

GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SISMO RESISTENTES DE MAMPOSTERÍA CONFINADA DE UNO Y DOS PISOS EN COLOMBIA

Guía de estudio

Componentes estructurales que garantizan
la sismo resistencia

EDICIÓN 2021



Guía para la construcción de viviendas sismo resistentes de mampostería confinada de uno y dos pisos en Colombia

2021

**UNIDAD NACIONAL PARA LA GESTIÓN
DEL RIESGO DE DESASTRES**



Iván Duque Márquez
Presidente de la República

Eduardo José González Ángulo
Director General
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

Gerardo Jaramillo Montenegro
Subdirector General

Fernando Carvajal Calderón
Secretario General

Guillermo Alexander Velandia Granados
Subdirector para la Reducción del Riesgo de Desastres

Elaborado por

Jaime Alberto Fuentes Romero
Subdirección para la Reducción del Riesgo
Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

Contribuciones técnicas

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

Diana Carolina Herrera García
Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

Johnny Martín Nárvaez Nárvaez
Jonathan Stiven Montenegro Hoyos

Jorge Armando Buelvas Farfán
Letzaida Marilyn Millán Contreras

Subdirección para la Reducción del Riesgo

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Néstor Roberto Garzón Cadena
Andrea del Pilar Gayón Muñoz
Dirección General de Ordenamiento Ambiental Territorial y Sistema Nacional Ambiental (SINA)

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio

Diana María Cuadros Calderón
Subdirectora de Políticas de Desarrollo Urbano y Territorial

Javier Felipe Cabrera López

Luz Dary Pulido Cruz

Mario Helberto Leal Noriega

Subdirección de Políticas de Desarrollo Urbano y Territorial

Asociación de Ingeniería Sísmica

Eduardo Castell Ruano

Presidente

Lina María González Moreno

Yosef Farbiarz Farbiarz

Dirección Título E - Casas de uno y dos pisos -Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente

Servicio Geológico Colombiano

Martha Lucía Calvache Velasco

Directora Técnica de Geoamenazas

Hector José Pérez Barrera

Lady Viviana Dionicio Lozano

Miguel Genaro Mora Cuevas

Subdirección de Políticas y Desarrollo Urbano Territorial

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

Nohora Judith Hernández López

Subdirectora Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción

Carlos Mauricio Montero Sánchez

Edgar Vergara Ávila

Liliana María Olarte Valencia

Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción

Corrección de estilo

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

Yeimy Carolina Agudelo Campos

Oficina Asesora de Comunicaciones

Angie Vanessa Valle Ortíz

Subdirección General

Diseño y diagramación

Jonatan Reyes Garzón

Oficina Asesora de Comunicaciones

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)

ISBN Digital: -978-958-5509-22-1

©Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, Bogotá 2021

Bogotá D.C., mayo 2021

www.gestiondelriesgo.gov.co

AGRADECIMIENTOS

La UNGRD agradece especialmente a la Ingeniera María Grisela Benítez Ospina, exsubdirectora para la Reducción del Riesgo, quien tuvo la iniciativa de desarrollar esta guía. Con sus aportes, apoyo y confianza se lideró el grupo de trabajo y la articulación con las entidades técnicas aportantes para brindar una herramienta a los trabajadores del sector de la construcción, que les permita conocer el procedimiento para la edificación de viviendas sismo resistentes de uno y dos pisos en Colombia.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	12
OBJETIVOS DE LA GUÍA	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos.....	13
ALCANCE Y LIMITACIONES	14
1. ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA	15
1.1 Microzonificación sísmica.....	18
2. ZONAS DE AMENAZA EÓLICA	19
3. CONCEPTOS BÁSICOS DEL DISEÑO SISMO RESISTENTE	21
3.1 Sistema estructural de resistencia sísmica.....	22
3.2 Elementos estructurales	22
3.3 Configuración estructural.....	23
3.4 Materiales de construcción.....	24
3.5 Unidades de medida.....	32
4. DISEÑO DE CIMENTACIONES	34
4.1 Viga de cimentación en vivienda de un piso.....	35
4.2 Viga de cimentación en vivienda de dos pisos	36
4.3 Cimientos excéntricos	38
4.4 Cimentaciones sobre terreno inclinado	38
4.5 Sobrecimientos.....	38
4.6 Proceso constructivo.....	39

5. MUROS ESTRUCTURALES Y MUROS DIVISORIOS	42
5.1 Muros estructurales	42
5.2 Unidades de mampostería	43
5.2.1 Unidades de concreto	44
5.2.2 Unidades de arcilla	44
5.3 Aberturas en los muros	44
5.4 espesor de muros	45
5.5 Longitud de muros confinados	46
5.5.1 Cargas sísmicas	46
5.5.2 Cargas de viento	50
5.6 Amarre de muros parapetos y muros de balcón en viviendas de uno y dos pisos	52
5.7 Muros divisorios	53
5.8 Proceso constructivo de muros	54
6. CONFINAMIENTO VERTICAL	56
6.1 Columnetas de confinamiento	56
6.2 Dimensiones de las columnetas de confinamiento	56
6.3 Ubicación de las columnetas de confinamiento	58
6.4 Proceso constructivo de columnetas	59
7. CONFINAMIENTO HORIZONTAL	60
7.1 Diafragmas horizontales	60
7.2 Vigas de confinamiento en viviendas de uno y dos pisos	63
7.3 Proceso constructivo de vigas de confinamiento en viviendas de uno y dos pisos	64
7.4 Cintas de confinamiento en viviendas de uno y dos pisos	65
8. LOSA DE ENTREPISO	67
8.1 Losa Maciza	67
8.2 Proceso constructivo de losas macizas	68
8.2 Losa aligerada	69
8.4 Losa prefabricada	72
9. CUBIERTAS	74
10. RECOMENDACIONES SOBRE	77
11 RECOMENDACIONES PARA PREPARAR SU VIVIENDA ANTE SISMO	79
12 RECOMENDACIONES PARA PREPARAR SU VIVIENDA ANTE UN HURACÁN	80
VOCABULARIO	81
BIBLIOGRAFÍA	86
ANEXOS	88

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Sismicidad registrada por la Red Sismológica Nacional (RSNC), adscrita al Servicio Geológico Colombiano, desde 1993 hasta 2010 (AIS, 2010).....	15
Figura 2. Zonas de amenaza sísmica aplicable a edificaciones en Colombia.....	16
Figura 3. Regiones de amenaza eólica para casas de uno y dos pisos en Colombia.....	19
Figura 4. Diferencia de construcción sismo resistente y no sismo resistente (Adaptado de [AIS,2019]).....	21
Figura 5. Componentes estructurales de una vivienda de un piso (AIS, 2019).....	22
Figura 6. Regularidad y alineamiento (AIS, 2019).....	23
Figura 7. Continuidad de muros (AIS, 2019).....	24
Figura 8. Unidades de mampostería unidas con mortero de pega (AIS, 2019).....	25
Figura 10. Prueba de la bola (AIS, 2019).....	27
Figura 11. Vibrado de la mezcla de concreto (AIS, 2019).....	27
Figura 12. Curado de la mezcla de concreto (Adaptado de [AIS,2019]).....	28
Figura 14. Gancho estándar en barras de acero longitudinal a 90°.....	31
Figura 15. Gancho estándar en barras de acero longitudinal a 135°.....	32
Figura 16. Gancho estándar en barras de acero longitudinal a 180°.....	32
Figura 17. Esquema en planta del sistema reticular de vigas que configuran anillos cerrados y continuos (AIS, 2020).....	34
Figura 18. Ganchos de anclaje en vigas de cimentación (AIS, 2020).....	34
Figura 19. Configuración de la cimentación (AIS, 2019).....	35
Figura 20. Refuerzo de viga de cimentación de una vivienda de un piso (AIS, 2019).....	36
Figura 21. Viga de cimentación de una vivienda de dos pisos (AIS, 2019).....	37
Figura 22. Pilares para estabilizar pendientes mayores del 20% (AIS, 2020).....	38
Figura 23. Sobrecimiento anclado a la cimentación (AIS, 2019).....	39
Figura 24. Retiro de capa vegetal (AIS, 2019).....	39
Figura 25. Nivelación y afirmado del terreno (AIS, 2019).....	40
Figura 26. Trazado y excavación del terreno (AIS, 2019).....	40
Figura 27. Colocación de la formaleta en el terreno (AIS, 2019).....	41
Figura 28. Enrase y estriado de la mezcla de concreto.....	41
Figura 29. Muros estructurales en mampostería confinada (AIS, 2019).....	42
Figura 30. Continuidad y alineamiento de muros estructurales (AIS, 2019).....	43
Figura 31. Altura de muros (AIS, 2019).....	43
Figura 32. Colocación de unidades en aparejo trabado (Adaptado de [AIS, 2019]).....	44
Figura 33. Aberturas en los muros (AIS, 2019).....	44
Figura 34. Distancia mínima entre vanos y reforzamiento (AIS, 2019).....	45
Figura 35. Fenómeno de columna corta (AIS, 2019).....	45
Figura 36. Muro para baranda de balcón (AIS, 2019).....	52
Figura 37. Separación y anclaje de muro divisorio (AIS, 2020).....	53
Figura 38. Colocado preliminar de primera hilada para verificar dimensiones (AIS, 2019).....	54
Figura 39. Colocación de mortero de pega en junta vertical (AIS, 2019).....	55
Figura 40. Verificación de verticalidad (AIS, 2019).....	55

