DECRETO 52 DE 2002

(enero 18)

por medio del cual se modifica y adiciona el Capítulo E del Decreto 33 de 1998

Nota: Derogado por el Decreto 926 de 2010, artículo 3º. (éste modificado por el Decreto 2525 de 2010.).

El Presidente de la República de Colombia, en ejercicio de las facultades constitucionales y legales, en especial las conferidas por el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política y en desarrollo del Título VIII de la Ley 400 de 1997,

DECRETA:

Artículo 1°. Modificaciones al reglamento de construcciones sismo resistentes, NSR-98, adoptado por medio del Decreto 33 de 1998. Modifíquese el Reglamento de construcciones sismo resistentes, NSR-98, adoptado por medio del Decreto 33 de 1998 y modificado a su vez por los Decretos 34 de 1999 y 2809 de 2000, así:

CAPITULO E.7

Casas de uno y dos pisos en bahareque encementado

E.7.1 Introducción

E.7.1.1 El presente capítulo contiene los requisitos mínimos necesarios para otorgar a las casas de bahareque encementado, con uno y dos pisos, un grado de sismorresistencia tal que minimice la posibilidad de que la construcción colapse durante eventos sísmicos fuertes de baja probabilidad de ocurrencia, que sufra daños estructurales mínimos durante eventos sísmicos moderados y que no sufra daños estructurales durante eventos sísmicos leves de

alta probabilidad de ocurrencia.

E.7.1.2 El presente documento no sustituye la intervención y la competencia profesional de los ingenieros y arquitectos, cuya responsabilidad y participación en el diseño y construcción de edificaciones se reglamenta en el Título VI de la Ley 400 de 1997.

E.7.2 Alcance

E.7.2.1 En este capítulo se dan los requisitos mínimos que se deben seguir en el diseño y construcción de viviendas de uno y dos pisos, realizadas en bahareque encementado, que pertenecen al grupo de uso I, tal como lo define A.2.5.1.4 y dentro de las limitaciones establecidas en A.1.3.11, es decir, construcciones de uno y dos pisos que formen parte de programas de máximo 15 viviendas y menos de 3000 m2 de área construida.

E.7.2.2 Para el diseño y construcción de programas de viviendas de uno y dos pisos con más de 15 unidades o más de 3000 m2 de área construida, se requiere la realización de estudios completos de análisis y diseño estructural de acuerdo con el siguiente derrotero:

a) Estudios geotécnicos de acuerdo con el Título H;

b) Cimentaciones en concreto de acuerdo con el Título C;

c) Sobrecimentaciones en concreto de acuerdo con el Título C;

d) Sobrecimentaciones en mampostería de acuerdo con el Título D;

e) Análisis estructural de acuerdo con las previsiones de diseño sismo resistente del Título A, los requerimientos para cálculo de cargas, del Título B, y los requisitos de análisis del Apéndice E.A;

f) Diseño y construcción de entrepisos y cubiertas de madera, de acuerdo con los requisitos

para diseño y construcción del Título G;

g) Diseño y construcción de los componentes en bahareque encementado, no reglamentados, por lo anterior, se llevará a cabo con base en lo establecido en el presánte capítulo.

E.7.2.3 Las casas de uno y dos pisos que se vayan a construir en suelos de condiciones especiales por inestabilidad lateral, pendientes superiores al 30%, baja capacidad portante, baja densificación o compactación, o suelos expansivos, deben realizarse con intervención de profesionales calificados en el área de geotecnia y de diseño estructural, siguiendo los requisitos del Título A de estas normas, aún en el caso de que constituyan programas de quince o menos viviendas con menos de 3000 m2 de área en conjunto.

E.7.3 Generalidades

E.7.3.1 Definición. El bahareque encementado es un sistema e structural de muros que se basa en la fabricación de paredes construidas con un esqueleto de guadua, o guadua y madera, cubierto con un revoque de mortero de cemento aplicado sobre malla de alambre, clavada en esterilla de guadua que, a su vez, se clava sobre el esqueleto del muro.

E.7.3.2 Constitución. El bahareque encementado es un sistema constituido por dos partes principales: el entramado y el recubrimiento. Ambas partes se combinan para conformar un material compuesto.

E.7.3.2.1 Entramado. El entramado está constituido por dos soleras o elementos horizontales, inferior y superior, y pie-derechos o elementos verticales, conectados entre sí con clavos o tornillos. El marco del entramado, es decir las soleras y los pie-derechos exteriores, pueden construirse con guadua o con madera aserrada. El resto del entramado se construye con guadua. Puede contener diagonales.

E.7.3.2.2 Recubrimiento. El recubrimiento se fabrica con mortero de cemento aplicado sobre malla de alambre, tal como se especifica en E.7.4.5. La malla debe estar clavada sobre esterilla de guadua, o sobre un entablado.

E.7.4 Materiales

E.7.4.1 GUADUA

E.7.4.1.1 El material predominante de este sistema constructivo es la guadua, cuya mejor calidad se consigue en plantas en estado maduro, es decir, mayores de 4 años. No puede utilizarse guadua con más del 20% de contenido de humedad ni por debajo del 10%. En todo caso, el contenido de humedad debe estar cercano a la humedad de equilibrio ambiental para madera, tal como se define en la Figura 2.3, del numeral "2.2.1 Influencia del secado sobre los elementos de Madera", del Manual de diseño para maderas del Grupo Andino.

E.7.4.1.2 La guadua debe inmunizarse para evitar el ataque de insectos xilófagos. El inmunizado no constituye protección contra otros efectos ambientales, de manera que la guadua no puede exponerse al sol ni al agua, en ninguna parte de la edificación, pues la acción de los rayos ultravioletas produce resecamiento, fisuración, decoloración y pérdida de brillo, y los cambios de humedad pueden causar pudrición.

E.7.4.2 Madera y complementarios

E.7.4.2.1 La calidad de la madera aserrada y de los elementos metálicos de unión deberá regirse por G. 1. 3 de estas normas.

E.7.4.2.2 La clasificación mecánica de las maderas usadas en muros, entrepisos y cubiertas deberá corresponder, como mínimo, al grupo C, según G.1.3.4 de estas normas.

E.7.4.3 Mortero

E.7.4.3.1 La calidad del mortero de cemento para el revoque de muros y para el relleno de cañutos se regirá por D.3.4. La clasificación mínima requerida será la correspondiente al mortero tipo N, con una proporción en volumen de máximo 4 partes de arena por una parte de cementante.

E.7.4.3.2 Las calidades del cemento y de la cal, en caso de agregarse ésta, son las indicadas en el aparte D. 3.2 de estas nor mas.

E.7.4.4 Concreto y acero de refuerzo

E.7.4.4.1 Las calidades del concreto y de las armaduras para cimentaciones, de las vigas de amarre y de los elementos de confinamiento de manpostería, donde sean aplicables, se regirán por lo establecido en el Capítulo C.3.

