles en las dimensiones de fabricación de los bloques accesorios deben ser las indicadas en el párrafo anterior o las declaradas por el fabricante.

El procedimiento de medida debe estar de acuerdo con lo especificado en las Normas UNE-EN 772-16:2001, UNE-EN 772-16:2001/A1: 2006 y UNE-EN 772-16:2001/A2:2006.

5.3 Configuración

5.3.1 Generalidades

La forma y sus características deben ser definidas por el fabricante.

5.3.2 Cara de apoyo

La cara de apoyo debe ser, al menos, un tercio de la sección bruta.

5.3.3 Juntas

5.3.3.1 Junta vertical o llaga

Las caras laterales de los extremos son generalmente planas. Los bloques destinados a ser colocados con una junta de mortero deben permitir la ejecución de una junta vertical continua de 15 mm acotada entre dos extremos planos para los bloques pudiéndose considerar un espesor de 10 mm cuando la coordinación modular lo permita.

5.3.3.2 Junta horizontal o tendel

Las caras horizontales deben permitir la ejecución de juntas horizontales continuas.

5.3.4 Bloques accesorios

Los bloques accesorios, cuya utilización es particularmente recomendada para ciertas disposiciones constructivas, tales como armaduras horizontales y verticales así como para dinteles, deben ser de la misma naturaleza que los bloques a los cuales están asociados, con el fin de asegurar la homogeneidad de la albañilería en los distintos puntos. Estos bloques serán objeto de un cuidado particular durante el proceso de fabricación para evitar que sufran daños durante su manipulación.

5.3.5 Aspecto

5.3.5.1 Planeidad de superficies

Las caras del bloque deben ser planas. La determinación de la planeidad se hará de acuerdo con las Normas UNE-EN 772-20:2001 y UNE-EN 772-20:2001/A1:2006. Cuando la superficie de un bloque es declarada plana por el fabricante, no se debe desviar de un plano en más del mayor de los siguientes valores:

$$2 \text{ mm o el resultado de la siguiente expresión: } (0,1\sqrt{l_d}) \text{ (mm)}$$

donde

l_d longitud de la diagonal de la superficie del bloque declarada plana, basada en las dimensiones reales del bloque, en mm.

5.3.5.2 Defectos

Las caras vistas de los bloques no deben presentar defectos aparentes como deformaciones. Las aristas en la cara vista deben ser nítidas y rectilíneas. Las caras vistas no deben presentar ninguna mancha o suciedad importante o duradera que cubra más de $\frac{1}{4}$ de su superficie. Además, conviene determinar si estas manchas o suciedades son o no compatibles con el tipo de obra que se pretende ejecutar.

No se tendrán en cuenta ni los mantos blanquecinos ligeros ni los pequeños ribetes.

Desconchados

No se toleran los desconchados en las esquinas, excepto cuando pueden inscribirse en un triedro trirectángulo cerrado por un triángulo equilátero de lado $\leq T$ (mm) (véase la figura 2).

Los desconchados en las aristas y las oquedades sólo son tolerables cuando su longitud sea inferior a T_1 (mm), medida sobre las aristas y la profundidad sea inferior a T_2 (mm), medida a partir de las aristas.

Los valores de T , T_1 y T_2 se dan en la tabla 1 y se ilustran en las figuras 2 y 3.

Tabla 1 – Tolerancias dimensionales de los desconchados en las esquinas y en las aristas

Bloques	T (mm)	T_1 (mm)	T_2 (mm)
BTC cara vista	10	20	5
BTC ordinarios	20	30	10

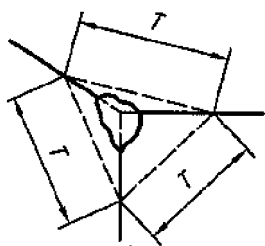


Figura 2 – Desconchado en una esquina

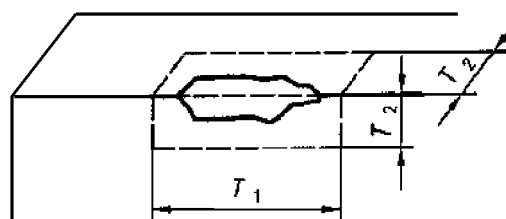


Figura 3 – Desconchado en una arista

Microfisuras

Las microfisuras sólo se tolerarán en bloques cara vista, cuando:

- su anchura no supere 0,5 mm;
- su longitud no supere 20 mm;
- su profundidad no supere 5 mm;
- su número no pase de 2 para una misma cara.

Las microfisuras sólo se tolerarán en los bloques ordinarios, cuando:

- su anchura no supere 1 mm;
- su longitud no supere 40 mm;
- su profundidad no supere 10 mm;
- su número no pase de 3 para una misma cara.

5.3.5.3 Alvéolos

El porcentaje de alvéolos, si los hay, debe ser declarado. El volumen en porcentaje de los alvéolos del bloque debe determinarse según las Normas UNE-EN 772-2:1999 y UNE-EN 772-2:1999/A1:2005 y por cálculo. Los resultados deben corresponder con los valores declarados.

5.4 Densidad

5.4.1 Densidad aparente seca de los bloques

El fabricante debe declarar la densidad aparente en seco del BTC. La determinación de la misma se hará de acuerdo con la Norma UNE-EN 772-13:2001.

5.4.2 Densidad absoluta seca de los bloques.

El fabricante debe declarar la densidad absoluta seca del BTC cuando corresponda según los usos para los cuales se comercializa y para todos los casos en los que los bloques son utilizados en elementos sujetos a exigencias acústicas. La determinación de la misma se hará de acuerdo a la Norma UNE-EN 772-13:2001.

NOTA Se recomienda que el fabricante especifique la masa seca del BTC.

5.5 Características de los constituyentes

5.5.1 Estabilizantes y aditivos

El fabricante debe declarar el/los aditivos o estabilizante/s usado/s. En el caso de utilizar cemento, cal o yeso, el contenido total de éstos debe ser menor o igual al 15% de la masa en seco del BTC.

Esta norma contempla otros tipos de estabilización. Algunos de ellos se recogen en el anexo C (informativo).

NOTA En el caso de utilizarse varios conglomerantes, se entiende que la suma de los porcentajes de todos ellos debe ser inferior al 15% de la masa en seco del BTC.

El cemento empleado como estabilizante para la fabricación de los BTC debe responder a las condiciones especificadas en las normas siguientes, así como en la reglamentación vigente¹⁾:

- Norma UNE 80402:2008.
- Norma UNE-EN 197-1:2000.
- Norma UNE-EN 197-1:2000/A1:2005.
- Norma UNE-EN 197-2:2000
- Norma UNE-EN 197-2:2000/A1:2005.
- Norma UNE 80309:1994.
- Norma UNE-EN 413-1:2005.
- Norma UNE-EN 413-2:2006.

La cal empleada como estabilizante para la fabricación de los BTC debe responder a las condiciones especificadas en las normas siguientes, así como en la reglamentación vigente²⁾:

- Norma UNE-EN 459-1:2002.
- Norma UNE-EN 459-2:2002.
- Norma UNE-EN 459-3:2002.

El yeso empleado como estabilizante para la fabricación de los BTC debe responder a las condiciones especificadas en las normas siguientes:

- Norma UNE-EN 13279-1:2006.
- Norma UNE-EN 13279-2:2006.

5.5.2 Tierra

La tierra destinada a la construcción de los BTC está compuesta esencialmente por grava, arena, limo y arcilla, mezclado con agua y, opcionalmente, con estabilizantes y aditivos.

Deben rechazarse las tierras que contengan:

- Materia orgánica en cantidad mayor o igual del 2%. La determinación del contenido en materia orgánica de los suelos que se empleen en la fabricación de los BTC se hará de acuerdo con la Norma UNE 103204:1993.
- Sales solubles en contenido mayor del 2%. El contenido en sales solubles de los suelos que se empleen en la fabricación de los BTC se determinará de acuerdo con la Norma UNE 103205:2006.

1) En el momento de publicación de esta norma, la reglamentación vigente es la Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08).

2) En el momento de publicación de esta norma, la reglamentación vigente es la Instrucción para la Recepción de Cales (RCA-92).

Las principales características de la tierra se definen por:

- La granulometría.
- La plasticidad.
- El tipo de arcilla.

5.5.2.1 Granulometría

La determinación de la distribución de tamaños de partícula de la tierra utilizada para fabricar los BTC se realizará según las Normas UNE 103101:1995 y UNE 103102:1995.

Se recomienda que la granulometría del material utilizado esté inscrita en el huso del diagrama de textura de la figura 4. Los límites del huso recomendado son aproximados. Los materiales cuya textura está inscrita en el huso recomendado dan resultados satisfactorios en la mayoría de los casos.

No se admitirán aquellas tierras con un contenido en arcillas menor al 10%.

5.5.2.2 Plasticidad

La determinación de la plasticidad de los suelos que se utilicen para la fabricación de los BTC se realizará según lo establecido en las Normas UNE 103103:1994 y UNE 103104:1993.

Se recomienda que la plasticidad del material esté comprendida preferentemente en la zona sombreada del diagrama de plasticidad de la figura 5. Los límites recomendados son aproximados. Los materiales cuya plasticidad queda inscrita en la zona sombreada recomendada, en la mayoría de los casos, dan resultados satisfactorios.