Figura 41. Adecuada construcción de elementos de confinamiento (AIS, 2019).....	56
Figura 42. Distribución del refuerzo en la sección de la columneta de confinamiento (AIS, 2019)	57
Figura 43. Columneta de esquina reforzada con cuatro barras de acero longitudinal No. 4 (AIS, 2019)	57
Figura 44. Ubicación de columnetas de confinamiento (AIS, 2019).....	58
Figura 45. Ubicación de columnetas de confinamiento (Adaptado de [AIS, 2019])	59
Figura 46. Doblez adecuado de los extremos de los estribos (AIS, 2019)	59
Figura 47. Armado correcto de la columneta de confinamiento (Adaptado de [AIS,2019]).....	59
Figura 48. Diafragma estructural continuo y discontinuo	60
Figura 49. Diafragmas adecuados en el nivel de cimentación y de cubierta.....	60
Figura 50. Ubicación de viga de amarre en una vivienda de un piso (AIS, 2019)	61
Figura 51. Ubicación de viga de amarre en una vivienda de dos pisos en zona de amenaza sísmica alta (AIS, 2019)	62
Figura 52. Refuerzo longitudinal y transversal en vigas de confinamiento (AIS, 2019).....	64
Figura 53. Vibrado y compactación del concreto de la viga de amarre (AIS, 2019)	64
Figura 54. Retiro de las formaletas y relleno de vacíos (AIS, 2019)	65
Figura 55. Curado de los elementos de confinamiento (AIS, 2019)	65
Figura 56. Cinta de confinamiento (AIS, 2019)	66
Figura 57. Losa maciza (AIS, 2019)	67
Figura 58. Direcciones principal y secundaria de una losa maciza según la distribución de los muros (esquema en planta). (AIS, 2019)	68
Figura 59. Disposición general de la formaleta para la losa de entrepiso maciza (AIS, 2019)	69
Figura 60. Disposición del refuerzo de la losa antes del vaciado (AIS, 2019)	69
Figura 61. Losa aligerada (AIS, 2019).....	70
Figura 62. Sección transversal de la losa aligerada (AIS, 2019).....	70
Figura 63. Detalle de la colocación del refuerzo en una losa simplemente apoyada (AIS, 2019)	71
Figura 64. Detalle de la colocación del refuerzo en una con dos apoyos continuos (AIS, 2019)	71
Figura 65. Losa maciza con muros intermedios (AIS, 2019).....	72
Figura 66. Refuerzo longitudinal para la zona 1 de la losa maciza (AIS, 2019)	73
Figura 67. Refuerzo longitudinal para la zona 2 de la losa maciza (AIS, 2019)	73
Figura 68. Detalles de la cubierta (Adaptado de [AIS, 2019]).....	74
Figura 69. Colocación de la ruana entre el techo y la pared medianera (AIS, 2019).....	75
Figura 70. Cubierta de la vivienda (AIS, 2019).....	76
Figura 71. Colocación de las instalaciones hidrosanitarias (AIS, 2019)	77
Figura 72. Colocación de las instalaciones hidrosanitarias dentro del concreto ciclópeo (AIS, 2019)	78
Figura 73. Instalaciones eléctricas (AIS, 2019).....	78

LISTADO DE TABLAS

Contenido

Tabla 1. Clasificación por zona de amenaza sísmica y valores de A_a y A_v para ciudades capitales de departamento (AIS, 2010).....	17
Tabla 2. Regiones de amenaza eólica para casas de uno y dos pisos en Colombia.....	20
Tabla 4. Designación del acero corrugado	29
Tabla 5. Longitudes de desarrollo y de empalmes por traslapo	30
Tabla 6. Características del gancho estándar.....	31
Tabla 7. Unidades de medida	33
Tabla 8. Resistencias y tipos de uso del concreto	33
Tabla 9.. Resistencias del acero	33
Tabla 10. Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones (AIS, 2020).....	37
Tabla 11. Espesores mínimos nominales para muros estructurales en viviendas de uno y dos pisos [mm] (AIS, 2020).....	46
Tabla 12. Alturas máximas para muros estructurales en viviendas de uno y dos pisos [mm] (AIS, 2020)	46
Tabla 13. Coeficiente M_o para longitud mínima de muros estructurales confinados (AIS, 2020).....	47
Tabla 14. Presión de viento, p_s ($\frac{kN}{m^2}$), para usar con la Ecuación 2.....	51
Tabla 15. Altura máxima del muro en viviendas de un piso.....	62
Tabla 16. Altura máxima de los muros en viviendas de dos pisos	63
Tabla 17. Valores mínimos para altura de vigas de confinamiento.....	63
Tabla 18. Refuerzo mínimo en losas macizas (AIS, 2020)	68
Tabla 19. Refuerzo mínimo para viguetas de losas aligeradas (AIS, 2020)	71
Tabla 20. Pendientes recomendadas de cubierta (AIS, 2019)	75

LISTADO DE ECUACIONES

Ecuación 1. Longitud mínima de muros confinados para cargas de sismo	46
Ecuación 2. Longitud mínima de muros confinados para cargas de viento	50
Ecuación 3. Altura máxima de muros	60
Ecuación 4. Altura de la cubierta en la parte central de la vivienda	76

INTRODUCCIÓN

En Colombia, los mayores índices de población se encuentran en la región Andina. El 39,7% habita en zona de amenaza sísmica alta y el 47,3% en zona de amenaza sísmica intermedia, situación que, sumada a la alta vulnerabilidad de las edificaciones, pone al territorio en un escenario de alto riesgo sísmico, evidente en casos como los terremotos registrados en Popayán en marzo de 1983 y en el Eje Cafetero, el 25 de enero de 1999.

Así mismo, parte de la población de la Costa Atlántica del país y de las islas del Caribe colombiano, está expuesta a un importante riesgo ante la ocurrencia de huracanes, como lo demostró el paso del huracán Iota por las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina el 16 de noviembre de 2020. Estos y otros eventos han ocasionado grandes pérdidas humanas, físicas y económicas, sin contar los retrasos e interrupción en los procesos de desarrollo que esto ha generado.

Las condiciones sociales y culturales del país han generado el crecimiento de los centros urbanos en sectores donde se evidencia el predominio de construcciones “informales”, generadas por procesos de autoconstrucción que no siempre cuentan con los elementos resistentes ante eventos sísmicos y vientos huracanados. Esto se ha convertido en una práctica normal en las poblaciones más vulnerables, poniendo en riesgo no solo a los habitantes de dichas construcciones sino a su propio patrimonio.