E.7.4.5 Mallas de refuerzo del revoque

E.7.4.5.1 Podrán usarse los siguientes tipos:

a) Malla de alambre trenzado con diámetro máximo de 1,25 mm (BWG calibre 18), de abertura hexagonal no mayor a 25,4 mm.;

b) Malla de alambre electrosoldado con diámetro máximo de 1,25 mm (BWG calibre 18), de abertura cuadrada no mayor a 25,4 mm.;

c) Malla de revoque de lámina metálica expandida, sin vena estructural;

d) Malla de revoque de lámina metálica expandida, con vena estructural.

E.7.4.5.2 El uso de las mallas listadas en el numeral anterior no exime del uso de esterilla de guadua o entablado de madera, a menos que se demuestre, por medio de pruebas experimentales, que el comportamiento del material resultante es, cuando menos,

equivalente al material con la esterilla o el entablado, al tenor de lo dispuesto en los artículos 13 y 14 de la Ley 400 de 1997.

E.7.5 Sistema de resistencia sísmica

E.7.5.1 Para garantizar un comportamiento adecuado, tanto individual como de conjunto, ante cargas verticales y efectos horizontales, deben establecerse los siguientes mecanismos:

a) Un conjunto de muros estructurales, ya sean muros de carga o muros de rigidez, dispuestos de tal manera que provean suficiente resistencia, frente a las acciones gravitacionales y ante los efectos sísmicos horizontales en las dos direcciones principales en planta. Debe tenerse en cuenta sólo la rigidez en el propio plano de cada muro;

b) Un sistema de diafragmas que obligue al trabajo conjunto de los muros estructurales, mediante amarres que transmitan a cada muro la fuerza lateral que deba resistir. Los elementos de amarre para la acción de diafragma se deben ubicar dentro de la cubierta y dentro del entrepiso;

c) Un sistema de cimentación que transmita al suelo las cargas derivadas de la función estructural de cada muro. El sistema de cimentación debe ser adecuado, de manera que se prevengan asentamientos diferenciales inconvenientes. El conjunto de cimientos debe constituir un diafragma, para lo cual, las cimentaciones independientes deben estar amarradas entre sí y con el sistema general de cimientos.

E.7.6 Integridad estructural

E.7.6.1 Tanto la efectividad de los amarres en los diafragmas como el trabajo en conjunto de muros dependen de la continuidad vertical y horizontal de los muros estructurales y de la regularidad de la estructura, tanto en planta como en altura. Por esta razón se debe tener en

cuenta:

E.7.6.1.1 La continuidad vertical. Para considerar un muro como muro estructural, éste debe estar anclado a la cimentación. Cada muro estructural debe ser continuo entre la cimentación y el diafragma inmediatamente superior, sea el entrepiso o la cubierta. En casas de dos pisos, los muros estructurales que continúen a través del entrepiso deben, a su vez, ser continuos hasta la cubierta para poder considerarse estructurales en el segundo nivel, siempre y cuando no se reduzca su longitud en más de la mitad de la longitud que posee en el primer nivel y siempre y cuando se cumpla en cada nivel con los requerimientos de E.7.14. Muros del segundo piso que no tengan continuidad hasta la cimentación no podrán considerarse como muros estructurales. Si un muro anclado a la cimentación continúa a través del entrepiso y es continuo hasta la cubierta, siendo su longitud mayor en el segundo piso que en el primero, será considerado como muro estructural del segundo piso, sólo en la longitud que tiene en el primer piso.

E.7.6.1.2 La regularidad en planta. Debe evitarse la irregularidad en planta, tanto geométrica como de rigidez. Las formas irregulares podrán convertirse, por descomposición, en varias formas regulares. Las formas geométricamente regulares, pero asimétricas en términos de rigidez deben evitarse

E.7.6.1.3 La regularidad en altura. Deben evitarse las irregularidades en alzado, tanto geométricas (volúmenes escalonados), como de rigidez. Cuando la estructura tenga forma irregular en altura, podrá descomponerse en formas regulares aisladas. Debe evitarse la introducción de zonas débiles en altura, por cambios en la rigidez o la resistencia, que produzcan el efecto de piso débil o piso flexible.

E.7.6.2 Adiciones. Deben evitarse, o aislarse convenientemente, las adiciones exteriores o reformas interiores en materiales y sistemas constructivos diferentes al bahareque. No debe cambiarse o modificarse la fachada de una construcción de bahareque por mampostería. Así

mismo, deben evitarse adiciones como cocinas, baños o habitaciones adicionales en mampostería. Toda adición y modificación a las estructuras de bahareque debe construirse con este mismo material, de lo contrario es necesario aislar la adición o la modificación, para que trabaje independientemente de la estructura de bahareque, resolviendo en sí misma su estabilidad y resistencia.

E.7.6.3 Juntas sísmicas. Cuando en conjuntos de casas seriadas medianeras, coexisten las casas de bahareque con otras de diferentes materiales, como mampostería, concreto reforzado, acero, etc., debe dejarse un espacio mínimo de j veces la altura de la edificación, medida hasta el caballete de la cubierta. El valor de j debe establecerse con base en experimentos o tomarse de la Tabla E.7-1 señalada a continuación:

Tabla E.7-1

Espacio Mínimo de Separación

Estructura	j (m/m)
Edificación con aberturas de más del 25% de las fachadas	0,020
Edificación con aberturas de menos del 25% de las fachadas	0,015

La junta sísmica debe hacerse también entre unidades de bahareque, construidas independientemente, o entre grupos de edificaciones medianeras cuya relación largo a ancho excedan de tres. Las edificaciones separadas por junta sísmica pueden compartir cimentaciones, pero deben separarse desde el nivel del sobrecimiento de manera que actúen independientemente.

E.7.7 Cimentaciones

E.7.7.1 Limpieza del terreno. El terreno debe limpiarse de todo material orgánico y deben

realizarse los drenajes necesarios para asegurar una mínima incidencia de la humedad.

E.7.7.2 Estudio geotécnico. Se regirá por lo establecido en los apartes E.5.1.3 y E.5.1.4.

E.7.8 Sistemas de cimentación

E.7.8.1 La cimentación estará compuesta por un sistema reticular de vigas que configuren anillos aproximadamente rectangulares en planta y que aseguren la transmisión de las cargas de la superestructura al suelo en forma integral y equilibrada. Debe existir una viga de cimentación para cada muro estructural. Si uno de los anillos del sistema de cimentación tiene una relación largo sobre ancho mayor que dos, debe construirse una viga intermedia de cimentación, así no sirva de apoyo a ningún muro, en cuyo caso sus dimensiones mínimas pueden reducirse a 200 mm por 200 mm. Las intersecciones de las vigas de cimentación deben ser monolíticas y continuas.