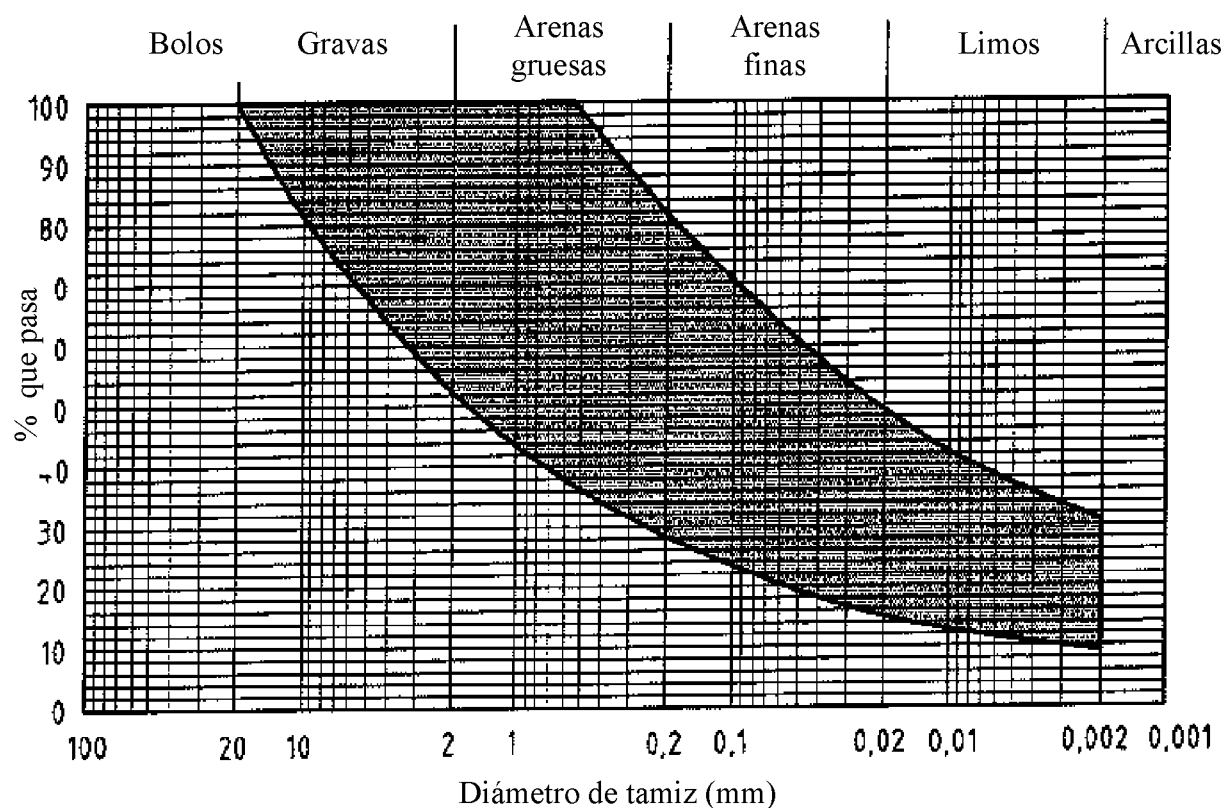


Figura 4 – Huso del diagrama de texturas de las tierras

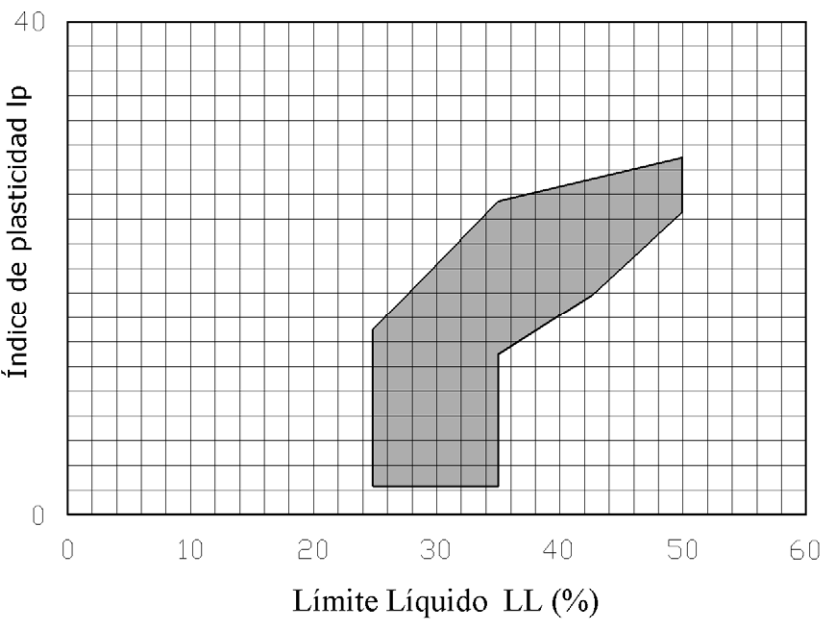


Figura 5 – Zona recomendada del diagrama de plasticidad de las tierras

5.5.3 Agua

En general, pueden emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica. En caso de no existir antecedentes de su uso y siempre que existan dudas, se recomienda analizarla según lo especificado en el anexo B (informativo).

5.6 Resistencia a compresión

El fabricante debe declarar la resistencia normalizada a compresión del BTC en N/mm^2 , (véase la definición de valor declarado en el apartado 3.1.18). El valor declarado debe corresponder a la resistencia normalizada a compresión (fráctil del 5%), f_c , en el momento del suministro, y debe ser como mínimo el valor indicado en la tabla 2.

NOTA Esto significa que la interpretación estadística de los resultados de los ensayos debe demostrar que el 95% de la producción correspondiente presenta una resistencia al menos igual al valor correspondiente de la tabla.

Además, ningún resultado debe ser inferior a 0,8 veces el valor de esta resistencia.

Tabla 2 – Clases de resistencia normalizada a compresión

Bloques	BTC 1	BTC 3	BTC 5
Resistencia normalizada, f_c , (fráctil 5%), en N/mm^2	1,3	3	5

NOTA Respecto a los bloques accesorios, véase el apartado 5.3.4.

Para la determinación de la resistencia normalizada a compresión, se debe seguir el procedimiento descrito en el apartado 8.2 de esta norma.

La declaración del fabricante debe indicar la orientación de los BTC que han sido ensayados, el método de apoyo del bloque, así como el método de acondicionamiento y de preparación de la superficie.

5.7 Resistencia a ciclos de humectación/secado

Los BTC utilizados en fábricas sometidas a exposición severa (véase el anexo A) se deben ensayar de acuerdo al apartado 8.3 de esta norma, previamente al ensayo de erosión, debiéndose verificar que, tras seis ciclos de humectación/secado, no se observa ninguna de las condiciones siguientes:

- Modelo de grietas aleatorio.
- Modelo de grietas en estrella.
- Hinchamiento local.
- Picado local en al menos 5 zonas.
- Pérdida general o local de capas de suelo.
- Penetración de agua en más del 70% de la anchura del BTC (visualmente por el exterior).
- Pérdida de fragmentos mayores a 50 mm, excepto los que provengan de la parte comprendida entre los bordes y 50 mm hacia adentro.
- Eflorescencias en la superficie.

5.8 Resistencia a la erosión

Los BTC utilizados en fábricas sometidas a exposición severa (véase el anexo A) se deben ensayar conforme al apartado 8.4 de esta norma. El BTC así ensayado se clasificará en “apto” o “no apto”, según el criterio expresado en la tabla 3.

Tabla 3 – Resistencia a la erosión. Criterios de aceptación o rechazo

Propiedad	Criterio	Resultados
D , (profundidad de la oquedad, en mm)	$0 \leq D \leq 10$	Bloque apto
	$D > 10$	Bloque no apto

5.9 Absorción de agua por capilaridad

El fabricante debe declarar el valor del coeficiente C_b de absorción de agua por capilaridad de una muestra de piezas si éstas están destinadas a elementos exteriores con la cara vista. Esta información debe referirse a las Normas UNE-EN 772-11:2001 y UNE-EN 772-11:2001/A1:2006, según se especifica en el apartado 8.5 de esta norma.

5.10 Resistencia a ciclos de hielo/deshielo

En función de los usos para los cuales se comercializa el BTC, el fabricante debe evaluar y declarar la resistencia al hielo/deshielo del bloque, haciendo referencia a la experiencia previa de utilización en la zona de uso hasta que esté disponible una norma europea adecuada.

NOTA Cuando el producto se utilice protegido frente a la penetración de agua (por ejemplo, mediante capa de enlucido, revestimiento, pared interior de una cavidad del muro, muros internos), no es necesario hacer referencia a la resistencia al hielo/deshielo.

5.11 Propiedades térmicas

En función de los usos para los cuales se comercializa el BTC, y en todos los casos para bloques que vayan a usarse en construcciones sujetas a exigencias de aislamiento térmico, el fabricante debe facilitar la información sobre las propiedades térmicas del producto. Dichas propiedades térmicas deben determinarse según el apartado 4.2.2 de la Norma UNE-EN 1745:2002.

5.12 Permeabilidad al vapor de agua

Para los BTC destinados a paramentos exteriores, el fabricante tiene que facilitar la información relativa a la permeabilidad de las piezas, acorde con la Norma UNE-EN ISO 12572.

5.13 Reacción al fuego

Para los BTC diseñados para ser utilizados en elementos con requisitos de resistencia al fuego, el fabricante debe declarar la clasificación de reacción al fuego de los bloques.

5.14 Adherencia

Si los bloques están diseñados para ser sometidos a requisitos estructurales, la resistencia de la adherencia a cortante de la pieza en combinación con un tipo específico de mortero conforme a la Norma UNE EN 998-2:2004 debe declararse en términos de la resistencia característica inicial a cortante en base a ensayos conforme a la Norma UNE-EN 1052-3:2003. La resistencia característica inicial a cortante no debe ser inferior al valor declarado.

NOTA La resistencia de adherencia depende del mortero, del bloque y del trabajo del operario.

6 DESCRIPCIÓN, DESIGNACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS BTC

6.1 Descripción y designación

La designación de los bloques de tierra comprimida comprende, por orden, las indicaciones siguientes:

- “BTC” (para bloques de tierra comprimida),
- categoría de uso: O (comunes) o P (cara vista),
- clase de resistencia a compresión,
- dimensiones de fabricación expresadas por orden: longitud-anchura-altura (en mm),
- referencia a esta norma.

Ejemplos de denominación:

- BTC O 3, $295 \times 140 \times 95$, UNE-41410.
- BTC P 5, $220 \times 220 \times 95$, UNE-41410.
- BTC P 5, $300 \times 145 \times 105$, UNE-41410.

6.2 Clasificación

Se distinguen dos categorías de bloques de tierra comprimida:

- a) categoría O: bloques comunes destinados a ser recubiertos por una protección cualquiera;
- b) categoría P: bloques cara vista.

En cada categoría, los bloques se clasifican en función de su resistencia mecánica mínima garantizada a compresión.

Según su resistencia mecánica mínima garantizada a compresión con respecto a la sección bruta y expresada en N/mm^2 , los bloques se clasifican de acuerdo con una de las clases de resistencia definidas en el apartado 5.6.

- BTC 1.
- BTC 3.
- BTC 5.

7 MARCADO Y ENTREGA

7.1 Marcado

Los documentos que acompañan el suministro (nota de entrega) deben llevar indicada la identificación propia y adecuada de cada fabricante.

La variación de la masa volumétrica de un lote determinado no deberá exceder de 100 kg/m³.

7.2 Entrega

El plazo de entrega para fechar el final de fabricación debe ser tal que, teniendo en cuenta las condiciones de fabricación, las especificaciones de la norma sean respetadas.

Para los bloques con un estabilizante que requiera un tiempo de fraguado, el período de fabricación debe comprender obligatoriamente un periodo de cura suficiente y adecuado al tipo de estabilizante utilizado.

8 EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

El fabricante que, para la venta de sus productos, se base en esta norma, o en un texto que haga referencia a alguno de sus apartados, debe garantizar que todas las prescripciones enumeradas han sido respetadas y en particular, que se han efectuado las verificaciones correspondientes.

8.1 Aspecto

Se deberá controlar el aspecto de los bloques de la muestra y anotar los defectos eventuales. El material utilizado para controlar el aspecto del paramento debe permitir una apreciación con aproximación de 1 mm.