No es posible intervenir directamente sobre los terremotos o los huracanes, pero para reducir el riesgo, es de vital importancia intervenir sobre las condiciones que generan vulnerabilidad física en este tipo de construcciones, con el propósito de ofrecer protección a la población en el territorio, mejorar la seguridad, el bienestar, la calidad de vida y contribuir al desarrollo sostenible, conforme a lo establecido en el artículo 6 de la Ley 1523 de 2012¹.

En este marco, la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres², ha diseñado la presente guía para orientar a aquellas personas que realizan procesos de autoconstrucción de viviendas de uno y dos pisos, de manera que estas sean seguras y resistentes, reduciendo las condiciones de vulnerabilidad y la probabilidad de sufrir pérdidas en situaciones de sismo o de vientos fuertes, mediante el uso de métodos constructivos basados en el reglamento vigente³ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.

No obstante, con esta guía no se pretende fomentar la autoconstrucción sin cumplir con los requisitos que exige la norma, eludiendo las responsabilidades del constructor o dueño de la obra - como son los estudios geotécnicos, el diseño arquitectónico, el diseño estructural, la revisión de los diseños para la obtención de la licencia de construcción como lo establece la Ley 400 de 1997⁴, la Ley 388 de 1997⁵ y sus respectivos reglamentos, la dirección de la construcción por parte de profesional calificado como lo establece la norma-, sino servir como instrumento orientador, de fácil entendimiento para el personal que se encuentra a cargo de la construcción de viviendas de uno y dos pisos.

La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), como entidad que dirige y coordina el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SNGRD), a través de la Subdirección para la Reducción del Riesgo, pone a disposición este documento, basado en el título E del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, para todas las personas, instituciones, entidades gubernamentales y no gubernamentales que hacen parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, e interesados en cumplir la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Ley 1523 de 2012).

¹ Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.

² Creada mediante el Decreto 4147 de 2011

³ Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

⁴ Por la cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes.

⁵ Por la cual se modifican la Ley 9ª de 1989 y la Ley 3ª de 1991 y se dictan otras disposiciones.

OBJETIVOS DE LA GUÍA

Objetivo general

Ofrecer un instrumento orientador que contenga la información pertinente, concreta, clara y precisa, que permita a maestros, oficiales de obra, trabajadores del sector de la construcción y comunidad en general, conocer el procedimiento para la construcción de viviendas sismo resistentes de uno y dos pisos con mampostería confinada, basados en el Título E del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.

Objetivos específicos

- Generar un documento guía, con la información requerida, para facilitar la incorporación de prácticas de construcción sismo resistente en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada.
- Disminuir la generación de condiciones de vulnerabilidad física de viviendas de uno y dos pisos, mediante el uso de técnicas de construcción sismo resistente.
- Presentar gráficamente los diferentes elementos estructurales que componen la vivienda, su función y diferentes tipos de materiales que se pueden utilizar.

ALCANCE Y LIMITACIONES

Las recomendaciones o interpretaciones contenidas en la Guía para la construcción de viviendas sismo resistentes de mampostería confinada de uno y dos pisos en Colombia, se basan en el Título E del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, que tiene a su vez un marco legal (Ley 400 de 1997).

La Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres no tiene responsabilidad sobre el contenido técnico del documento y la aplicación de dichas recomendaciones es responsabilidad únicamente de quien decida usarlas. Por consiguiente, la presente guía no reemplaza las disposiciones dadas en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, ni en la Ley 400 de 1997, sobre la responsabilidad de los diseñadores y constructores, ni sobre la obligatoriedad de la revisión de los diseños, ni de la supervisión de la construcción.

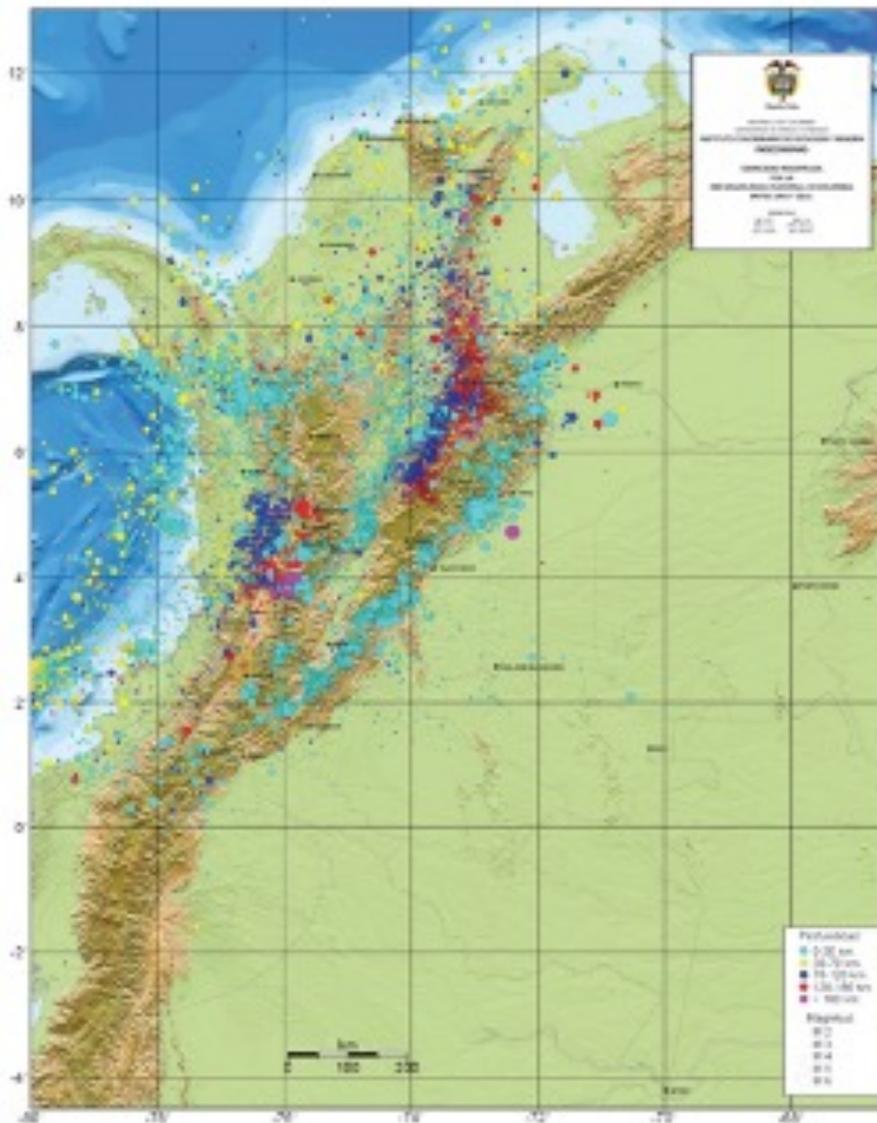
1. ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA

La amenaza sísmica dicta en gran parte la intensidad de movimiento, medida en términos de aceleración esperada a nivel de roca para un sitio, representada como un porcentaje A_a de la aceleración de la gravedad; sin embargo, el movimiento que se puede llegar a sentir en diferentes puntos de la ciudad también está influenciado por el tipo de suelo en cada uno de ellos.