E.7.8.2 Las vigas de cimentación deben tener refuerzo longitudinal superior e inferior y estribos de confinamiento en toda su longitud. Las dimensiones y el refuerzo de los cimientos deben basarse en cálculos realizados suponiendo una capacidad máxima portante del suelo de 0,05 MPa, a menos que se realice un estudio de suelos completo, de acuerdo con lo establecido en el Título H de estas normas. En todo caso, deben también ajustarse a los mínimos que se presentan en la Tabla E.7.2, señalada a continuación:

Tabla E.7-2

Valores mínimos para dimensiones, calidad del concreto

y refuerzo de cimentaciones

Un piso	Dos pisos	Calidad del concreto

Anchura	250 mm	300 mm	f´c = 17 Mpa
Altura	200 mm	300 mm	f´c = 17 Mpa
Acero longitudinal	4 N° 3	4 N° 4	fy = 420 Mpa
Estribos	N° 2 a 200 mm	N° 2 a 200 mm	fy = 235 Mpa
Bastones verticales para anclaje de muros	No.3	No. 4	fy = 250 Mpa

E.7.8.3 Los bastones verticales para anclaje deben colocarse en los extremos de cada muro estructural, en las intersecciones con otros muros, sean o no estructurales, y en lugares intermedios, a distancias no mayores que 1,5 m, anclados a la viga de cimentación, con una longitud mayor o igual a la longitud de anclaje requerida por el título C para barras de refuerzo.

E.7.8.4 La base de los muros de primer piso debe aislarse de la humedad apoyándolos sobre un zócalo en concreto, en mampostería confinada o en mampostería reforzada, que sobresalga, mínimo 80 mm, por encima del nivel acabado del primer piso.

E.7.8.5 Cimentación en terreno plano

E.7.8.5.1 El nivel inferior de las vigas de cimentación deberá estar a una profundidad mínima de 500 mm por debajo del nivel de acabado del primer piso. A fin de que el bahareque no quede en contacto directo con el suelo, debe construirse sobre ellas un sobrecimiento que se puede hacer en mampostería confinada, en mampostería reforzada o en concreto. El sobrecimiento debe anclarse debidamente a la cimentación mediante barras de refuerzo.

E.7.8.5.2 La losa de contrapiso debe aislarse lateralmente del zócalo sobre el que se apoyan

los muros, y no debe conectarse estructuralmente con la estructura de cimentación.

E.7.8.6 Cimentación en terreno inclinado

E.7.8.6.1 Cuando el terreno es inclinado, con una pendiente mayor al 5%, el sobrecimiento se debe construir con sistemas de muros estructurales, en mampostería o en concreto, con altura constante en los muros paralelos a las curvas de nivel y una altura variable o escalonada en los muros perpendiculares a las curvas de nivel. No deben construirse vigas de cimentación que tengan superficies inclinadas en contacto con el suelo.

E.7.8.6.2 La retícula de sobrecimientos se desplanta sobre las vigas de cimentación y llega hasta el nivel del primer piso útil. Los sobrecimientos pueden fabricarse con mampostería confinada o con mampostería reforzada, siguiendo los requerimientos del Título D o del Capítulo 2 del Título E, o con concreto, de acuerdo con los requisitos del Título C. Los sobrecimientos en mampostería deben rematarse con una viga de amarre. De allí en adelante, se construye el entrepiso del primer piso útil, según lo indicado en el numeral E.7.4.

E.7.8.6.3 El diseño de la viga de amarre debe ceñirse a lo establecido en el numeral E.3.4.

E.7.9 Instalaciones hidrosanitarias

E.7.9.1 Las instalaciones hidrosanitarias deben realizarse de acuerdo con lo establecido en el numeral E.5.4.

E.7.10 Especificaciones especiales

E.7.10.1 Juntas. La localización de las juntas en la cimentación debe basarse en un estudio geotécnico. En ausencia de estudio geotécnico, las juntas entre cimentaciones deben estar espaciadas a distancias no mayores de 30 m.

E.7.10.2 Suelos compresibles. Cuando los suelos sean excesivamente compresibles, de capacidad inferior a la establecida en E.5.1.4 (d), se puede utilizar alguna de las propuestas de ese capítulo sí previamente se ha realizado una plataforma de suelo mejorado, compactada mecánicamente, mínimo en 3 capas de 100 mm a una densidad Proctor del 90%.

E.7.10.3 Construcciones en ladera. Cuando los desniveles entre el suelo y el espacio de la vivienda exijan sistemas de contención, estos se deben diseñar atendiendo las disposiciones del Título H y disponiendo los elementos adicionales requeridos para resistir las cargas laterales allí especificadas. Para pendientes superiores al 20% debe garantizarse la estabilidad en la cimentación, empleando procedimientos tales como pilares en concreto, dispuestos en las esquinas e intersecciones de cimentaciones para muros, del borde inferior de ladera, a distancias menores de 5 m entre centros y anclados no menos de 1 m en el suelo natural. La esquina o intersección de la malla de cimentación correspondiente a cada pilar se debe anclar mediante 4 barras del No. 4 (1/2”) o 12 M (12 mm) formando una canastilla de 150 mm x 150 mm que debe penetrar en el pilar al menos 500 mm y anclarse en los elementos de la malla de cimentación.

E.7.11 Clasificación de muros

Los muros de una casa de uno o dos p isos de bahareque encementado, dentro del alcance del presente Capítulo, se clasifican en tres tipos.

E.7.11.1 Muros estructurales con diagonales. Son muros, o segmentos de muros, estructurales, compuestos por solera inferior, solera superior (o carrera), pie-derechos, elementos inclinados y recubrimiento con base en mortero de cemento, colocado sobre malla de alambre, clavada sobre esterilla de guadua o entablado de madera. Estos muros reciben cargas verticales y resisten fuerzas horizontales de sismo o viento. Los muros estructurales con diagonales deben colocarse en las esquinas de la construcción y en los

extremos de cada conjunto de muros estructurales.

E.7.11.2 Muros estructurales sin diagonales. Son muros, o segmentos de muros, estructurales, compuestos por solera inferior, solera superior (o carrera), pie-derechos y recubrimiento con mortero de cemento, colocado sobre malla de alambre, clavada sobre esterilla de guadua y que carecen de elementos inclinados. Deben utilizarse únicamente para resistir cargas verticales. No deben constituirse en segmentos de los extremos de muros.

E.7.11.3 Tanto los muros estructurales con diagonales como los que no tienen diagonales deben construirse apoyados sobre vigas de cimentación o en sobrecimientos, a su vez apoyados sobre vigas de cimentación. Los muros estructurales deben tener continuidad desde la cimentación hasta el diafragma superior con el cual están conectados.

E.7.11.4 Muros no estructurales. Los muros que no soportan cargas diferentes a las de su propio peso se conocen con el nombre de muros no estructurales. Estos muros no tienen otra función que la de separar espacios dentro de la vivienda. Los muros no estructurales interiores deben conectarse con el diafragma superior por medio de una conexión que restrinja su volcamiento, pero que impida la transmisión de cortante o carga vertical entre la cubierta o el entrepiso y el muro no estructural. Los muros no estructurales no necesitan ser continuos y no requieren estar anclados al sistema de cimentación.