Se debe verificar que el estado de la superficie del paramento es conforme con la terminología de aspecto del paramento acordado a la hora del pedido.

8.2 Resistencia a compresión

Para el cálculo de la resistencia a compresión del BTC, se seguirá el procedimiento descrito en la Norma UNE-EN 772-1:2002, con la salvedad de que sólo se admitirá el ensayo de piezas enteras secadas al aire, no siendo, por tanto, de aplicación los apartados 7.3.3, 7.3.4 y 7.3.5 de dicha norma).

Para el cálculo de la resistencia normalizada a compresión, se aplicará a la resistencia característica obtenida tras el ensayo solamente el factor de forma correspondiente, sin aplicar el factor de conversión debido al acondicionamiento de la pieza.

8.3 Ensayo de humectación/secado

Este ensayo se debe realizar previamente al ensayo de erosión.

8.3.1 Probetas

Se deben tomar dos bloques enteros, utilizándose uno de ellos como referencia.

8.3.2 Equipo

El equipo necesario para realizar el ensayo estará formado por los siguientes elementos:

- Una bandeja, de dimensiones suficientes para alojar el BTC sin que exista contacto entre ambos y capaz de contener el volumen de agua necesario para el ensayo.
- Tres piezas de apoyo de 3 mm de altura.

8.3.3 Procedimiento

Se coloca la cara del bloque que vaya a ser vertical dentro de la bandeja y sobre los apoyos. Se añade agua hasta que quede sumergida hasta 10 mm. Se mantiene sumergida 30 s. Se deja secar al aire, hasta igualar el color del bloque de referencia, y se observa su estado, anotando si aparecen las condiciones de rechazo enumeradas en el apartado 5.7. Se repite 6 veces el ciclo de inmersión/secado/observación. Al sexto ciclo, se deja secar completamente y se observa.

8.3.4 Resultados

Los BTC, ensayados según el procedimiento anterior, resultarán aptos si tras seis ciclos de humectación/secado, no se observa ninguna de las condiciones enumeradas en el apartado 5.7 de esta norma.

8.4 Ensayo de erosión acelerada Swinburne (SAET)

8.4.1 Probetas

Se ensayarán al menos dos bloques enteros elegidos de manera aleatoria, curados durante 28 días antes del ensayo.

8.4.2 Equipo

En la figura 6 se muestra un esquema del equipo a utilizar.

8.4.3 Procedimiento

Se deja caer una corriente continua de agua sobre el bloque durante 10 min a través de un tubo de cristal de $\varnothing_{\text{interior}} = 5 \text{ mm}$, conectado a un tanque de agua de nivel constante, cuya cabecera está a 1,5 m sobre la cara del bloque. Éste se mantiene inclinado a 27° respecto a la horizontal. Con una varilla de $\varnothing = 3 \text{ mm}$, se mide la profundidad de las oquedades, (D) que aparecen.

8.4.4 Resultados

El BTC ensayado conforme a esta norma se clasificarán como “apto” o “no apto”, según el criterio detallado en el apartado 5.8 de esta norma.

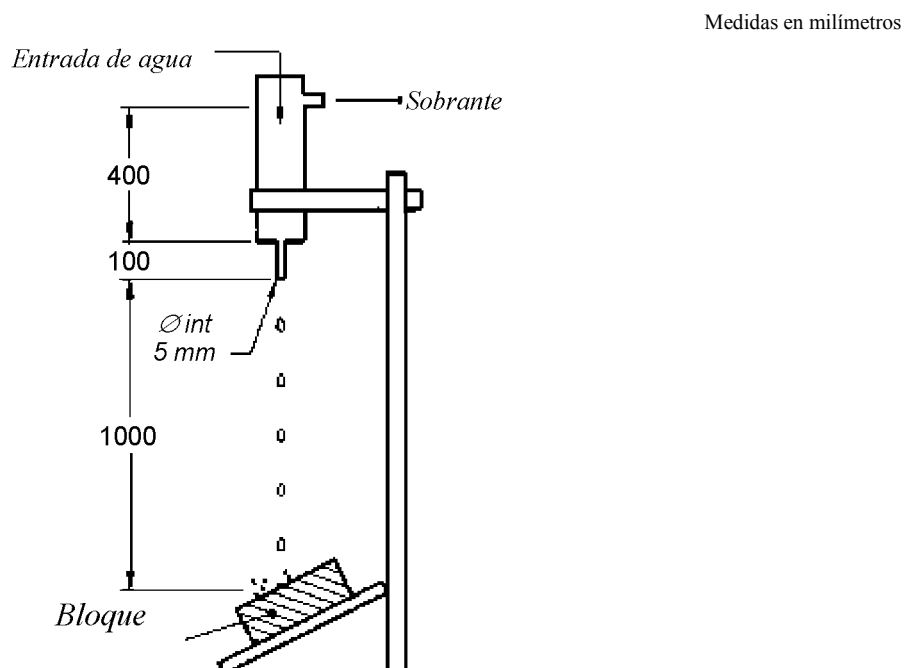


Figura 6 – Esquema del ensayo (informativo)

8.5 Ensayo de absorción de agua por capilaridad

La determinación de la absorción de agua por capilaridad en los BTC se realizará conforme a las Normas UNE-EN 772-11:2001 y UNE-EN 772-11:2001/A1:2006, teniendo en cuenta las observaciones siguientes:

8.5.1 Probetas

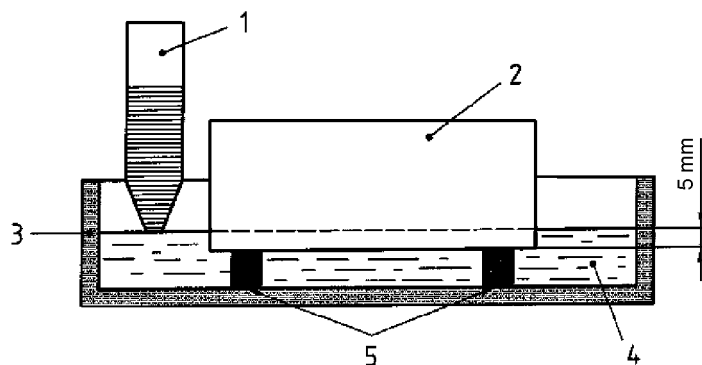
Las medidas se efectúan sobre seis bloques enteros.

8.5.2 Equipo

Se debe utilizar el mismo equipo que se especifica en las Normas UNE-EN 772-11:2001 y UNE-EN 772-11:2001/A1:2006, teniendo en cuenta que la estufa que se utilice ha de ser capaz de mantener una temperatura de $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

8.5.3 Procedimiento

Se debe seguir el mismo procedimiento que el indicado en la Norma UNE-EN 772-11:2001 y UNE-EN-772-11:2001/A1:2006, pero el secado será a 70 °C y el tiempo de inmersión será de 10 min ($\pm 0,2\text{ min}$).



Leyenda

- 1 Depósito (nivel constante)
- 2 Bloque
- 3 Cubeta

- 4 Agua potable
- 5 Soportes regulables

Figura 7 – Capilaridad. Esquema del ensayo (informativo)

8.5.4 Resultados

Se deben seguir las prescripciones de la Norma UNE-EN 772-11:2001 / y UNE-EN-772-11:2001A1:2006, con las apreciaciones siguientes:

- Para los bloques que presentan un dibujo regular sobre las dos caras, se tendrá en cuenta la superficie desarrollada.
- En los demás casos, no se tendrán en cuenta las irregularidades de la superficie en el cálculo del área.

ANEXO A (Informativo)

USO Y DURABILIDAD

A.1 Uso del BTC

Las piezas de BTC pueden ser utilizadas en aplicaciones de distinta naturaleza, debiendo exigirse para cada una de ellas las prestaciones adecuadas. En caso de que la aplicación sea novedosa, será el responsable del diseño de la construcción quien especifique las prestaciones mínimas exigibles.

Las aplicaciones particulares son las siguientes:

- Fábrica común: aquella que se emplea en exteriores o interiores, sin un fin estético, pudiendo ser portante o no.
- Fábrica protegida: aquella que se emplea en exteriores o interiores, protegida frente a la penetración de agua, pudiendo ser portante o no.
- Fábrica para revestir: aquella que se emplea en exteriores o interiores, que se recubrirá de una capa protectora adecuada, pudiendo ser portante o no.
- Fábrica vista: aquella que se emplea, con un fin estético, en exteriores o interiores, pudiendo ser portante o no. Constituida por piezas cuyo acabado sea atractivo, emplea sistemas de montaje y acabados con juntas de mortero adecuados a este tipo de piezas.
- Fábrica estructural: Aquella que se utiliza en exteriores o interiores, capaz de soportar cargas, además de su peso propio. Puede ser vista, común o revestida. Se considera que la fábrica de BTC, por sí sola, no posee capacidad resistente ante acciones sísmicas.

Los muros de fábrica tienen que garantizar prestaciones específicas ante los casos de incendio y ofrecer buen aislamiento acústico y térmico. Si fuera necesario se especificarán estas prestaciones en notas adicionales.

Los bloques de BTC tendrán que superar las condiciones de exposición locales para asegurar tanto la integridad estructural como la funcionalidad de la obra.

A.2 Durabilidad

Ante la actual inexistencia de códigos europeos de buena práctica que sirvan de guía para la ejecución de las obras con garantías de asegurar la durabilidad en servicio de la fábrica terminada, se proponen a continuación una serie de recomendaciones para la resistencia a los ciclos de hielo/deshielo y el contenido en sulfatos en condiciones de servicio, incluyendo el grado de exposición y el riesgo de saturación.

A.2.1 Resistencia al hielo/deshielo

Sería recomendable especificar el grado de resistencia al hielo/deshielo para el BTC, tras haber evaluado el grado de exposición al que se someterá la pieza, incluyendo la protección frente a la saturación de la fábrica.

El grado de exposición al hielo/deshielo sirve para definir el riesgo al que se ve sometida la fábrica ante la combinación de un contenido elevado de agua y la incidencia de ciclos de hielo/deshielo, teniendo en cuenta el diseño de la construcción. Los parámetros que se han de tener en cuenta a la hora de definir dicho riesgo son la temperatura y la humedad. Así, se pueden definir tres clases de exposición: severa, moderada y baja.

Sería recomendable evaluar la influencia de los posibles revestimientos superficiales que se empleen para proteger la fábrica. Un revestimiento superficial puede originar un incremento de las exigencias de construcción en zonas de clima costero templado.