La Figura 1 corresponde a un estudio de amenaza sísmica que dio como resultado los mapas de amenaza sísmica del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Se dispuso de un catálogo de aproximadamente 28000 eventos sísmicos, tanto históricos como instrumentales, de los cuales aproximadamente 9000 tienen una magnitud de Richter igual o mayor de 3. (AIS, 2020)

Figura 1

Sismicidad registrada por la Red Sismológica Nacional (RSNC), adscrita al Servicio Geológico Colombiano, desde 1993 hasta 2010 (AIS, 2010)



Los sismos o terremotos pueden causar grandes desastres, en especial donde no se han tomado medidas preventivas de protección, relacionadas con la sismo resistencia de las edificaciones. Son movimientos ondulatorios del suelo que se presentan por la súbita liberación de energía sísmica, que se acumula dentro de la tierra por fuertes presiones o tensiones que ocurren en su interior. (AIS, 2019)

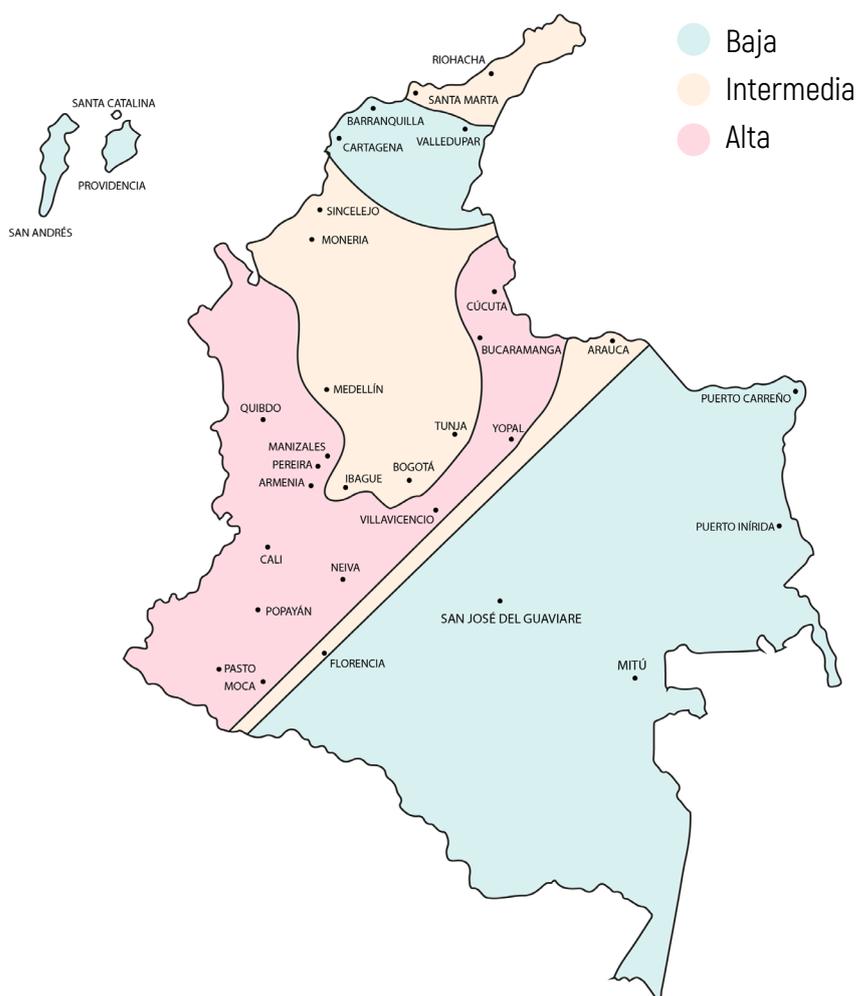
Aquellas regiones clasificadas con A_a^6 menor a 0.1, se clasifican como de **Amenaza Sísmica Baja**, aquellas con A_a entre 0.1 y 0.2, se clasifican como de **Amenaza Sísmica Intermedia** y aquellas con A_a mayores que 0.2, como de **Amenaza Sísmica Alta**.

Según el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10, el 39.7% de los colombianos se encuentran en zonas de amenaza sísmica alta, el 47.3% en zonas de amenaza sísmica intermedia y el 13% en zonas de amenaza sísmica baja. En otras palabras, el 87% de los colombianos se encuentran bajo un nivel de riesgo sísmico apreciable, que no solamente depende del grado de amenaza sísmica sino también del grado de vulnerabilidad que tienen las edificaciones en cada sitio.

Para efectos de diseño, las estructuras deben localizarse dentro de su correspondiente zona de amenaza sísmica, para lo cual se debe utilizar la zonificación de Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, a través del mapa de la Figura 2, la Tabla 1, para ciudades capitales o el listado de todos los municipios colombianos contenido en el apéndice A-4 del título A (Anexos).

Figura 2

Zonas de amenaza sísmica aplicable a edificaciones en Colombia⁷



⁶ A_a = coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva.

⁷ Figura A.2.3-1 de la NSR-10.

Tabla 1

Clasificación por zona de amenaza sísmica y valores de Aa y Av para ciudades capitales de departamento (AIS, 2010)

Ciudad	Aa	Av	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D.C.	0.15	0.20	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta
Cali	0.25	0.25	Alta
Cartagena	0.10	0.10	Baja
Cúcuta	0.35	0.30	Alta
Florencia	0.20	0.15	Intermedia
Ibagué	0.20	0.20	Intermedia
Leticia	0.05	0.05	Baja
Manizales	0.25	0.25	Alta
Medellín	0.15	0.20	Intermedia
Mitú	0.05	0.05	Baja
Mocoa	0.30	0.25	Alta
Montería	0.10	0.15	Intermedia
Neiva	0.25	0.25	Alta
Pasto	0.25	0.25	Alta
Pereira	0.25	0.25	Alta
Popayán	0.25	0.20	Alta
Puerto Carreño	0.05	0.05	Baja
Puerto Inírida	0.05	0.05	Baja
Quibdó	0.35	0.35	Alta
Riohacha	0.10	0.15	Intermedia
San Andrés, isla	0.10	0.10	Baja
Santa Marta	0.15	0.10	Intermedia
San José del Guaviare	0.05	0.05	Baja
Sincelejo	0.10	0.15	Intermedia
Tunja	0.20	0.20	Intermedia
Valledupar	0.10	0.10	Baja
Villavicencio	0.35	0.30	Alta
Yopal	0.30	0.20	Alta

Todo colombiano que quiera conocer la zona de amenaza sísmica en la que se encuentra su vivienda, puede consultar esta información en el sitio web del Servicio Geológico Colombiano, en la opción Sistema de Consulta de la Amenaza Sísmica de Colombia, en el link: <https://amenazasismica.sgc.gov.co/>

Del mismo modo, se debe consultar el Esquema de Ordenamiento Territorial o Plan de Ordenamiento Territorial del municipio para evitar realizar la construcción en una zona ambiental o susceptible a amenazas como avenidas torrenciales, deslizamientos, flujos volcánicos, inundaciones, movimientos en masa, entre otros.

1.1 Microzonificación sísmica

De acuerdo con las disposiciones del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, la microzonificación sísmica es la división de una región o de un área urbana en zonas más pequeñas que presentan un cierto grado de similitud en la forma como se ven afectados por los movimientos sísmicos dadas las características de los estratos de suelo subyacente. Tienen como fin último dar parámetros de diseño para edificaciones respecto a la amplificación de las ondas sísmicas por efecto de los suelos subyacentes y por tanto deben restringirse a este fin.

En Colombia se ha determinado que las capitales de departamento y las ciudades de más de 100 000 habitantes, localizadas en las zonas de amenaza sísmica intermedia y alta, deberán armonizar los instrumentos de planificación para el ordenamiento territorial, con un estudio o estudios de microzonificación sísmica con el fin de tener en cuenta el efecto que sobre las construcciones tenga la propagación de la onda sísmica a través de los estratos de suelo subyacentes.

Para efectos del uso de la presente guía, no serán tenidos en cuenta los efectos de amplificación de la onda que se determinan en los diferentes estudios de microzonificación sísmica que se han realizado en el país.

2. ZONAS DE AMENAZA EÓLICA

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente ha dividido el país en cinco regiones de acuerdo con la velocidad básica de viento en cada región (AIS, 2019). Para efectos de diseño, las estructuras deben localizarse dentro de su correspondiente región de amenaza eólica, acorde con el mapa de la Figura 3.

En la Tabla 2 se clasifican las ciudades capitales del país de acuerdo con su amenaza eólica.