E.7.12 Composición de muros

E.7.12.1 Los muros de bahareque encementado deben componerse de un entramado de guaduas o de guaduas y madera, constituido por elementos horizontales llamados soleras (la solera superior también se llama carrera), elementos verticales llamados pie-derechos y recubrimiento de mortero de cemento. Las guaduas no deben tener un diámetro inferior a 80 mm.

E.7.12.2 El recubrimiento de mortero debe aplicarse sobre una malla de alambre delgado (diámetro no superior a 1,25 mm), que a su vez se clava sobre esterilla de guadua, de acuerdo con lo especificado en E.7.4.5.

E.7.12.3 Las soleras tendrán un ancho mínimo igual al diámetro de las guaduas usadas como pie-derechos. Es preferible construir las soleras, inferior y superior de cada muro en madera aserrada, ya que sus uniones permiten mayor rigidez y son menos susceptibles al aplastamiento que los elementos de guadua.

E.7.12.4 Los muros de bahareque encem entado podrán tener recubrimiento por ambos lados. Si no es posible, la longitud efectiva del muro con recubrimiento por un solo lado debe considerarse como la mitad de su longitud total real, para efectos de los requerimientos especificados en E.7.14.1 y E.7.14.2.

E.7.13 Diafragmas

E.7.13.1 Las soleras deben conformar conjuntamente con los entrepisos y la estructura de la cubierta un diafragma que traslade las cargas horizontales a los muros estructurales. Deben proveerse uniones o vínculos entre los muros y los diafragmas, como se indica en el numeral E.7.24 de este Capítulo.

E.7.13.2 Deben colocarse tirantes y cuadrantes en el nivel de solera superior de cada piso, para garantizar el efecto de diafragma. Los cuadrantes bastan cuando los espacios rectangulares entre muros no superan relaciones de 1,5 sobre 1 entre lado mayor y lado menor. Para relaciones mayores, deben colocarse tirantes que dividan los espacios rectangulares en espacios con relaciones menores de 1,5 sobre 1.

E.7.13.3 Los diafragmas deben existir en los niveles de cimentación, de entrepisos y de cubierta.

E.7.14 Longitud de muros en cada dirección

Para proveer un reparto uniforme de la responsabilidad para resistir las fuerzas sísmicas en el intervalo inelástico, los muros estructurales que se dispongan en cada una de las direcciones principales deben cumplir con las siguientes condiciones:

E.7.14.1 Longitud mínima. La longitud de muros en cada dirección debe satisfacer la ecuación E.7-1:

Li ³ CB Ap (E.7-1)

En donde:

Li = Longitud mínima total de muros continuos (en m), sin aberturas, en la dirección i.

CB = Coeficiente (en m-1), especificado en la Tabla E.7-3, en función de la aceleración espectral

Aa para el sitio donde se realice la construcción, de acuerdo con A.2.3

Ap = Area de la cubierta (en m2) para viviendas de un piso, o para los muros del segundo piso en viviendas de dos pisos. (Puede sustituirse por 2/3 Ap si se utilizan materiales livianos para la cubierta, tales como fibrocemento o láminas metálicas, sin base de mortero).

= Area del entrepiso más área de la cubierta (en m2), para los muros del primer piso en viviendas de dos pisos.

Tabla E7-3

Valores del coeficiente de densidad de muros de bahareque encementado, CB

Amenaza sísmica Aa CB

Alta	0,40	0,32
	0,35	0,28
	0,30	0,24
	0,25	0,20
Intermedia	0,20	0,16
	0,15	0,16
Baja	0,10	0,16
	0,05	0,16

E.7.14.2 Distribución simétrica de muros

Los muros deben estar distribuidos de manera aproximadamente simétrica. Por lo tanto, debe cumplirse con la ecuación E.7-2, tomada en su valor absoluto, así:

(E.7-2)

En donde:

Lmi = Longitud de cada muro (en m) en la dirección i.

b = La distancia perpendicular (en m) desde cada muro en la dirección i, hasta un extremo del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso (ver Figura E.7-1).

B = Longitud del lado (en m), perpendicular a la dirección i, del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso.

Figura E.7-1. Descripción del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso.

E.7.14.3 Verificación de la resistencia de muros. En los casos en los cuales no se cumplan los requisitos expresados en E.7.14.1, deberá aumentarse la longitud total de muros en cada dirección, en cada nivel, a menos que se demuestre, por medio de un procedimiento de análisis estructural, como el contenido en Apéndice E.1 de este Capítulo, que una longitud de muros inferior a la especificada por la ecuación E.7.1, es suficiente para resistir las cargas horizontales calculadas..

E.7.14.4 Verificación de la asimetría de muros en planta. En los casos en los cuales no se cumplan los requisitos expresados en E.7.14.2, debe hacerse de nuevo la distribución de los muros en planta hasta lograr cumplir con la ecuación E.7-2. Si en este proceso se reduce la longitud total de muros en cualquier dirección y cualquiera de los niveles, debe verificarse de nuevo el cumplimiento con la ecuación E.7-1, de acuerdo con lo estipulado en E.7.14.3.

E.7.14.5 Enchapes para muros. Deben evitarse los enchapes pesados en fachadas. En baños, debe enchaparse completamente la zona húmeda, para lo cual se recomienda colocar el enchape pegado con mortero impermeable, Todo enchape de fachada debe estar adecuadamente fijado para evitar que se desprenda durante los sismos.

E.7.15 Entrepisos

E.7.15.1 El entrepiso debe soportar las cargas verticales establecidas en el Título B. Debe poseer suficiente rigidez en su propio plano para garantizar su trabajo como diafragma y debe consistir en:

a) Largueros, viguetas o alfardas que soporten el recubrimiento o piso;

b) El recubrimiento debe resistir la fuerza cortante y puede hacerse de:

• Esterilla de guadua, malla de refuerzo electrosoldado y mortero de cemento,

• Malla expandida, malla de refuerzo electrosoldado y mortero de cemento, o

• Tablas de madera clavadas a la estructura de soporte del entrepiso;

c) Las soleras o carreras, que enmarcan el diafragma y forman parte del sistema de resistencia en su plano.

E.7.15.2 Como se señala en el Capítulo 3, los entrepisos deben formar un diafragma que trabaje como un conjunto. Para ello, los elementos del entrepiso deben estar debidamente vinculados. Sin embargo, no es necesario que el entrepiso funcione como un diafragma infinitamente rígido en su propio plano.

E.7.15.3 No se permiten entrepisos en losa de concreto para viviendas en bahareque encementado construidas de acuerdo con el presente Capítulo.