A título informativo, se proponen los siguientes ejemplos de grado de exposición:

- Fábrica sometida a exposición severa: fábrica sin revestir, próxima al nivel del terreno (aproximadamente dos hiladas por encima) y chimenea de fábrica, cuando pueda existir riesgo combinado de saturación de agua y helada; coronaciones, cornisas y antepechos en zonas donde exista riesgo de helada; muros de cierre y muros pantalla cuando la pared no esté provista de un revestimiento.
- Fábrica sometida a exposición moderada: se pueden tomar una serie de medidas preventivas que moderen el riesgo de saturación de la fábrica, tales como protección de las coronaciones de muro por medio de albardillas o aleros, protección de alféizares de ventana con vierteaguas, membranas impermeables en la coronación y en la base de fachadas ventiladas.
- Fábrica sometida a exposición baja: fábrica de muros exteriores protegida mediante un revestimiento adecuado a las condiciones climáticas locales, fábrica de muros interiores y las hojas interiores de muros capuchinos.

A.2.2 Acción de los sulfatos en piezas de BTC, morteros y revestimientos

La acción negativa de los sulfatos en fábricas de BTC deriva del uso del cemento Portland como constituyente de las piezas (estabilizante) o como mortero de unión de las piezas o como constituyente del revestimiento de la fábrica.

Resulta recomendable declarar la categoría de contenido en sales solubles activas de las piezas, del mortero y del revestimiento (si existe), para asegurar que no aparezca deterioro de los mismos en las condiciones particulares de uso.

Las tres categorías dadas en la tabla A.1 especifican los contenidos máximos recomendables de sulfatos (de sodio, potasio y magnesio) de las piezas, para las condiciones particulares de uso. Dichos contenidos se determinarán según la Norma UNE-EN 772-5:2002.

Las condiciones de uso quedan definidas a través del riesgo de saturación de agua, que se puede deducir de las categorías de exposición al hielo/deshielo (véase A.2.1).

S2: piezas, mortero o revestimiento con cemento Portland ordinario, sometidos a una posible saturación prolongada.

S1: piezas o mortero sometidos a una exposición moderada, protegidos debido al diseño detallado de la construcción. Mortero o revestimientos con cemento Portland resistente a los sulfatos sometidos a una posible saturación prolongada.

S0: fábrica completamente protegida contra la penetración de agua.

Tabla A.1 – Categorías según el contenido en sales solubles activas

Categoría	Contenido total en masa (%), no mayor de:	
	Na ⁺ + K ⁺	Mg ²⁺
S0	Sin exigencia	Sin exigencia
S1	0,17	0,08
S2	0,06	0,03

NOTA Cuando el uso del producto prevea una protección completa contra la penetración de agua (por ejemplo, capa gruesa de enlucido, pared interior de un muro capuchino, muros interiores) no hay requisitos en cuanto al contenido en sales solubles activas (categoría S0).

ANEXO B (Informativo)**AGUA DE AMASADO DE MORTEROS Y DE FABRICACIÓN DE LOS BTC**

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberían analizarse las aguas que se utilicen para amasar los morteros a base de cemento o aquellas que se utilicen para fabricar los BTC en los que el cemento está entre sus constituyentes a modo de estabilizante. El análisis de las aguas se realizará según las normas siguientes:

Norma UNE 7132:1958

Norma UNE 7178:1960

Norma UNE 7235:1971

Norma UNE 83951:2008

Norma UNE 83952:2008

Norma UNE 83956:2008

Los requisitos recomendables para las aguas analizadas, y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigibles al mortero o al BTC, son los siguientes:

- $\text{pH} \geq 5$, determinado según la Norma UNE 83952:2008.
- Sulfatos, $(\text{SO}_4^{2-}) \leq 1 \text{ g/l}$ (1 000 p.p.m), determinados según la Norma UNE 83953:2008.
- Ión cloruro, $(\text{Cl}^-) \leq 3 \text{ g/l}$ (3 000 p.p.m), determinado según la Norma UNE 7178:1960 (sólo para fábrica de BTC armada con acero).
- Hidratos de carbono = 0, determinados según la Norma UNE 7132:1958.
- Sustancias orgánicas solubles en éter $\leq 15 \text{ g/l}$ (15 000 p.p.m), determinadas según la Norma UNE 7235:1971.

ANEXO C (Informativo)

ESTABILIZACIÓN

Esta norma contempla varios métodos de estabilización del BTC. A continuación se recogen algunas recomendaciones.

C.1 Criterios de elección de estabilizantes

Para decidirse por un método correcto de estabilización, se recomienda reunir suficiente información sobre los estabilizantes disponibles mediante una serie de criterios:

- Disponibilidad regional: se preferirán los productos cercanos.
- Minimización del impacto ambiental, realizándolo a partir del análisis del ciclo de vida del estabilizante: consumo mínimo de energía, agua y recursos renovables; emisión mínima de sustancias tóxicas al entorno desde su extracción, fabricación, transporte, aplicación y vida útil.
- Procesos tecnológicos apropiados a la puesta en obra y al mantenimiento.
- Evaluación económica.

C.2 Estabilidad de la tierra

Se entiende por una tierra estable aquella que presenta buena resistencia a la deformación y es poco sensible a la presencia de agua.

La utilización de estabilizantes es básica para la obtención de un material de calidad que resuelvan las posibles carencias del material tierra disponible.

Hay diferentes tipos de estabilización, agrupados según la acción que ejerzan sobre el material tierra. Estas acciones son:

- Química: cuando lo que añade es un producto que modifica la estructura granular a la que dota de una cohesión que no tenía o disminuye la excesiva plasticidad.
- Física: el estabilizante mejora las propiedades físicas de la tierra.
- Mecánica: una acción mecánica aumenta la compacidad del material. Ésta puede ser: estática, dinámica o mixta (proyección, amasado). La eficacia de este sistema depende de la granulometría, el grado de compactación y del grado de humedad de la mezcla. Normalmente la estabilización mecánica se consigue por compactación del suelo.

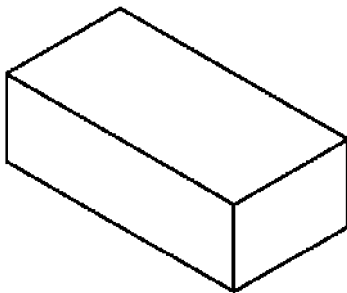
Ejemplos de estabilizantes químicos:

- Aceites naturales: Coco, savia de caucho, savias naturales, látex, prensado de oliva, etc.
- Silicatos de sosa y orina.
- Cal viva o apagada.
- Resinas acrílicas.
- Etilsilicatos, el hidróxido de Bario, ácido húmico y ácido tánico.
- Yema de huevo.

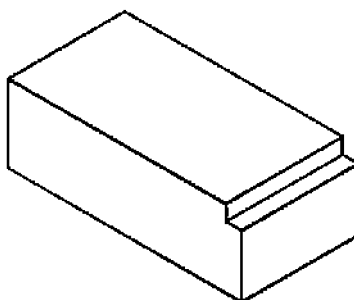
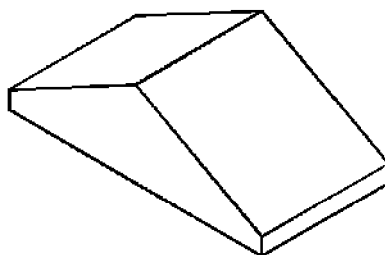
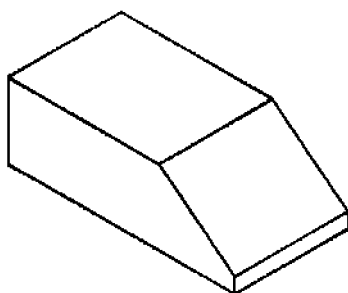
- Productos puzolánicos.
- Cementos.
- Yesos.
- Resinas.

Ejemplos de estabilizantes físicos:

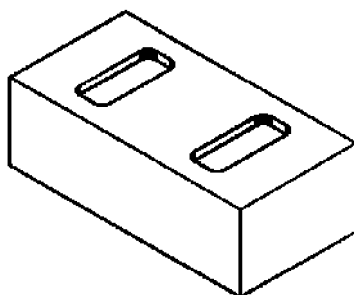
- Estabilización granulométrica: se realiza con la mezcla de suelos naturales, utilizándose normalmente una combinación binaria de suelos.
- Estabilización con fibras: crea un armazón interno, lo que aporta una mejora en el reparto de las tensiones en la matriz terrosa, pudiendo incrementar la resistencia a flexión y a cortante, y ayudando a evitar la retracción.

ANEXO D (Informativo)**EJEMPLOS DE DIFERENTES FORMAS DE BLOQUES**

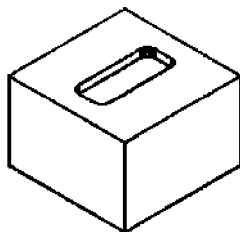
a) Bloque macizo



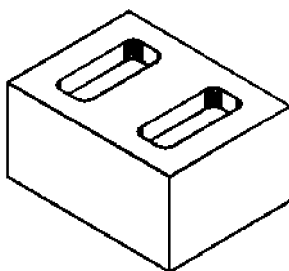
b) Piezas especiales macizas



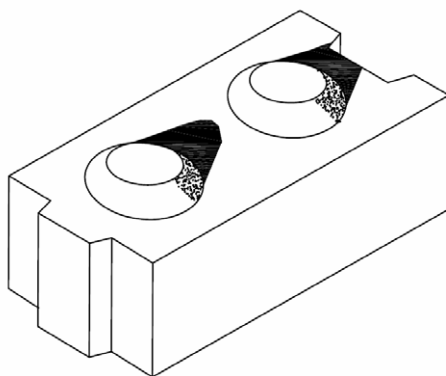
c) Bloque macizo con rebaje entero



d) Bloque macizo con rebaje medio



e) Bloque macizo con rebaje tres cuartos



f) Bloque Mattone

Figura D.1 – Ejemplos de diferentes formas de bloques

BIBLIOGRAFÍA

RCA-92. *Instrucción para la Recepción de Cales en obras de estabilización de suelos, (Orden de 18 de diciembre de 1992).*

RC-08. *Instrucción para la recepción de cementos, (R.D. 956/2008, de 6 de junio).*

Código Técnico de la Edificación (RD 1351/2007 de 19 de octubre).

UNE 7132:1958 *Determinación cualitativa de hidratos de carbono en aguas de amasado para morteros y hormigones.*

UNE 7178:1960 *Determinación de los cloruros contenidos en el agua utilizada para la fabricación de morteros y hormigones.*

UNE 7235:1971 *Determinación de los aceites y grasas contenidos en el agua de amasado de morteros y hormigones.*

UNE 83951:2008 *Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Toma de muestras.*

UNE 83952:2008 *Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Determinación del pH. Método potenciométrico.*

UNE 83956:2008 *Durabilidad del hormigón. Aguas de amasado y aguas agresivas. Determinación del contenido en ion sulfato.*

UNE 103100:1995 *Preparación de muestras para ensayos de suelos.*

UNE-EN 771-1:2003 *Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida.*

UNE-EN 771-3:2004 *Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 3: Bloques de hormigón (áridos densos y ligeros).*

UNE-EN 772-5:2002 *Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 5: Determinación del contenido en sales solubles activas en las piezas de arcilla cocida para albañilería.*

UNE-EN 13501-1:2007 *Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.*



Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032

Dachverband Lehm e. V. (Hrsg.)