Figura 3

Regiones de amenaza eólica para casas de uno y dos pisos en Colombia

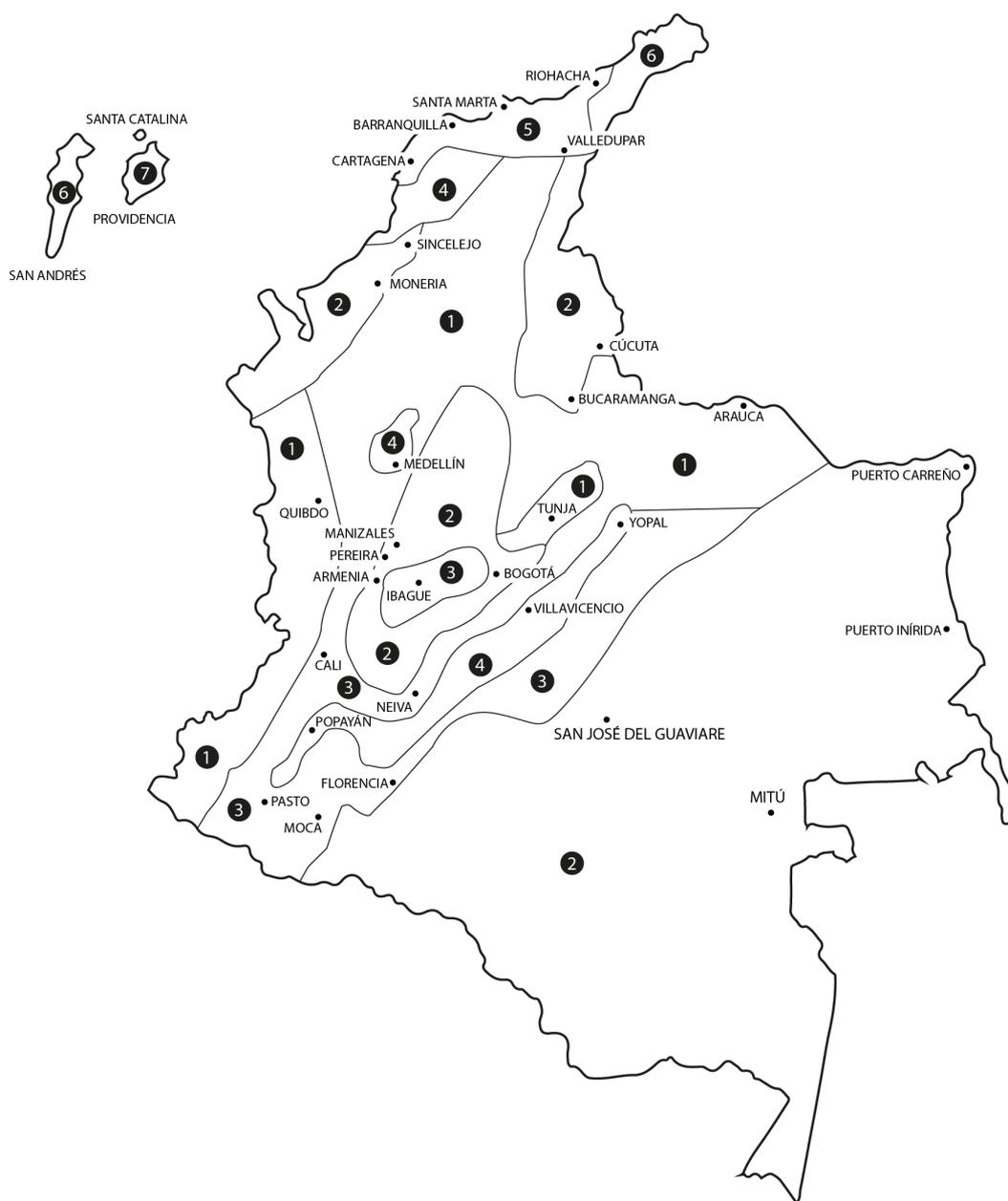


Tabla 2

Regiones de amenaza eólica para casas de uno y dos pisos en Colombia

Capital	Región
Arauca	1
Armenia	2
Barranquilla	5
Bucaramanga	1
Cali	3
Cartagena	5
Cúcuta	1
Florencia	3
Ibagué	3
Inírida	2
Leticia	1
Manizales	2
Medellín	4
Mitú	2
Mocoa	3
Montería	2
Neiva	3
Pasto	3
Pereira	2
Popayán	4
Providencia	7
Puerto Carreño	2
Quibdó	1
Riohacha	5
San Andrés Isla	6
San José Del Guaviare	2
Santa Catalina	7
Bogotá	2
Santa Marta	5
Sincelejo	2
Tunja	1
Valledupar	5
Villavicencio	4
Yopal	4

3.

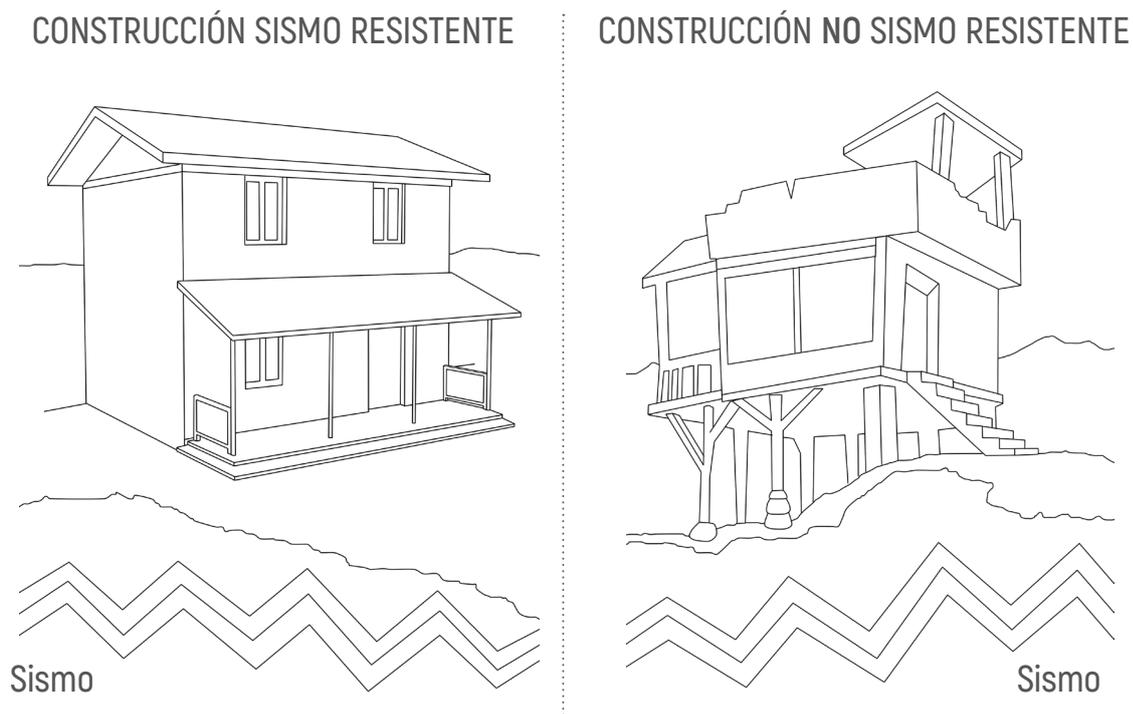
CONCEPTOS BÁSICOS DEL DISEÑO SISMO RESISTENTE

Una edificación es sismo resistente cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes. Aun cuando se diseñe y construya una edificación cumpliendo con todos los requisitos que indican las normas de diseño y construcción sismo resistente, siempre existe la posibilidad de que se presente un terremoto aún más fuerte que los que han sido previstos y que deben ser resistidos por la edificación sin que ocurran colapsos totales o parciales en la edificación. (AIS, 2019)

Una edificación que contemple los principios fundamentales de la sismo resistencia debe cumplir con una forma regular, bajo peso, suficiente rigidez, buena estabilidad, suelo firme, buena cimentación, estructura apropiada, materiales competentes, calidad en la construcción, capacidad de disipación de energía y fijación adecuada de acabados e instalaciones (Figura 4).