E.7.16 Composición de entrepisos

E.7.16.1 En la construcción con bahareque encementado, el entrepiso, las soleras y carreras, se construirán con madera estructural con una clasificación de, por lo menos, Grupo C, de acuerdo con G.1.3.4. Sin embargo, en el caso de construir la estructura de entrepiso en guadua, deben colocarse guaduas dobles, una encima de la otra, zunchadas entre sí, haciendo de largueros a distancias, centro a centro entre 300 mm y 400 mm. Debe colocarse, como friso de borde, una vigueta de madera de sección vertical equivalente a la altura de las dos guaduas que constituyen los largueros y entre cada larguero, compuesto por dos guaduas apiladas, un taco de madera, de tal manera que se reduzca el riesgo de aplastamiento de las guaduas. Los cañutos donde se apoyan las guaduas y los que entren en contacto con los muros deben llenarse con mortero de cemento. Se requieren arriostramientos transversales o atraques intermedios entre los largueros.

E.7.16.2 Como recubrimiento del entrepiso puede usarse un mortero de cemento reforzado con malla electrosoldada D50 o equivalente, es decir, que aporte alrededor de 0,5 cm2 de área de acero, por metro lineal de malla. Sobre el mortero se deben colocar acabados livianos como colorantes integrados, pinturas o baldosas de vinilo. No debe utilizarse baldosas de cemento u otros pisos pesados y rígidos, a menos que se realicen análisis y diseño estructurales completos para toda la vivienda.

E.7.16.3 Si el entrepiso se construye con madera aserrada, los largueros deben ser mínimo de sección transversal de 120 mm x 40 mm, para luces máximas de 4 m, separados máximo a 400 mm (centro a centro). El recubrimiento debe ser de listones o tablones de madera de 15 mm de espesor mínimo. Se requieren atraques intermedios para evitar el pandeo de los largueros.

E.7.16.4 Los voladizos deben construirse con elementos continuos, de madera o guadua, unidos entre sí con un elemento de borde que garantice el trabajo en conjunto de los elementos del voladizo y una mejor distribución de la carga impuesta.

E.7.16.5 Si se construye cielo raso debajo de la estructura de entrepiso, debe facilitarse una corriente de aire en los espacios interiores.

E.7.17 Columnas

Las columnas son elementos estructurales proporcionados para resistir cargas verticales, en forma aislada o en combinación con los muros estructurales. Las columnas no deben considerarse componentes del sistema de resistencia sísmica en viviendas en bahareque encementado.

E.7.18 Ubicación y diseño de columnas

E.7.18.1 Las columnas se localizarán en puntos de la edificación donde la magnitud o la

posición de las cargas verticales transmitidas por cubiertas o entrepisos excedan la capacidad de los muros estructurales, o donde no se disponga de ellos, como es el caso de galerías abiertas, corredores y aleros.

E.7.18.2 Si las columnas se construyen en guadua, debe evitarse la acción directa del sol y del agua. Necesariamente deben aislarse del piso por medio de un dado en concreto o en mampostería y una unión, como se indica en el numeral E.7.26.2 de este Capítulo.

E.7.18.3 El número de guaduas requeridas para cada columna se debe estimar con base en la ecuación E.7-3, así:

$$NC = \frac{PU}{AGFC^{3}} \qquad \text{(E.7-3)}$$

en donde:

NC: Número de guaduas requeridas para formar la columna.

PU: Carga que le corresponde a la columna, calculada con base en el área de cubierta o entrepiso que le corresponde soportar.

AG: Area de la sección transveral de las guaduas que se utilizarán, calculada con base en el promedio de dos diámetros medidos ortogonalmente entre sí y el promedio de los cuatro espesores medidos en los extremos de cada uno de los diámetros.

FC: Tensión de compresión admisible estipulada en la Tabla E.1-1, del Apéndice E-1 de este Título.

E.7.18.4 Si se requiere más de una guadua para formar la columna éstas deben conectarse entre sí con zunchos con espaciamientos que no excedan un tercio de la altura de la columna.

E.7.18.5 Si las columnas se construyen en madera, deben diseñarse de acuerdo con el Título G de esta norma.

E.7.18.6 Si las columnas se construyen en acero, deben diseñarse de acuerdo con el Título F de esta norma.

E.7.18.7 Si las columnas se construyen en concreto, deben diseñarse de acuerdo con el Titulo C de esta norma.

E.7.18.8 Si las columnas se construyen en mampostería, deben diseñarse de acuerdo con el Título D de esta norma.

E.7.19 Amarres y continuidad de columnas

E.7.19.1 Las columnas deben conectarse entre sí y con los muros estructurales vecinos. Además, las columnas deben conectarse con el diafragma que soportan con una unión articulada, que no transmita tensiones de flexión.

E.7.20 Cubiertas

Los elementos portantes de la cubierta deben conformar un conjunto estable para cargas verticales y laterales, para lo cual tendrán los anclajes y arriostramientos requeridos según se indica en el numeral E.7.24 de este Capítulo.

E.7.21 Composición de cubierta y sus conexiones

E.7.21.1 Las correas y demás elementos que transmitan las cargas de cubierta a los muros

estructurales deben fijarse entre sí y conectarse con la carrera o solera superior que sirve de amarre de los muros estructurales, de acuerdo con los numerales E.7.24 a E.7.26.

E.7.21.2 Las correas pueden construirse en madera aserrada o en guadua. Cuando las correas se construyen en guadua, los cañutos en contacto directo con el muro deben rellenarse con mortero de cemento.

E.7.22 Materiales de cubierta

E.7.22.1 Los materiales utilizados para el cierre de la cubierta deben garantizar una impermeabilidad suficiente para proteger de la humedad las guaduas y la madera de la estructura de soporte.

E.7.22.2 Cuando se utilicen las cubiertas de teja de barro, debe evitarse su contacto directo con la guadua, porque transmiten la humedad por capilaridad, provocando su pudrición.

E.7.22.3 No se permite el uso de losas de concreto o de mortero como cubiertas de casa de uno y dos pisos en muros de bahareque encementado construidas de acuerdo con el presente Capítulo.

E.7.23 Cielo raso

E.7.23.1 El cielo raso se debe construir en materiales livianos, anclados a la estructura del entrepiso o de la cubierta y deben permitir la ventilación de cubiertas y entrepisos.

E.7.24 Uniones

E.7.24.1 Todos los miembros y elementos estructurales deberán estar anclados, arriostrados, empalmados e instalados de tal forma que garanticen la resistencia y rigidez necesarias para resistir las cargas y transmitirlas con seguridad a la cimentación.

E.7.24.2 El presente capítulo enumera algunas uniones entre elementos constitutivos del sistema constructivo con muros de bahareque encementado. Estas uniones han sido experimentadas con clavos, pernos, varillas y pletinas. Otras diferentes pueden utilizarse, siempre y cuando se demuestre su idoneidad, por medios experimentales.

E.7.25 Tipos de uniones de acuerdo con el material de conexión

Según el material utilizado para la conexión entre guaduas o entre madera y guaduas, las uniones se clasifican en:

E.7.25.1 Uniones clavadas. Se reservan para esfuerzos muy bajos entre elementos de madera aserrada y guadua, como por ejemplo de pie-derecho a solera en muro. No se aceptan para la unión de dos o más elementos rollizos de guadua, ya que la penetración y el impacto de los clavos producen fisuración de la guadua debido a la preponderancia de fibras longitudinales. Las uniones clavadas deben usarse solamente para ajuste temporal del sistema durante el armado y no deben tenerse en cuenta como conexiones resistentes entre elementos estructurales.