Lehmbau Regeln

Begriffe
Baustoffe
Bauteile

Die in diesem Buch enthaltenen Angaben, Daten, Ergebnisse usw. wurden unter Beteiligung der Fachkreise nach dem Stand des Wissens erstellt und von den Autoren, dem Redaktionsbeirat und dem Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Trotzdem sind Irrtümer nicht völlig auszuschließen. Für etwa vorhandene inhaltliche Unrichtigkeiten kann deshalb keine Haftung übernommen werden.

Die Lehmbau Regeln sind 1998 in die Musterliste der Technischen Regeln des Instituts für Bautechnik Berlin aufgenommen und damit zur bauaufsichtlichen Einführung in den Bundesländern empfohlen.

Die Verpflichtungen aus der Richtlinie 98/34/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der Normen und technischen Vorschriften (ABIEG Nr. L204 S. 37) sind beachtet worden.

Dachverband Lehm e.V., Weimar (Hrsg.)
Lehmbau Regeln
Verfasser: Franz Volhard, Ulrich Röhlen
Stand Juni 1998

Alle Rechte vorbehalten
© Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH,
Braunschweig/Wiesbaden, 1999
<http://www.vieweg.de>

ISBN 3-528-02558-1

Ein Projekt des Dachverbands Lehm e.V. Weimar (Hrsg.)
Gefördert mit Mitteln der Bundesstiftung Umwelt

Verfasser:

Franz Volhard
Ulrich Röhlen

Mitarbeiter der Arbeitsgruppe:

Peter Breidenbach
Manfred Drach
Dr. Thomas Kleespies
Heiner Lippe
Anke Richter
Dr. Horst Schroeder
Prof. Heinz G. Sieber
Günter zur Nieden

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	XIII
1 ALLGEMEINES	1
1.1 Begriff	
1.2 Allgemeine Anforderungen	
1.2.1 Bauplanung	
1.2.2 Bauleitung	
1.2.3 Hersteller	
2 BAULEHM	3
2.1 Begriffe	
2.2 Lehmarten und Lehmlagerstätten	
2.3 Gewinnung von Baulehm	4
2.3.1 Grubenlehm	
2.3.2 Trockenlehm und Tonmehl	
2.3.3 Recyclinglehm	
2.4 Prüfung von Baulehm	5
2.4.1 Allgemeines	
2.4.2 Einfache Versuche	
2.4.3 Laborprüfungen	
Probenahme	
Bindekraftprüfung	
Bestimmung der Plastizität	
Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 18123	
Anlage 1: Bindekraftprüfung, Versuchsdurchführung	
3 LEHMBAUSTOFFE	17
3.1 Allgemeines	
3.1.1 Begriffe	
3.1.2 Deklaration	
3.1.3 Aufbereitung von Lehmbaustoffen	

3.1.4	Baustoffbezeichnungen	18
3.1.5	Kunbezeichnungen	
3.1.6	Verwendung von Lehmbaustoffen	19
3.1.7	Wiederverwendung, Wiederverwertung und Entsorgung von Lehnbaustoffen	
3.2	Stampflehm	
3.2.1	Begriff	20
3.2.2	Verwendung	
3.2.3	Zusammensetzung	
	Baulehm	
	Zuschlagstoffe	
3.2.4	Aufbereitung	22
3.2.5	Prüfung	
	Rohdichte	
	Drukfestigkeit	
	Trockenschwindung	
3.3	Wellerlehm	23
3.3.1	Begriff	
3.3.2	Vervendung	
3.3.3	Zusammensetzung	
	Baulehm	
	Zuschlagstoffe	
3.3.4	Aufbereitung	24
3.3.5	Prüfung	
	Rohdichte	
	Trockenschwindung. Eignung	
3.4	Strohlehm (Faserlehm)	
3.4.1	Begriff	
3.4.2	Verwendung	25
3.4.3	Zusammensetzung	
	Baulehm	
	Zuschlagstoffe	
3.4.4	Aufbereitung	
3.4.5	Prüfung	27
	Rohdichte	
3.5	Leichtlehm	
3.5.1	Begriff	
3.5.2	Verwendung	28
3.5.3	Zusammensetzung	29
	Baulehm	
	Leichtzuschläge	
3.5.4	Aufbereitung	30

3.5.5	Prüfung Rohdichte Konsistenz der Schlämme Festigkeit	31
3.6	Lehmschüttungen	32
3.6.1	Begriff	
3.6.2	Bezeichnungen	
3.6.3	Verwendung	
3.6.4	Zusammensetzung	33
3.6.5	Aufbereitung	
3.6.6	Prüfung Rohdichte	
3.7	Lehmsteine und Grünlinge	
3.7.1	Begriffe	
3.7.2	Bezeichnungen und Abmessungen	35
3.7.3	Verwendung	
3.7.4	Zusammensetzung und Herstellung	36
3.7.5	Prüfung Rohdichte Druckfestigkeit Allgemeine Eignung	36
3.8	Lehmplatten	38
3.8.1	Begriff	
3.8.2	Verwendung	
3.8.3	Zusammensetzung und Herstellung	
3.8.4	Prüfung Rohdichte	39
3.9	Lehmmörtel	
3.9.1	Begriff	
3.9.2	Verwendung	
3.9.3	Zusammensetzung	
3.9.4	Aufbereitung	41
3.9.5	Prüfung Rohdichte Trockenschwindung	
4.	LEHMBAUTEILE	43
4.1	Tragende Wände	
4.1.1	Allgemeines Begriff Bauleitung, besondere Anforderungen	

	Bauzeit	
	Wetterschutz bei der Bauausführung	
4.1.2	Konstruktion	44
	Feuchteschutz	
	Anforderungen	
	Aussteifung	
	Verankerung der Wände	
	Auflager	
	Öffnungen	
4.1.3	Ausführung von Lehmsteinwänden	49
	Baustoff	
	Verarbeitung	
4.1.4	Ausführung von Stampflehmwänden	49
	Baustoff	
	Verarbeitung	
	Trocknung	
	Maßnahmen zur Putzhaftung	
4.1.5	Wellerwände	
	Begriff	
	Baustoff	
	Verarbeitung	
	Trocknung	
4.1.6	Reparatur von tragenden Lehmwänden	51
4.2	Gewölbe	
	Begriff	
	Baustoffe	
	Planung und Bauleitung	
	Bauzeit	
	Wetterschutz während der Bauausführung	
	Stand sicherheitsnachweis	
	Konstruktion	
	Feuchteschutz	
	Ausführung	
4.3	Nichttragende Wände und Ausfachungen	53
4.3.1	Ausfachung von Fachwerkwänden	
	Begriff	
	Baustoffe	
	Bauzeit	
	Wetterschutz bei der Bauausführung	
	Trocknung	
	Geflecht mit Bewurf	
	Stakung mit Bewurf	
	Wickelstaken (auch Weller)	
	Mauerwerksausfachung	
4.3.2	Nichttragende Stampflehmwände	57
	Konstruktion	

4.3.3	Nichttragendes Mauerwerk	
	Baustoffe	
	Konstruktion	
	Ausführung	
4.3.2	Leichtlehmwände im feuchten Einbau	56
	Begriff	
	Baustoff	
	Bauzeit	
	Konstruktion	
	Ausführung	
	Trocknung	
	Befestigungen	
	Prüfung	
4.3.2	Wände aus Lehmplatten	62
	Begriff	
	Konstruktion	
	Ausführung	
4.3.6	Gestapelte Lehmwände	
	Begriff	
	Baustoffe	
	Ausführung	
	Bekleidungen	
4.3.7	Gespritzte Wände	63
	Begriff	
	Baustoffe	
	Konstruktion	
	Ausführung	
	Trocknung	
	Weiterbehandlung	
	Prüfung	
4.4	Balkendecken	65
4.4.1	Stakendecken	
	Begriff	
	Baustoffe	
	Konstruktion	
	Ausführung	
	Trocknung	
4.4.2	Einschubdecken	67
	Begriff	
	Baustoffe	
	Konstruktion	
	Ausführung	
	Trocknung	
4.4.3	Deckenauflagen	69
	Begriff	
	Baustoffe	
	Konstruktion	

4.4.4	Decken aus Lehmplatten	
	Begriff	
	Baustoffe	
	Stand sicherheitsnachweis	
	Konstruktion	
	Ausführung	
	Weiterbehandlung	
4.4.5	Ausfachungen von Dachschrägen	70
4.5	Außenputz	71
4.5.1	Allgemeines	
	Begriff	
	Beanspruchung	
	Zeitpunkt	
	Untergrund	
	Putzrörtel	
	Putzsysteme	
	Ausführung	
4.5.2	Ausführung von Außenputz	
4.5.3	Außenputz von Sichtfachwerk	73
	Besondere Beanspruchung	
	Zeitpunkt	
	Besondere Putzsysteme bei Gefachputz	
4.6	Innenputz	76
4.6.1	Allgemeines	76
	Begriff	
	Beanspruchung	
	Zeitpunkt	
	Untergrund	
4.6.2	Ausführung von Innenputz	78
	Putzmörtel	
	Putzsysteme	
4.6.3	Lehmputz	80
	Besondere Eigenschaften von Lehmmörtel	
	Ausführung von Lehmputz	
	Oberflächenbehandlung von Lehmputz	
4.7	Trockenbau	81
	Begriff	
	Baustoff	
	Konstruktion	
4.8	Sonstige Bauteile	82
4.8.1	Kellermauerwerk und Sockel	82
	Begriff	
	Ausschluß	
4.8.2	Brandwände	83

5	BAUSTOFF- UND BAUTEILWERTE	85
5.1	Rohdichte	
5.2	Festigkeit	86
	5.2.1 Druckfestigkeit	
5.3	Wärme	87
	5.3.1 Wärmedämmung	
	5.3.2 Wärmespeicherung	
5.4	Feuchte	88
	5.4.1 Wasser- und Feuchteempfindlichkeit	
	5.4.2 Dampfdiffusion	
	5.4.3 Feuchteleitfähigkeit	
	5.4.4 Praktischer Feuchtegehalt	
	5.4.5 Sorption	
	5.4.6 Trocknung	
5.5	Brandverhalten	93
	5.5.1 Brandverhalten von Lehmbaustoffen	
	5.5.2 Brandverhalten von Lehmbauteilen	
5.6	Schallschutz	96
	5.6.1 Luftschalldämmung von Wänden	
	5.6.2 Schallschutz von Holzbalkendecken	
5.7	Winddichtigkeit	97
5.8	Beständigkeit	
6	VERTRAGSBEDINGUNGEN FÜR LEHMBAU- LEISTUNGEN	99
7	NORMEN	101
7.1	Zitierte Normen	
7.2	Frühere Lehmbaunormen	
	Sachwortverzeichnis	105
	Projektbeteiligte	111

VORWORT

Das Bauen mit Lehm hat in Europa und in Deutschland eine lange Tradition. Im Fachwerkbau, aber auch massiv tragend früher einer der Hauptbaustoffe, ist Lehm durch moderne Industriebaustoffe verdrängt worden. Zuletzt in den Nachkriegszeiten dieses Jahrhunderts wurde im Lehmbau eine Möglichkeit gesehen, dem Mangel an gebrannten, tragfähigen Baustoffen insbesondere im ländlichen Bereich zu begegnen.