Figura 4

Diferencia de construcción sismo resistente y no sismo resistente (Adaptado de [AIS,2019])



3.1 Sistema estructural de resistencia sísmica

El sistema estructural en que se basa la presente guía para la construcción de viviendas de uno y dos pisos, es el Sistema de Muros de Mampostería Confinada, reconocido por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.

De acuerdo con este Reglamento, la mampostería confinada es aquella que se construye utilizando muros estructurales rodeados con elementos de concreto reforzado (vigas y columnas de confinamiento con la misma anchura que el espesor del muro), vaciados posteriormente a la ejecución, que actúan monólicamente con éste.

Aquellos muros que no tengan continuidad desde la cimentación o que por alguna otra razón no participan en la resistencia de cargas verticales y horizontales, se clasifican como muros no estructurales y participan en la configuración de la vivienda como particiones o muros divisorios. (Capítulo 5. Muros estructurales y muros divisorios)

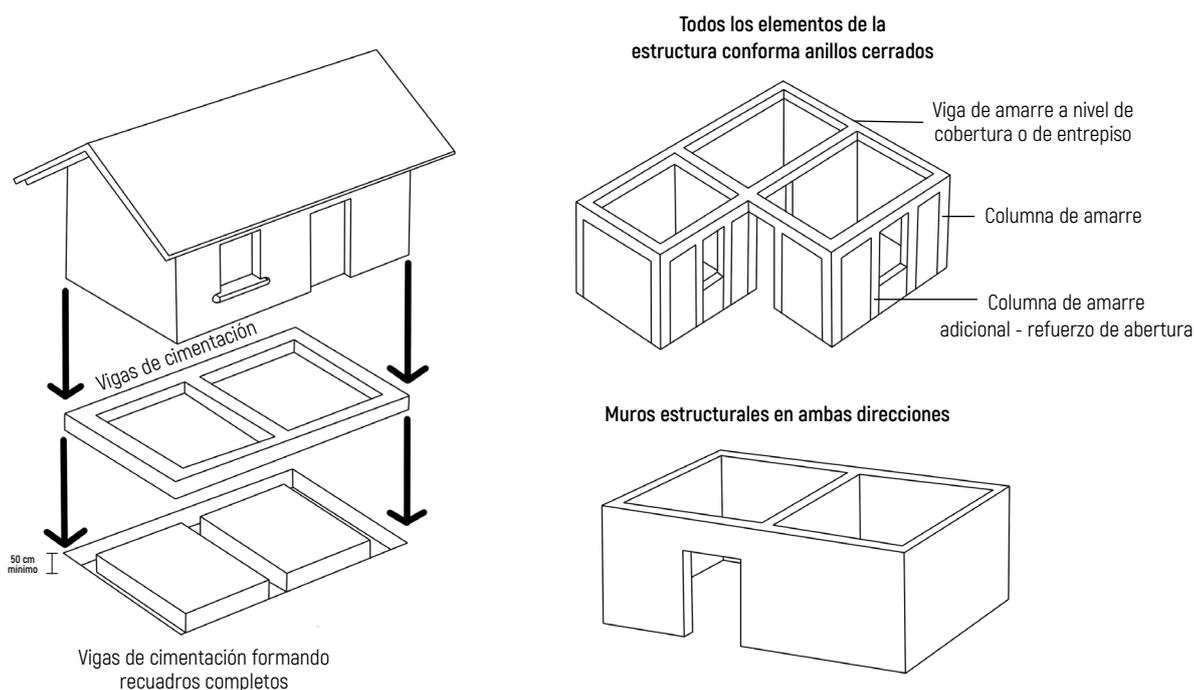
En cumplimiento de las disposiciones del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, las unidades de mampostería que se utilicen en las casas de uno y dos pisos pueden ser de concreto, de arcilla cocida o sílico-calcáreas, de perforación vertical, de perforación horizontal o macizas y deben cumplir las especificaciones establecidas en las normas NTC expedidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

3.2 Elementos estructurales

Son aquellos que brindan la capacidad de soporte de las cargas de la vivienda y que transmiten dichas cargas a la cimentación, e incluyen vigas, muros estructurales, columnetas, vigas de confinamiento, así como vigas y cintas de amarre (Figura 5).

Figura 5

Componentes estructurales de una vivienda de un piso (AIS, 2019)

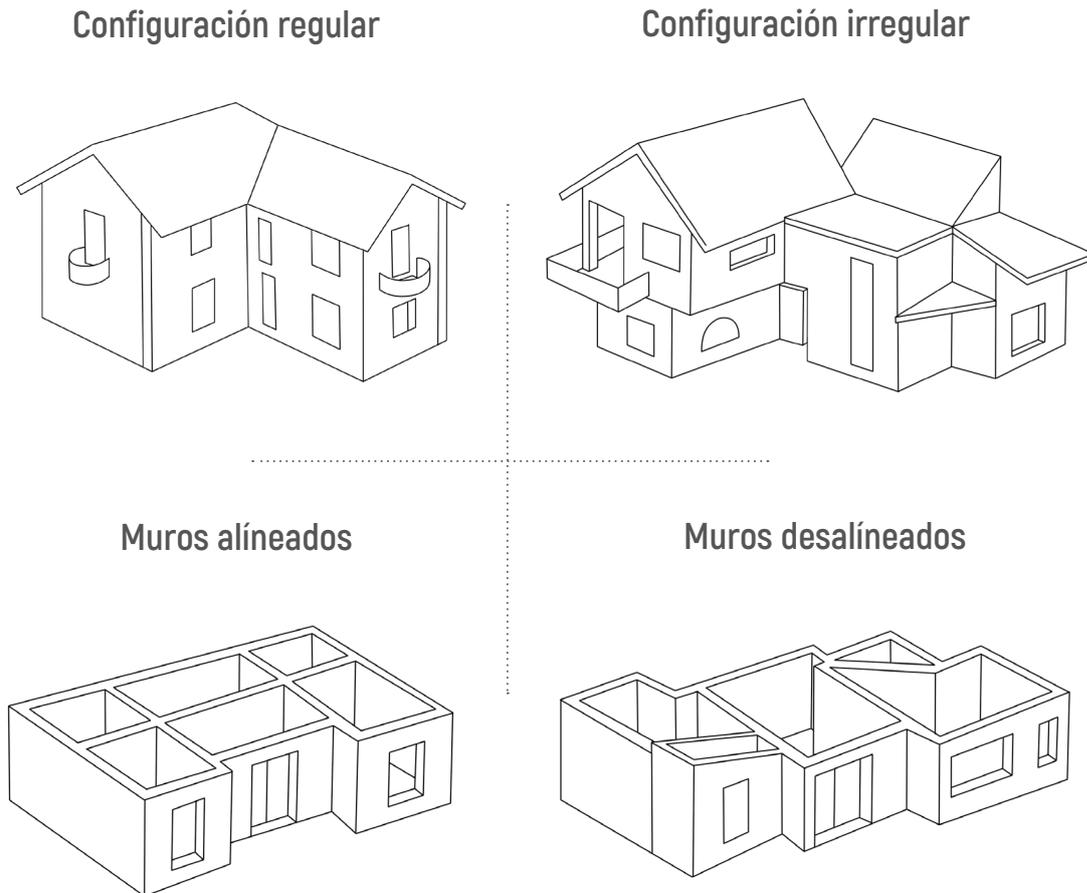


3.3 Configuración estructural

La efectividad de los amarres en los diafragmas como el trabajo en conjunto de muros dependen de la continuidad vertical de los muros estructurales y de la regularidad de la estructura en planta y en altura. [(AIS, 2020) (Figura 6)]

Figura 6

Regularidad y alineamiento (AIS, 2019)