E.7.25.2 Uniones pernadas. Cuando sea necesario perforar la guadua para introducirle pernos, debe usarse taladro de alta velocidad y evitar impactos.

E.7.25.2.1 Todos los cañutos a través de los cuales se atraviesen pernos o barras deben rellenarse con mortero de cemento.

E.7.25.2.2 El mortero debe ser lo suficientemente fluido para penetrar completamente dentro del cañuto. El mortero de relleno debe proporcionarse con la mínima cantidad de agua necesaria para obtener una fluidez suficiente para inyectarse con muy poca presión, y sin exceder una relación 4 sobre 1, por volumen, entre el agregado fino y el cemento. Pueden usarse aditivos reductores de agua de mezclado, no corrosivos.

E.7.25.2.3 Para vaciar el mortero debe perforarse la guadua mediante taladro de alta velocidad en puntos próximos a los tabiques de cada uno de los dos extremos del cañuto que va a rellenarse. A través de uno de los orificios se inyectará el mortero presionándolo a través de un embudo o con la ayuda de una bomba manual. El orificio en el extremo opuesto sirve para el escape del aire atrapado.

E.7.25.2.4 Los pernos pueden fabricarse con barras de refuerzo roscadas en obra o con barras comerciales de rosca continua.

E.7.25.3 Uniones zunchadas. Las uniones zunchadas pueden utilizarse para fabricar conexiones articuladas. Para conexiones que deban resistir tracción, la pletina debe diseñarse para garantizar que no es el vínculo débil de la unión. La unión no debe traba jar, en total, con más de 10 kN de esfuerzo de tracción.

E.7.26 Tipos de uniones de acuerdo con la función

Las uniones entre los elementos de guadua y madera dentro de los muros de bahareque pueden ser del tipo uniones clavadas. Las uniones de muros de bahareque entre sí y de los componentes del bahareque con la cimentación y con la cubierta deben cumplir funciones estructurales, tanto de rigidez como de resistencia. Las uniones entre componentes, de acuerdo con su función, se clasifican en:

E.7.26.1 Unión cimiento-muro. Los muros deben estar conectados efectivamente con la cimentación, sea en contacto directo con las vigas de cimentación o atravesando los sobrecimientos.

E.7.26.1.1 Unión con soleras de madera aserrada. Cuando se utilice madera aserrada para las soleras, la conexión con los cimientos se realizará con barras roscadas, ancladas a los mismos y de tal manera que atraviesen las soleras y se fijen a éstas, con tuercas y arandelas. La madera debe separarse del concreto o de la mampostería con papel

impermeable u otra barrera similar.

E.7.26.1.2 Unión con soleras de guadua. Para muros fabricados sólo con elementos de guadua, los muros deben conectarse a los cimientos fijando los pie-derechos necesarios, de acuerdo con E.7.8.3, a la cimentación, tal como se establece para columnas de guadua en E.7.26.2.

E.7.26.2 Unión columna-cimiento. La guadua no debe estar en contacto directo con el suelo, la mampostería o el concreto. La guadua se apoyará sobre un separador de metal u otro material impermeable, como se muestra en el Apéndice E-B.

E.7.26.2.1 Las fuerzas de compresión deben transmitirse a través del separador a la cimentación. Las fuerzas de tracción se deben transmitir a través de conexiones pernadas. Un perno debe atravesar el primero o el segundo cañuto de la guadua. El cañuto atravesado y cualquier cañuto por debajo de éste, deben rellenarse con mortero. El cañuto debe tener un nudo en su extremo inferior. El perno se debe anclar al cimiento a través de pletinas o barras con ojales, o barras dobladas, en cada uno de sus extremos. El perno y las barras de sujeción tendrán un diámetro mínimo de 9,5 mm, mientras que si se utilizan pletinas, éstas deben tener mínimo 3,2 mm de espesor y 50 mm de anchura. Esta conexión debe resistir tracción y no es apropiada para resistir momento y se muestra en el Apéndice E-B.

E.7.26.2.2 El separador debe actuar también como elemento resistente a corte, es decir, como tope para el movimiento horizontal entre el muro y el cimiento. Para ello, el separador debe abrazar el elemento de guadua. Debe existir una unión completa por lo menos cada 1,5 m, en los extremos de muros, en los bordes de aberturas para puertas y en el punto medio del muro si su longitud es mayor de 1,5 m y menor de 3 m. El separador-retenedor puede ser una pletina de acero doblada en forma de U, o un tubo dentro del cual se empotra la guadua, tal como se ilustra en el Apéndice E-B.

E.7.26.2.3 Cuando no se requiere que la conexión resista tracción, la guadua puede

empotrarse en el concreto y separarse de éste mediante una membrana bituminosa, como brea o asfalto.

E.7.26.2.4 Las conexiones con los cimientos descritas sirven también para anclar columnas formadas con más de una guadua.

E.7.26.3 Unión columna-cubierta. La unión de las guaduas con la cubierta debe hacerse de forma similar a la descrita en el numeral E.7.26.5 para los pie-derechos de los muros. Las columnas constituidas por más de una guadua deben conectarse a la carrera superior de] entrepiso o de la cubierta, por medio de un elemento en madera aserrada que garantice el contacto completo entre el elemento horizontal y la sección transversal de todas las guaduas que componen la columna.

E.7.26.4 Unión entre muros

E.7.26.4.1 Muros en el mismo plano. Los muros en el mismo plano se unen entre sí mediante pernos, tuercas y arandelas, como se ilustra en el Apéndice E-B. Debe haber por lo menos dos conexiones por unión, colocadas cada tercio de la altura del muro. El perno debe tener, por lo menos 9.5 mm de diámetro. Si los pie-derechos son de guadua los cañutos atravesados deben rellenarse con mortero.

E.7.26.4.2 Muros en planos perpendiculares. Cuando los muros que deben unirse están en diferentes planos, perpendiculares entre sí, pueden unirse directamente con pernos, tuercas y arandelas en una sola dirección, o a través de un elemento adicional en la intersección de los muros, utilizando pernos, tuercas y arandelas, en ambas direcciones, tal como se ilustra en el Apéndice E-B. El espaciamiento vertical de las uniones es el mismo especificado en E.7.26.3. l.

E.7.26.5 Unión entre muros y cubierta

E.7.26.5.1 La conexión de las correas con los muros debe hacerse con los pie-derechos. Esto se logra mediante un perno embebido dentro del último cañuto completo del extremo superior del pie-derecho, que atraviesa la solera y la correa. Tanto el cañuto completo, como cualquier segmento de cañuto por encima de él, deben rellenarse con mortero de cemento y confinarse con zuncho de manera que se evite la fisuración longitudinal de la guadua debido a las tensiones de cortante por carga horizontal. Si la solera y/o la correa es de guadua, deben rellenarse los cañutos atravesados con el perno de conexión.