Seit Beginn der achtziger Jahre wird Lehm in Deutschland erneut als Baustoff angewandt. Ein neues Interesse ist entstanden und Möglichkeiten neuer Anwendungen und Produkte werden gesucht. Lehmabaustoffe gelten als ökologisch hochwertig. Der Rohstoff kann regional naturverträglich gewonnen werden, die Veredelung zum Baustoff ist energetisch unaufwendig. Bei sachgemäßem Ausbau können Lehmabaustoffe wiederverwendet werden, ihre Entsorgung ist unproblematisch. Richtig eingesetzt gelten Lehmabaustoffe als für die menschliche Gesundheit gesichert unbedenklich und lange erprobt. Im Lehmabau lassen sich große Anteile von Eigenleistung integrieren. Zu den Eigenschaften der Lehmabaustoffe gehören aber auch ihre Wasserempfindlichkeit und, gemessen am Umfeld vergleichbarer Bauprodukte, ihre geringere Festigkeit. Für eine große Anzahl von Bauaufgaben reichen jedoch die Eigenschaften der Lehmabaustoffe völlig aus, sie sind mit geringem energetischen Aufwand für ihren Einsatz ausreichend optimiert. Mit einfachen konstruktiven Maßnahmen lassen sich auch tragende Bauteile aus Lehmabaustoffen erstellen.

Die zusammenfassende Aufstellung von Regeln und die umfassende Dokumentation der bekannten Techniken wurde erstmalig in der „Lehmbauordnung“ von 1944 unternommen. Diese Verordnung über Lehmbauten wurde 1951 als DIN 18951 bauaufsichtlich eingeführt. Bis 1956 wurden weitere Vornormen und Normentwürfe erstellt, die jedoch nicht eingeführt wurden. 1971 wurden alle Normen als veraltet zurückgezogen. Dennoch galten sie nach einer Stellungnahme des Hessischen Innenministers von 1982 sowie jüngerer Erlasse der Landesminister mit ähnlichem Inhalt bis heute für die Genehmigung von Lehm- bauten mangels Nachfolgeregelungen bauaufsichtlich als „Stand der Technik“, so daß die Brauchbarkeit der in den alten Normen behandelten Lehmbauweisen im Einzelfall nicht nachgewiesen werden mußte.

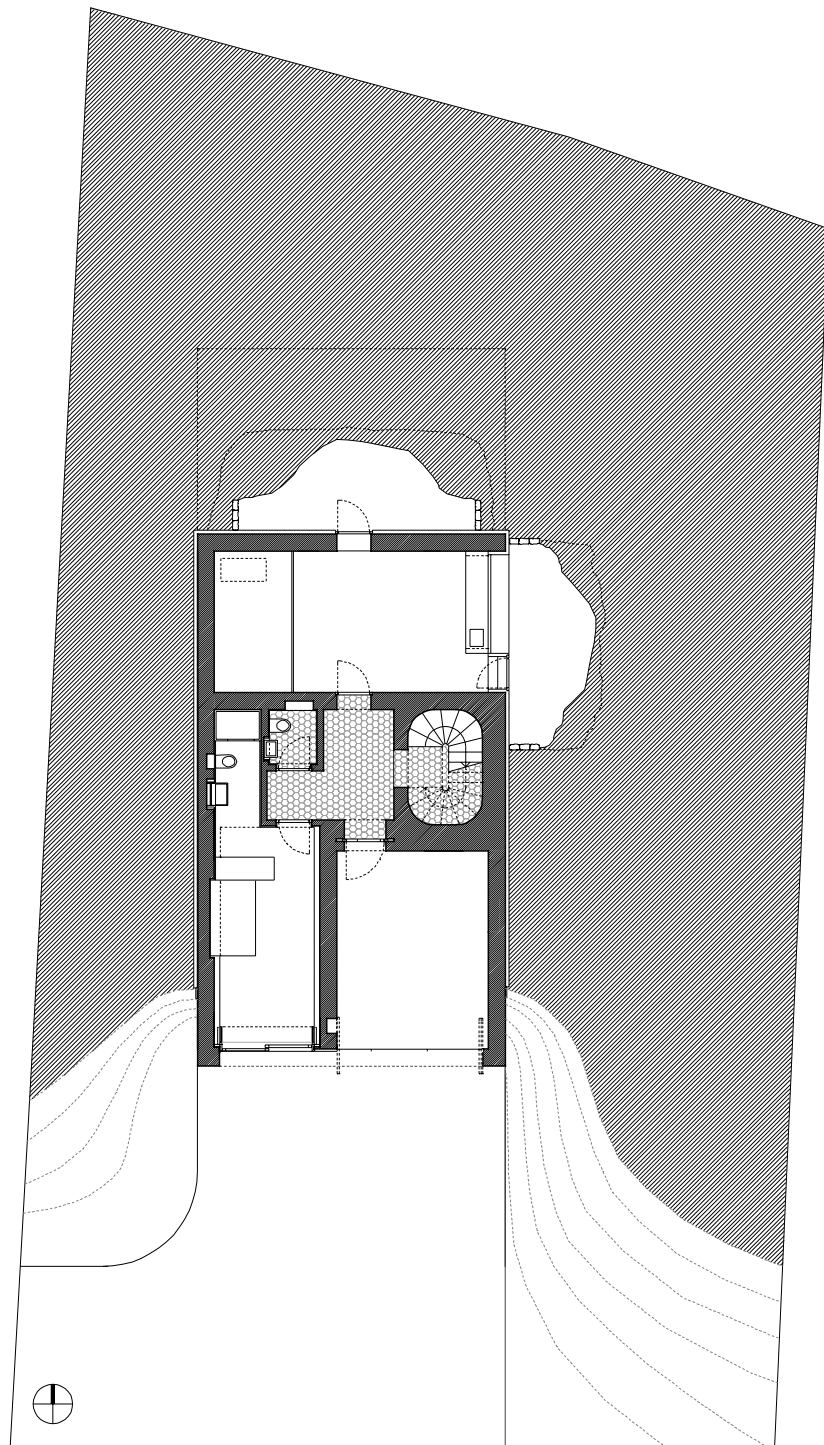
Den vielfältigen, z.T. neuen Anwendungen von Lehm- baustoffen, sowie der Vielzahl neuer Lehmbauprodukte können diese alten Normen jedoch nur ungenügend entsprechen. Sie regelten vor allem den tragenden Lehm- bau, dagegen werden heute Lehm- baustoffe vor allem nichttra- gend angewendet. Darüberhinaus waren die verschiede- nen Normausgaben nicht mehr aufeinander abgestimmt worden und müssen heute in großen Teilen als veraltet er- scheinen, bleiben aber wegen des festgehaltenen Wissens nach wie vor sehr wertvoll.

Die Erarbeitung eines neuen Regelwerkes setzte sich der gemeinnützige „Dachverband Lehm“, der sich 1992 aus Fachleuten, Architekten, Unternehmern, Handwerksfirmen, Vertretern von Institutionen gegründet hatte, als vordring- liche Aufgabe. Die alten Normen sollten dabei, soweit brauchbar, eingearbeitet werden, historische Erfahrung mit den durch die Baupraxis der letzten Jahre neu gewonne- nen Erkenntnissen zusammengeführt werden. Gefördert

durch die Bundesstiftung Umwelt, wurde ein erster Entwurf im Laufe des Jahres 1997 durch eine Projektgruppe innerhalb des Dachverbands erarbeitet, auf mehreren Fachgesprächen mit geladenen Teilnehmern abgestimmt und auf der LEHM 97 in Viersen öffentlich vorgestellt. Die Ergebnisse der Diskussion und weitere schriftliche Kommentare und Anregungen wurden eingearbeitet. So dokumentieren die vorliegenden „Lehmbau Regeln“ nicht nur den Stand der Technik, sondern sind unter Fachleuten des Lehmbaus erarbeiteter Konsens. Damit dienen sie nicht nur dem Verbraucherschutz und helfen, Mißerfolge und Fehlschläge zu vermeiden. Ziel des Projektes war es auch und vor allem, eine neue, zeitgemäße bauaufsichtliche Regelung zu ermöglichen.

Aufgenommen sind alle Lehmbaumstoffe und -bauteile, die zur Zeit als regelungsbedürftig erachtet wurden, dagegen nicht z.Zt. untergeordnete Anwendungen wie z.B. Lehm-schindeln oder Lehmestriche, bei denen auf die Fachliteratur oder die alten Normen verwiesen werden muß.