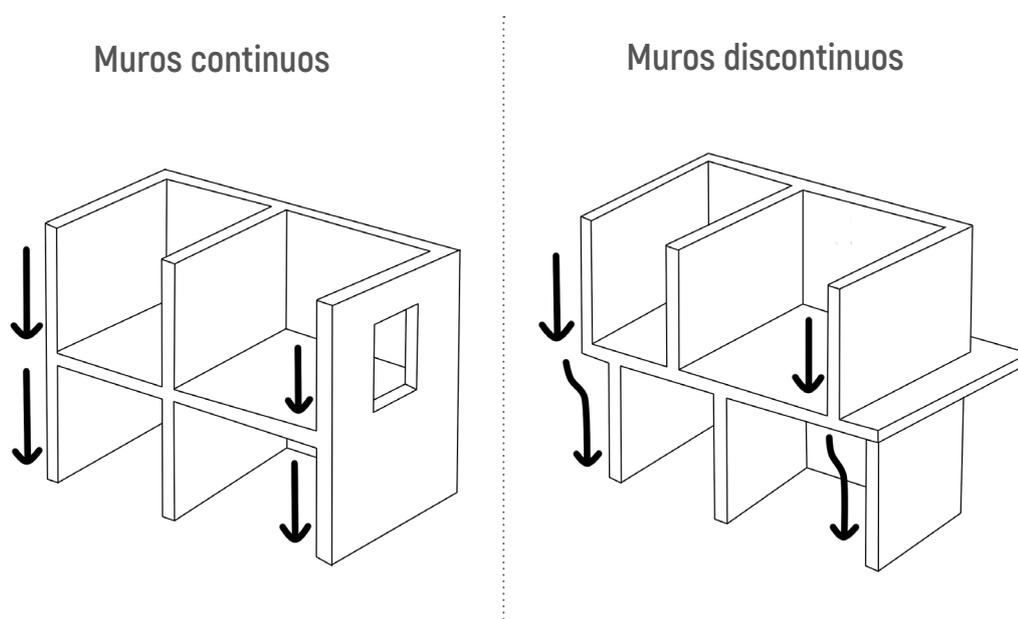


Se entiende por continuidad vertical, que un muro se encuentre anclado a la cimentación y llegue hasta el nivel superior (viga de confinamiento para el caso de casas de un piso o entrepiso y luego viga de confinamiento en cubierta, para el caso de viviendas de dos pisos sin ningún tipo de abertura en el tramo considerado como estructural).

Debe evitarse la irregularidad en planta y en altura, y la edificación debe tener una planta lo más simétrica posible. La edificación como un todo y los módulos que la conforman, deben ser simétricos con respecto a sus ejes (Figura 7).

Figura 7

Continuidad de muros (AIS, 2019)



Cuando la planta asimétrica sea inevitable, la edificación debe dividirse en módulos independiente por medio de juntas, de tal manera que los módulos individuales sean simétricos. (AIS, 2020)

Las juntas sísmicas se sugieren cuando (AIS, 2020):

- La relación de la longitud con respecto al ancho, en planta, excede 3:1.
- El terreno tiene pendientes superiores al 30%. La junta sísmica debe colocarse de manera que separe cada una de las viviendas sin muros medianeros entre dos viviendas contiguas.
- Cuando en conjuntos de viviendas seriadas, coexisten viviendas en diferentes materiales, como mampostería confinada, concreto reforzado, acero, bahareque encementado, etc.
- Viviendas construidas independientemente.

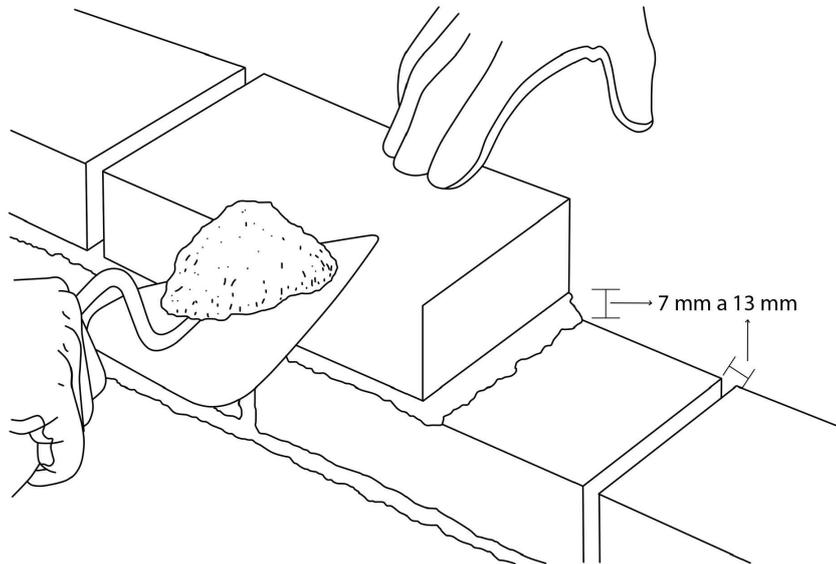
3.4 Materiales de construcción

En el marco del Título E del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, los materiales de construcción de la mampostería confinada, son la mampostería y el concreto. Para la construcción de la estructura de techo, es usual utilizar madera o elementos metálicos.

Unidades de mampostería: El Reglamento define las unidades de mampostería como elementos de colocación manual, que unidas con mortero de pega -como se muestra en la Figura 8-, configuran el muro de mampostería. Las unidades de mampostería comunes en Colombia son de arcilla cocida o de concreto.

Figura 8

Unidades de mampostería unidas con mortero de pega (AIS, 2019)



Concreto estructural: Es una mezcla de cemento, agregado fino (arena), agregado grueso (gravilla) y agua; en algunos casos se utilizan aditivos para modificar las propiedades químicas o físicas del concreto.

El término "concreto estructural", se usa para referirse a concreto reforzado con alambres, barras o cables de acero. En el concreto estructural es indispensable que el acero quede completamente embebido para que no sufra corrosión (ARGOS, 2015). En el contexto de las casas de uno y dos pisos, el concreto estructural se utiliza para la cimentación, para los elementos de confinamiento de la mampostería confinada y para las vigas y cintas de los diafragmas de entrepiso y de techo.

Los principales componentes del concreto estructural se pueden observar en la Figura 9:

Figura 9

Materiales empleados para la mezcla de concreto (AIS, 2019)



Cemento: El cemento debe estar en su empaque original, fresco y al utilizarse se debe asegurar que conserva sus características de polvo fino sin grumos.

El cemento se debe almacenar en un lugar techado, sin contacto con paredes o muros que puedan humedecerlo. Debe colocarse sobre madera o plástico para evitar la humedad proveniente del suelo. Las pilas deben ser de doce sacos de cemento como máximo y no debe almacenarse por un tiempo mayor de dos meses.

Sus propiedades están especificadas en las normas NTC 121, NTC 321 y NTC 1362 (ARGOS, 2015).

Agregados: Los agregados naturales se clasifican en finos (arenas) y gruesos (gravas).

La grava y la arena no deben estar sucias o mezcladas con impurezas como materia orgánica (tierra), pantano o arcilla. Esto produce que la resistencia del concreto disminuya notablemente o se produzca gran cantidad de fisuras en los morteros.

El tamaño máximo del agregado grueso para concreto reforzado está controlado por el requisito de que este debe entrar fácilmente en las formaletas y en los espacios entre las barras de refuerzo.

Dosificación y mezcla del concreto

Los diferentes componentes de una mezcla se dosifican de manera que el concreto que resulta tenga una resistencia adecuada, una manejabilidad apropiada para su vaciado y un bajo costo. Este último factor obliga a la utilización óptima de cantidad de cemento (el más costoso de los componentes) que asegure unas propiedades adecuadas.

La dosificación del concreto debe realizarse de manera cuidadosa teniendo en cuenta la Tabla 3, según el elemento estructural que se vaya a construir. La cantidad de agua (en peso) debe ser la mitad de la cantidad de cemento (en peso). Las partes deben ser medidas en el mismo recipiente (balde, tarro, cajón, entre otros). Si se quiere obtener una mezcla de concreto de buena calidad, debe controlarse la cantidad de agua que se agrega.