E.7.26.5.2 Cuando los muros se fabriquen mediante paneles debe ponerse un elemento continuo uniendo las carreras de los paneles. La conexión con la cubierta, realizada de manera similar a la descrita en el numeral E.7.26.4.1, mediante perno embebido en los pie-derechos del panel, atravesando tanto la carrera superior del panel, como el elemento continuo, sirve también como elemento de unión entre éstos.

E.7.26.5.3 Las tejas deben amarrarse de las correas para formar un conjunto.

E.7.26.5.4 Si se construye un porche anexo a los muros exteriores, con columnas de guadua, la cubierta debe dotarse de un alero con las dimensiones necesarias para que no se exponga la guadua directamente a la acción del sol y el agua.

E.7.20.5.5 Para aleros con más de 500 mm deberá construirse un apoyo inclinado o pie de amigo, desde el ext remo exterior del alero hasta las columnas de guadua que se quieren proteger, pero con una inclinación no menor de 60° con la horizontal. El extremo inferior del pie de amigo debe apoyarse en una guadua distinta a las que forman las columnas, pero que está zunchada a éstas y que comparte con ellas el dado de cimentación. Las columnas deben estar espaciadas con distancias no mayores de 3 m.

CAPITULO E.8

Definiciones

Acabado. Estado final, natural o artificial, en la superficie de una pieza de madera o guadua. Estado final del recubrimiento o del revoque.

Acción conjunta. Participación de varios elementos estructurales con separación no mayor a 60 cm para soportar una carga o sistema de cargas.

Alfarda. Ver “vigueta”,

Aserrado. Proceso mediante el cual se corta una troza para obtener piezas de madera de sección transversal cuadrada o rectangular.

Carrera. Solera superior que corona una estructura de muros. Viga de amarre.

Cercha. Es un elemento estructural reticulado destinado a recibir y trasladar a los muros portantes las cargas de cubierta. Tiene una función equivalente a la de una correa.

Cimentación. Entramado (mella o retícula) de vigas de concreto reforzado que transfiere las cargas de la superestructura al suelo.

Cinta de amarre. Es un elemento complementario a las vigas de amarre con altura no menor de 100 mm, y cuyo ancho es el espesor del elemento que remata.

Columna de amarre. Es un elemento vertical reforzado que se coloca embebido en el muro.

Columna en madera o columna en guadua. Pieza, generalmente vertical, cuyo trabajo principal es a compresión.

Concreto ciclópeo. Concreto con adición de agregado de tamaños mayores al corriente (sobretamaño).

Contracción. Reducción de las dimensiones de una pieza de madera causada por la disminución del contenido de humedad.

Correa. Elemento horizontal componente de la estructura de la cubierta.

Cuadrante. Elemento que se coloca diagonalmente para conformar una forma triangular cerrada en las esquinas de entrepisos y cubiertas, para limitar la deformación, en su propio plano, de los diafragmas.

Culata. Parte del muro que configura el espacio entre la cubierta y los dinteles y que remata con la pendiente de la cubierta. También se denomina cuchilla.

Diafragma. Elemento estructural que reparte las fuerzas inerciales laterales a los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, o sea, a los muros.

Distancia centro a centro. Distancia del centro de un elemento de unión al centro del elemento adyacente.

Elementos especiales de cimentación. Son elementos atípicos en este título y que resuelven de manera particular problemas específicos de una construcción en su cimentación tales como pilotes, micropilotes, realces, muros de contención y plataformas de suelo mejorado.

Elementos suplementarios de cimentación. Son elementos que complementan el trabajo de la cimentación en su función de transferencia de cargas hacia el suelo, tales como elementos de cierre de los anillos en la malla, elementos de estabilidad de elementos medianeros, etc.

Entramado. Sistema estructural primario, horizontal, de una edificación.

Fibra. Células alargadas con extremos puntiagudos y casi siempre con paredes gruesas.

Hinchamiento. Aumento de las dimensiones de una pieza por causa del incremento de su contenido de humedad.

Losa-base. Elemento de concreto o mortero con arena o grava colocado sobre material de afirmado y que sirve de soporte al piso acabado.

Loseta de contrapiso. Es el elemento de concreto con agregado fino menor o igual a 12.5 mm (1/2”) o mortero hecho con arenas gruesas, fundido directamente sobre relleno compactado y que hace las veces de piso acabado en el primer nivel.

Madera y/o guadua tratada. Sometida a algún tipo de procedimiento, natural o químico, con el objeto de extraerle humedad y/o inmunizarla contra el ataque de agentes xilófagos o pudrición.

Malla de cimentación. Conjunto de elementos ortogonales en concreto reforzado o en ciclópeo y concreto reforzado que forman anillos rectangulares en planta y hacen la transferencia de cargas de la estructura de muros al suelo de cimentación. Entramado.

Malla expandida. Malla que no se basa en tejer o soldar alambres sino que resulta de expandir una lámina metálica troquelada y perforada.

Malla con vena estructural. Malla fabricada a partir de lámina expandida y troquelada, con resaltes continuos que la hacen autoportante.

Muro. Elemento laminar vertical que soporta los diafragmas horizontales y transfiere cargas a las cimentaciones.

Muros confinados. Son muros de mampostería enmarcados por vigas y columnas de amarre.

Muros de carga. Son muros que además de su peso propio llevan otras cargas verticales

provenientes del entrepiso y de la cubierta. Estos muros deben estar amarrados al diafragma y deben tener continuidad vertical.

Muros de rigidez. Son muros que sirven para resistir las fuerzas laterales en cada dirección principal de la edificación. Cuando son transversales a los muros de carga, sirven adicionalmente para reducir la esbeltez de estos. Estos muros deben estar amarrados al diafragma y deben tener continuidad vertical.

Muros divisorios. Son muros que no llevan más carga que su peso propio, no cumplen ninguna función estructural para cargas verticales u horizontales y por lo tanto pueden ser removidos sin comprometer la seguridad estructural del conjunto. No obstante, deben estar adheridos en su parte superior al sistema estructural, con el fin de evitar su vuelco ante la ocurrencia de un sismo.

Pañete. Mortero de acabado para la superficie de un muro. También se denomina mortero de alisado, revoque, etc.

Parapeto. Son los muros en mampostería por encima de la cubierta. Deben amarrarse como se indica en E.4.4.

Pie de amigo. Elementos oblicuos que transfieren cargas desde elementos horizontales a los elementos verticales.

Pie-derecho. Elemento vegetal de la estructura de un muro de bahareque encementado, en posición vertical.

Preservación. Tratamien to para prevenir o contrarrestar la acción de organismos destructores.

Recebo. Material granular seleccionado de relleno, que se coloca entre el suelo natural y el

entrepiso. Este material debe compactarse en forma adecuada.

Retiro. Espacio obligatorio entre construcción y el límite del lote o entre dos construcciones.

Recubrimiento. Vaciado suplementario sobre una placa prefabricada que beneficia su trabajo como diafragma.