Casa Rauch



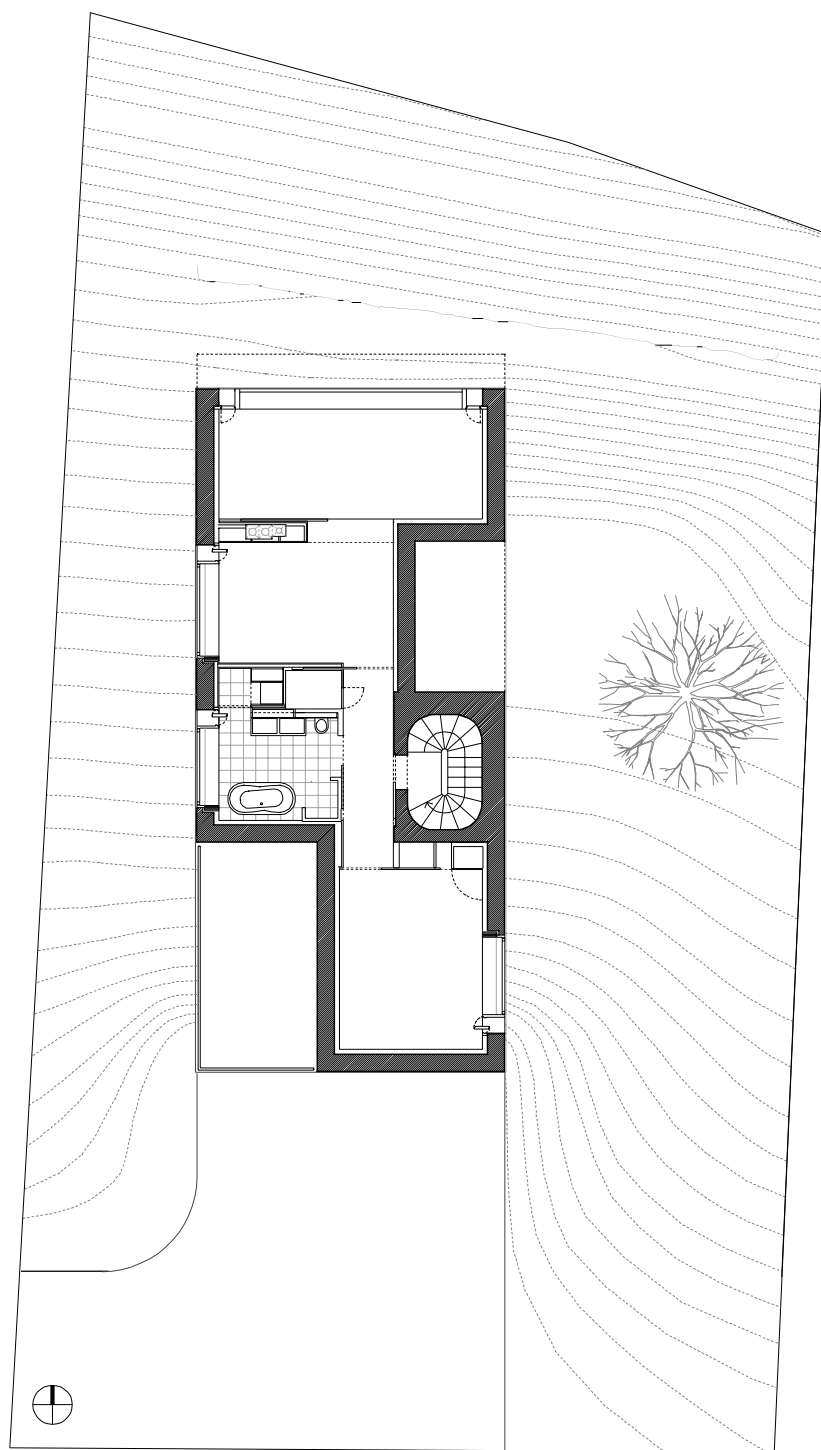
0 1 2 5

KG M 1:200



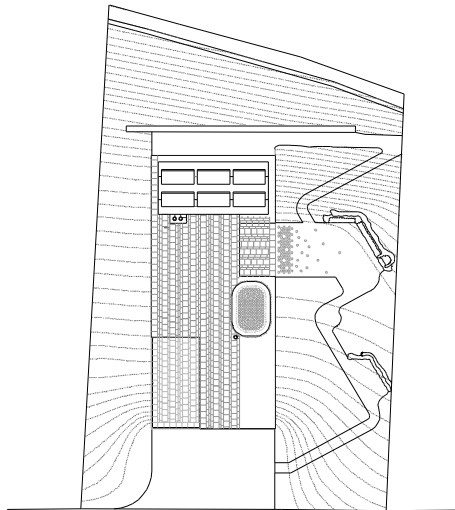
0 1 2 5

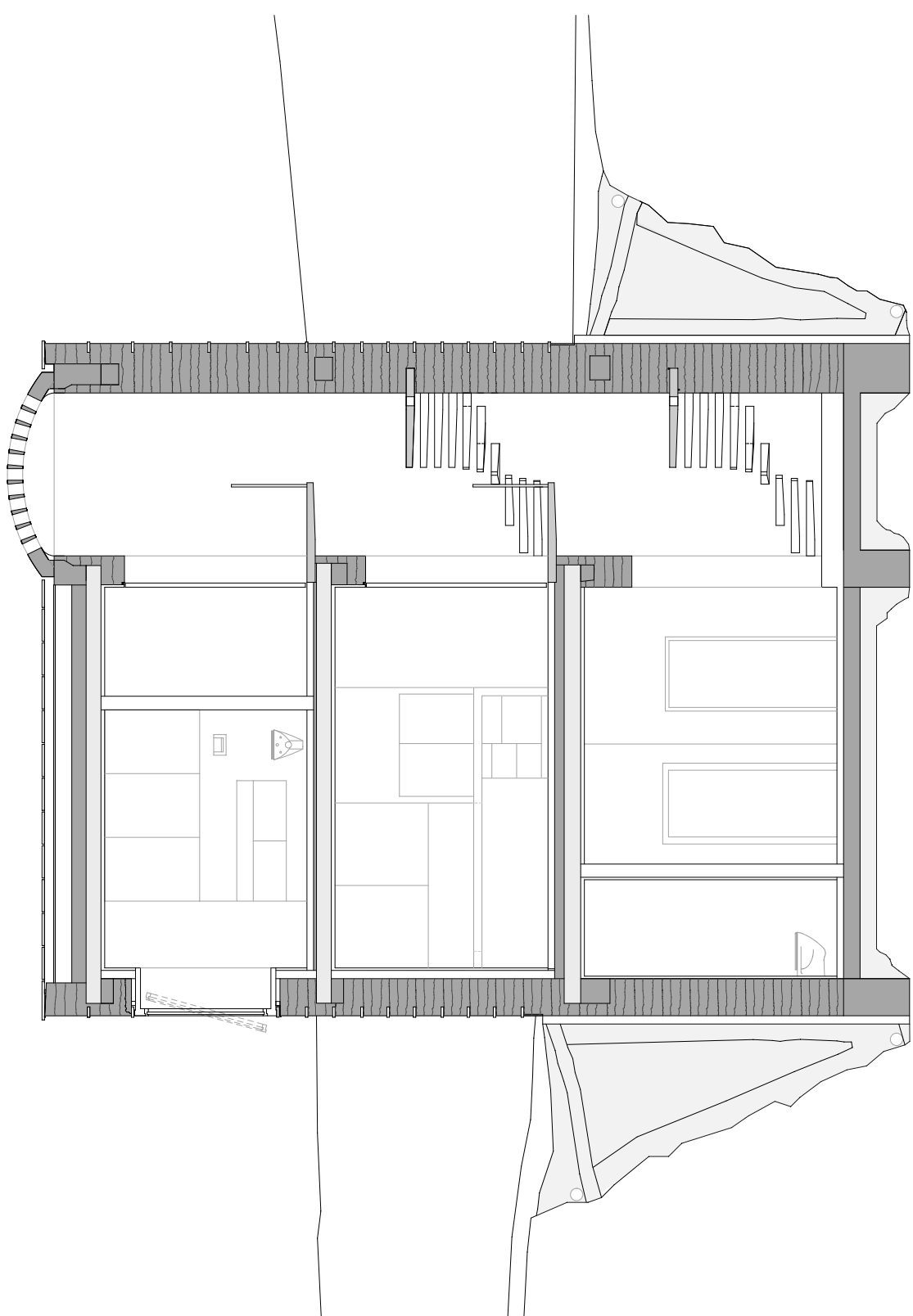
EG M 1:200

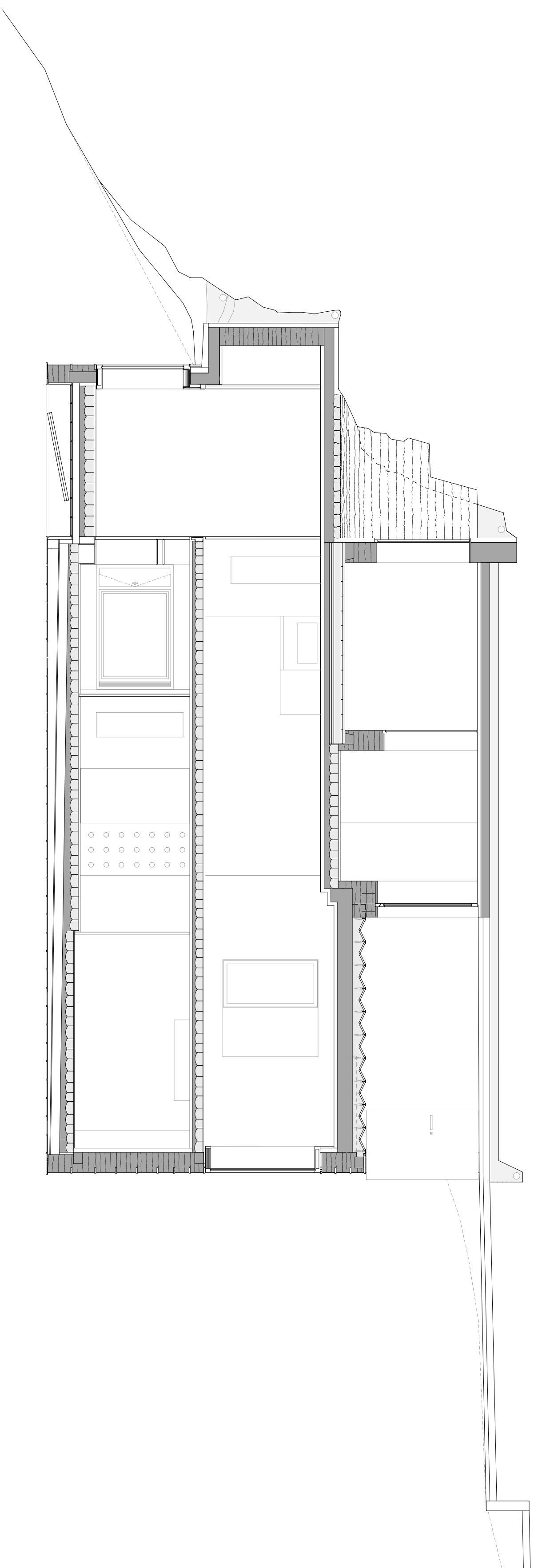


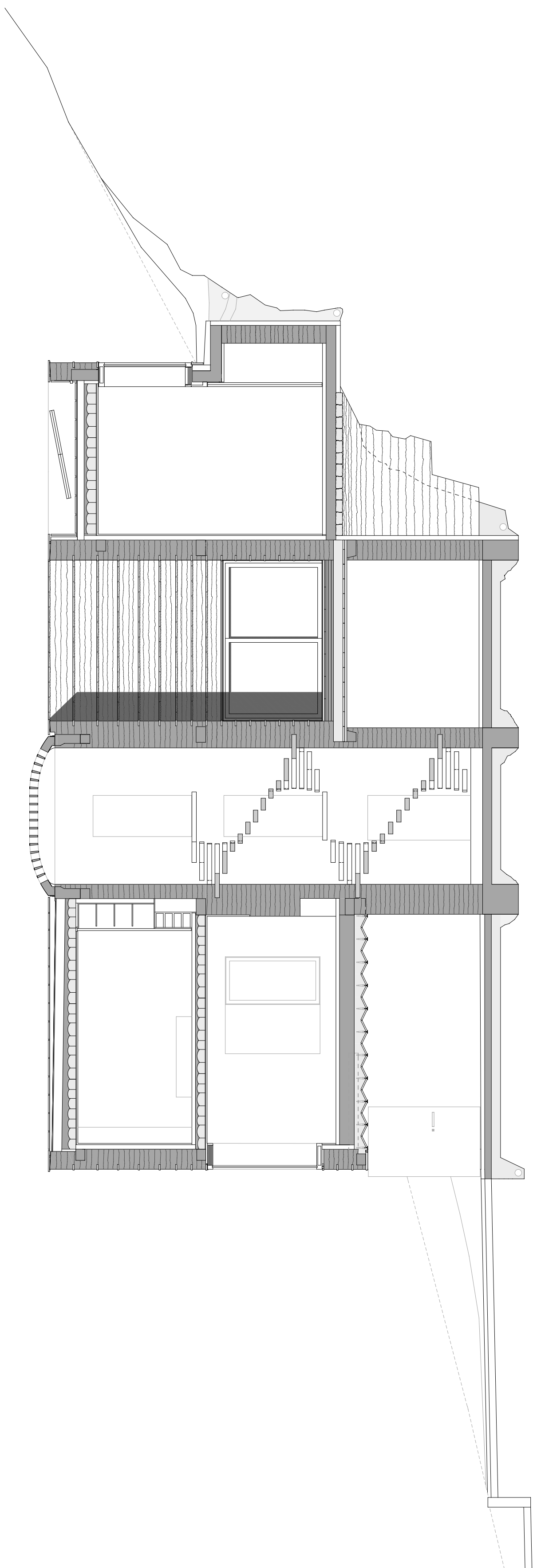