Recubrimiento de muros de bahareque encementado. Material que conforma las caras de un muro.

Riostra. Elemento que limita la deformabilidad de una estructura o de componentes de una estructura.

Revoque. (Repello-pañete-enlucido) capa exterior constituida por un mortero de cemento, agua y arena, y que se aplica en la superficie de un muro.

Rolliza. Estado cilíndrico natural de los tallos de guadua o madera.

Secado. Proceso natural o artificial mediante el cual se reduce el contenido de humedad de la madera o guadua.

Solera. En muros de bahareque encementado, es el elemento horizontal que sirve de base a la estructura de un muro e integra las cargas de los pie-derechos. En muros en mampostería y muros en bahareque encementado, también es el elemento de remate del muro al nivel de la cubierta, y que recibe las cargas transferidas por las correas. Remate de muro o de cubierta.

Tirante. Elemento que une caras opuestas de elementos de borde de entrepisos y cubiertas, en tramos con longitudes de magnitud importante, para evitar que se deformen fuera del plano de los muros.

Viga en madera o viga en guadua. Pieza, generalmente horizontal, cuyo trabajo principal es a flexión,

Viga de amarre. Es un elemento de concreto reforzado de no menos de 150 mm de altura que sirve para amarrar a diferentes niveles los muros de una edificación. La viga de amarre puede estar embebida dentro de la losa de entrepiso cuando ésta es de concreto reforzado, y en este caso puede tener el mismo espesor del entrepiso.

Viga de corona. Elemento de concreto reforzado complementario de los cimientos en concreto ciclópeo, vaciado directamente sobre ellos y que cumple funciones de amarre y repartición de cargas.

Vigueta. Elemento estructural secundario de la cubierta, que trabaja a flexión y cortante.

APENDICE E-A

VERIFICACION DE LA RESISTENCIA DE MUROS

E-A.1 Alcance

E-A.1.1 Se establecen los requisitos mínimos de verificación de resistencia de los muros de viviendas de uno y dos pisos cuyo sistema estructural consiste en muros de bahareque encementado. La estructuración y demás requisitos de diseño y construcción deberán cumplir lo establecido en el capítulo E.7 del presente Título, salvo el requisito de cantidad de muros en cada dirección expresado en E.7.14.1, para el cual el presente procedimiento puede usarse en forma alternativa.

E-A. 2 Modelo matemático para realizar el análisis

E-A.2.1 Para el análisis estructural se utilizará el modelo de muros estructurales en voladizo empotrados en la base y arriostrados lateralmente por los diafragmas de entrepiso y de

cubierta. En su defecto, puede utilizarse cualquier otro modelo alternativo compatible con el comportamiento de la construcción ante la solicitación analizada, siempre que se garantice por evidencia experimental o teórica la adecuada precisión de la respuesta obtenida con el modelo alternativo.

E-A.3 Procedimiento de diseño

E-A.3.1 La verificación de resistencia de los muros de bahareque encementado se basa en el método de esfuerzos de trabajo.

E-A.4 Solicitaciones consideradas

E-A.4.1 Combinaciones de cargas. El sistema de muros de bahareque encementado debe diseñarse para los efectos de las cargas combinadas especificadas en B.2.3. En los efectos causados por el sismo se tiene en cuenta la capacidad de disipación de energía del sistema estructural, empleando unos efectos reducidos de diseño E, obtenidos dividiendo la fuerza sísmica Fs, determinada de acuerdo con los requisitos del Título A, por el coeficiente de capacidad de disipación de energía R, E = Fs/R.

E-A.4.2 Coeficiente de Disipación de Energía, R. El coeficiente de capacidad de disipación de energía, R, debe tomarse como 1.5 para muros de bahareque encementado.

E-A.4.3 Determinación de fuerzas sísmicas. La determinación de fuerzas sísmicas se hará según lo establecido en el Capítulo A.4, Método de la fuerza horizontal equivalente, a partir de la evaluación de la amenaza sísmica siguiendo lo prescrito en el Capítulo A.2.

E-A.4.4 Período fundamental de la edificación. Para efectos del cálculo de Sa mediante la ecuación A.2-1, podrá tomarse como período fundamental de la edificación el que resulte de la aplicación de la ecuación A.4-2, con un valor de Ct = 0.25.

E-A.4.5 Fuerzas de viento. Deben calcularse de acuerdo con el Capítulo B.6 de estas normas.

E-A.5 Distribución de fuerzas

E-A.5.1 Fuerza lateral. Las fuerzas laterales del sismo deben distribuirse, en cada dirección, en proporción a las longitudes de los muros estructurales paralelos a esa dirección.

E-A.5.2 Fuerza vertical. Las fuerzas verticales debidas a las cargas gravitatorias deben distribuirse en proporción a las áreas aferentes de los muros estructurales, con respecto al área total del nivel considerado.

E-A.6 Resistencia de muros de bahareque encementado

E-A.6.1 Los valores obtenidos de las solicitaciones sobre cada uno de los muros, por carga vertical y por carga horizontal, en la dirección bajo consideración, deberán ser inferiores a los valores admisibles de trabajo expresados en la tabla E.1-1, de acuerdo con las características de estructuración y materiales empleados en cada tipo de muro:

E-A.6.2 Los valores expresados presuponen que los muros serán anclados a la cimentación, y entre sí, de acuerdo con lo establecido en los numerales E.7.24 a E.7.26 del presente capítulo. De no lograrse valores menores o iguales a los establecidos en la tabla E.1-1, deberá incrementarse la longitud de muros en la dirección bajo consideración, hasta obtener su cumplimiento.

TABLA E.1-1

Valores admisibles de trabajo en muros de bahareque encementado

* Clasificación para madera aserrada, de acuerdo con el Título G de estas normas.

APENDICE E-B

Ilustración de uniones

E-B.1.1 Alcance

E-B.1.1.1 Se presentan algunas ilustraciones para complementar los numerales E.7.24 a E.7.26.

Figura E-B.2.1 Conexión cimiento-columna de guadua con separador en pletina.

Figura E-B.2.2 Conexión cimiento-columna de guadua con separador tubular.

Figura E-B.2.3 Conexión para columna de más fe una guadua.

Figura E-B.2.4 Unión entre muros en el mismo plano con pie-derecho de madera aserrada.

Figura E-B.2.5 Unión entre muros en el mismo plano con pie derecho de guadua.

Figura E-B.2.6 Unión de muros en planos perpendiculares-esquina.

Figura E-B.2.7. Unión de muros en planos perpendiculares en forma de "T".

Figura E-B.2.8. Unión de muros en planos perpendiculares en forma de cruz.

Artículo 2°. El presente decreto rige a partir de su publicación y deroga las normas que le sean contrarias.

Publíquese y cúmplase.

Dado en Bogotá, D. C., a 18 de enero de 2002

ANDRES PASTRANA ARANGO

El Ministro del Interior,

Armando Estrada Villa.

El Ministro de Desarrollo Económico,

Eduardo Pizano de Narváez.