0 1 2 5

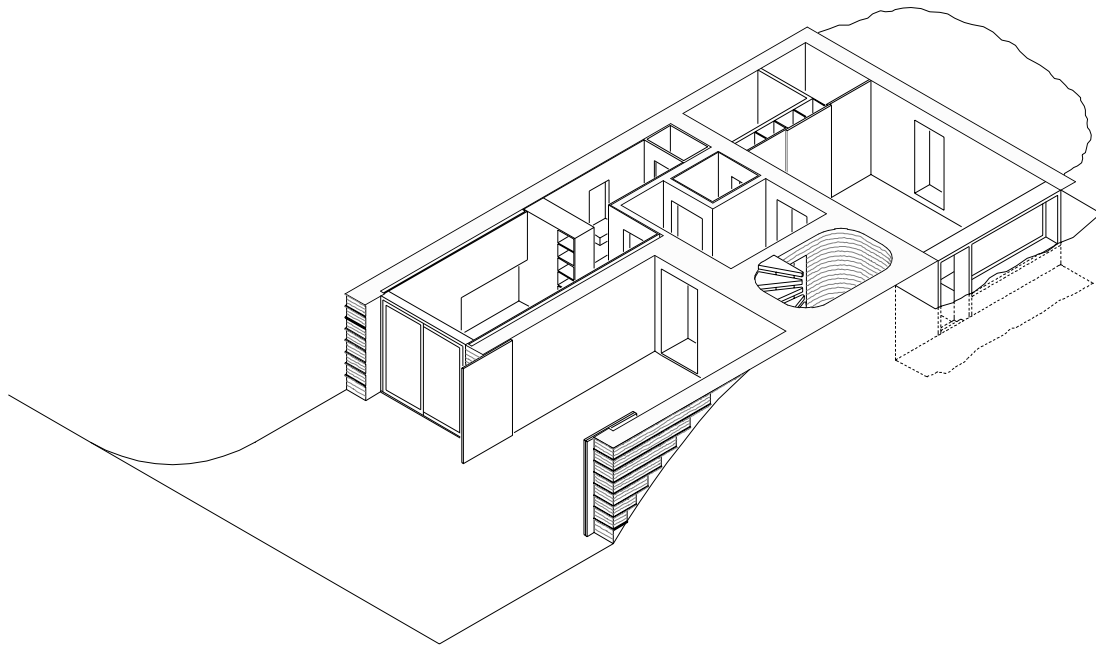
OG M 1:200



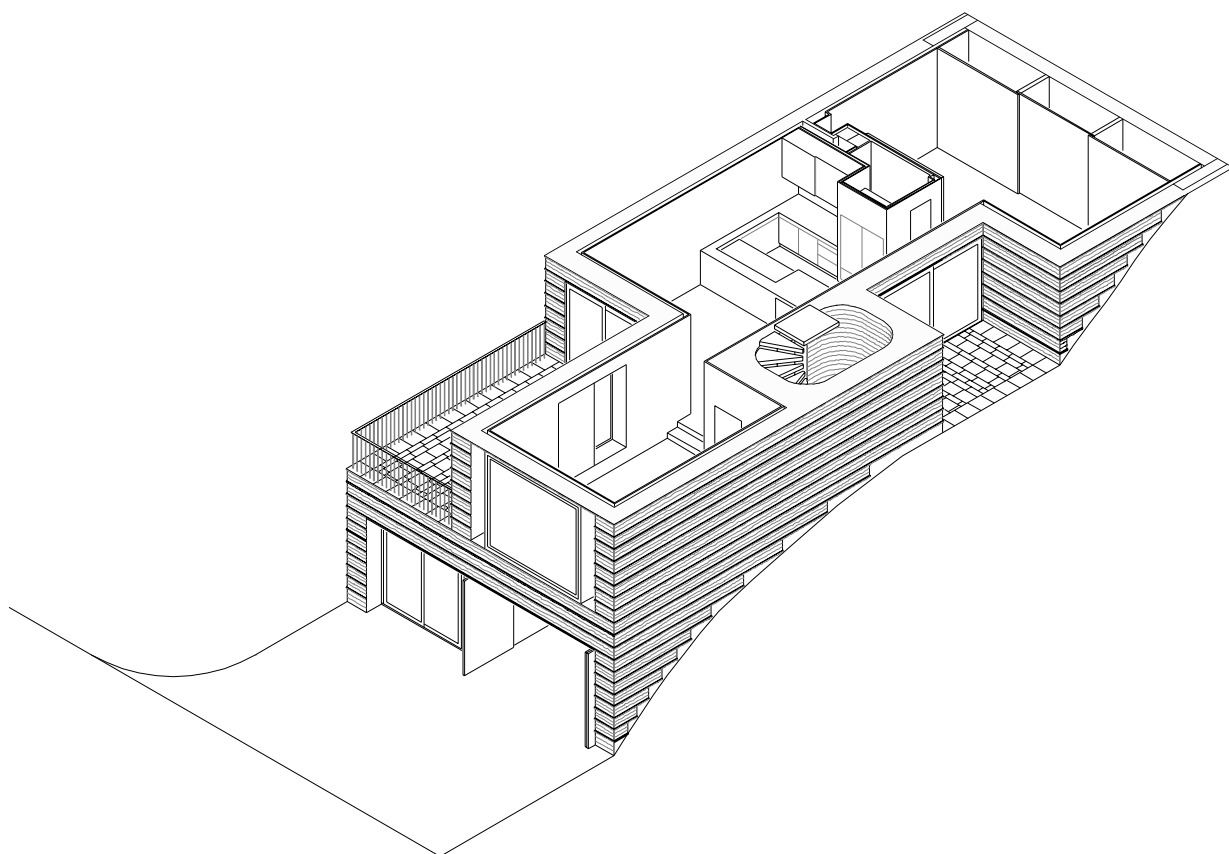




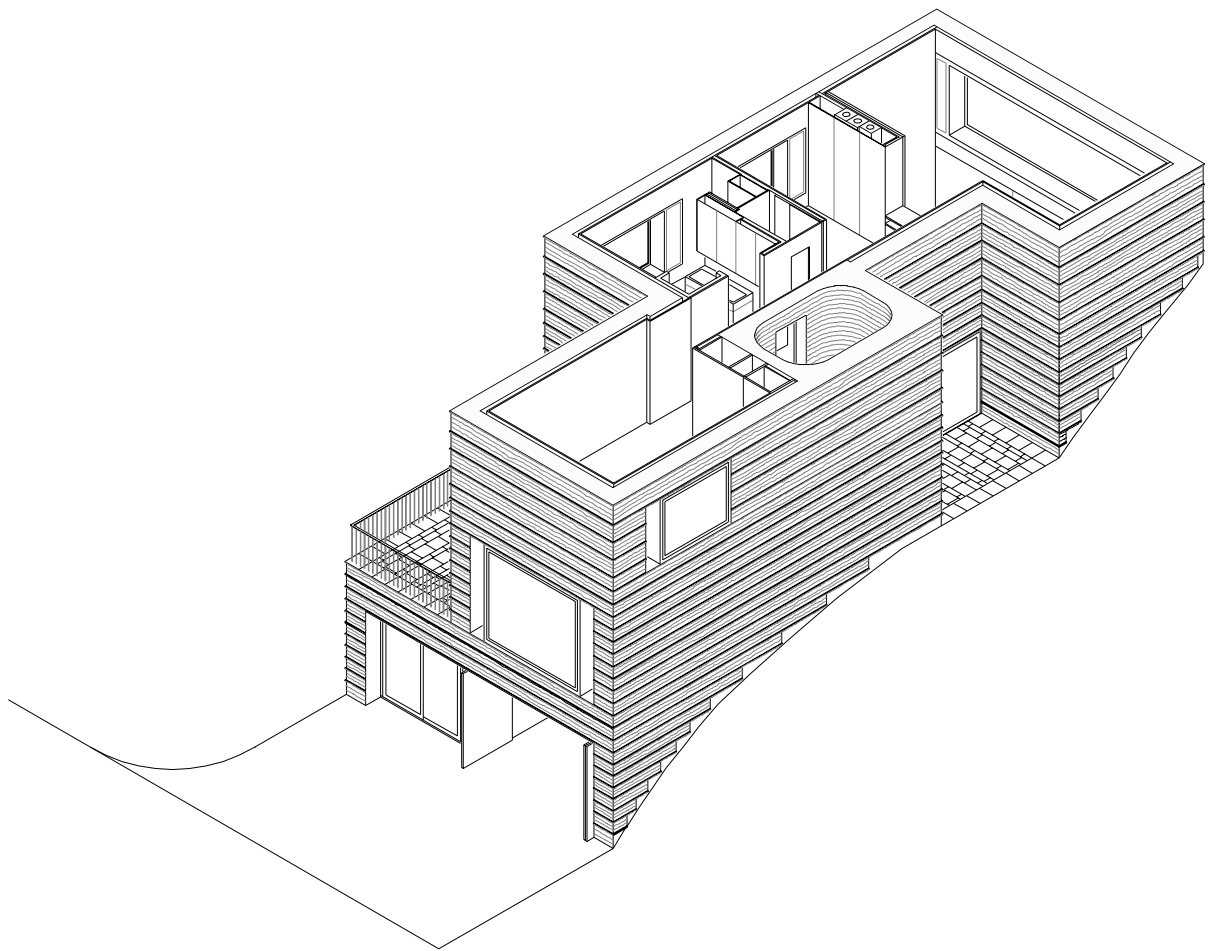




Axonometrie Untergeschoss M 1:200



Axonometrie Erdgeschoss M 1:200



Axonometrie Obergeschoss M 1:200