Tabla 3

Dosificación del concreto (AIS, 2019)

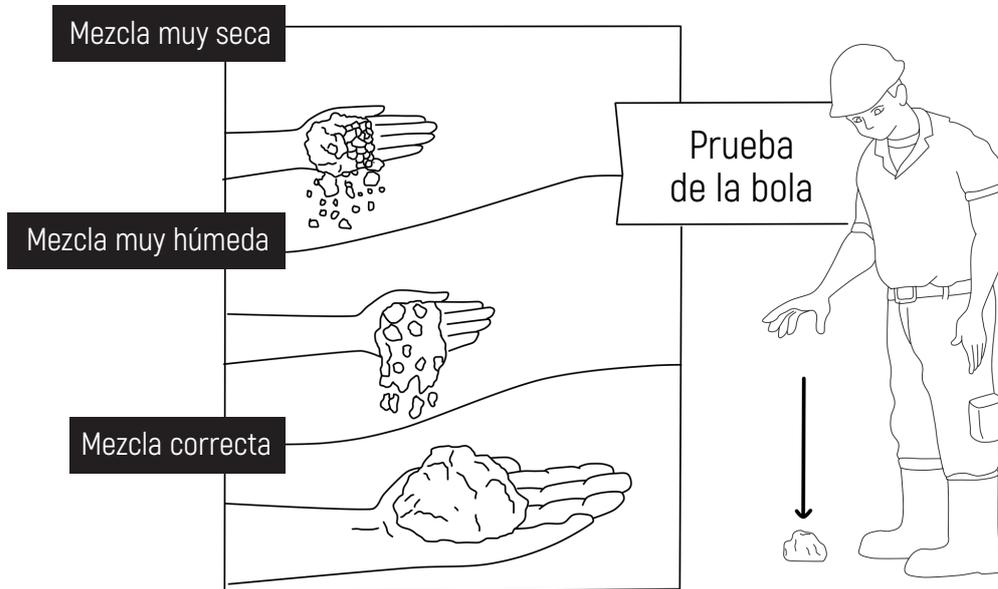
Elementos estructurales	Cemento	Arena lavada	Grava
Bases	1 parte	2 partes	2.5 partes
Columnas y vigas	1 parte	2 partes	2 partes
Pisos	1 parte	2 partes	3 partes
Dinteles	1 parte	2 partes	3 partes

En la preparación de la mezcla del concreto se desarrollan tres fases: mezclado, vibrado y curado.

En el proceso de mezclado se recomienda realizar la medición de las partes de arena y colocarlas sobre una superficie limpia y plana. Luego, adicionar las partes de cemento y mezclar hasta obtener un color uniforme. Finalmente se añaden las partes de agua y grava. Finalizada la mezcla del concreto, es necesario realizar la prueba de la bola que consiste en formar una bola con la mezcla (Figura 10). Si esta bola no se forma, es que le hace falta agua o arena a la mezcla, pero si por el contrario, la bola escurre en las manos es porque la mezcla tiene mucha agua.

Figura 10

Prueba de la bola (AIS, 2019)

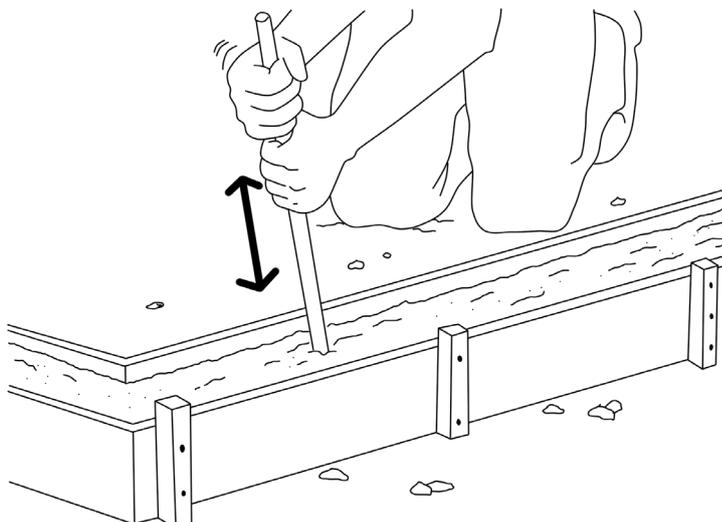


Finalizado el proceso de mezclado, se procede con el vaciado en la formaleta. Cuando se vacía el concreto es posible que se formen burbujas de aire en el concreto formando hormigueros o huecos en los elementos estructurales que debilitan su resistencia, rigidez y continuidad. Para eliminar estas burbujas se debe chuzar con una varilla lisa y recta que tenga una punta redondeada.

El vibrado se debe hacer para eliminar los espacios de aire en el concreto. Es importante que una vez colocado el concreto en el sitio, se golpee el material, con una barra recta y lisa de punta redondeada a lo largo y ancho de la formaleta, para eliminar los espacios de aire en el concreto y evitar huecos en los elementos estructurales que puedan afectar su resistencia, rigidez y continuidad (Figura 11).

Figura 11

Vibrado de la mezcla de concreto (AIS, 2019)

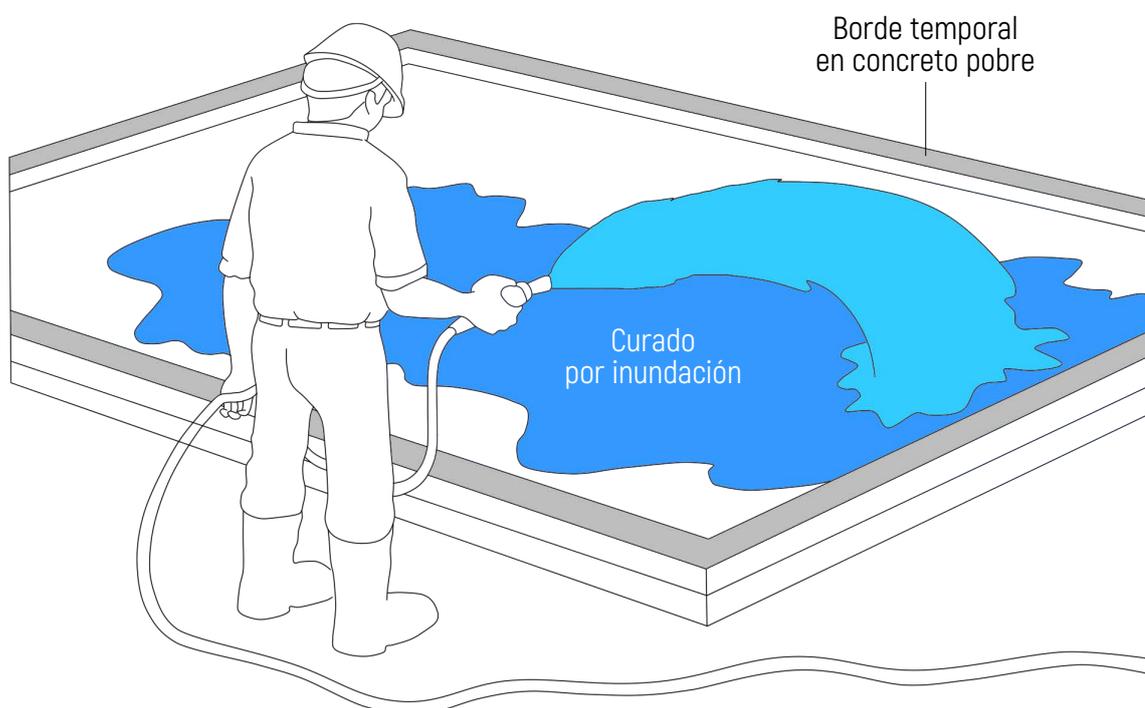


Finalmente, se desarrolla la fase de curado, la cual es necesaria para garantizar la calidad del concreto (Figura 12). Durante esta fase, el concreto es protegido de las acciones climáticas y se mantienen las condiciones de humedad y temperatura en el concreto para que pueda desarrollar las características para las cuales fue diseñado y preservado en un ambiente húmedo.

El tiempo de curado es de una semana. Es esencial que el agua de curado se aplique de manera continua, inundando la superficie con rociadores automáticos o mangueras perforadas. No se debe permitir el secado repetido de la superficie durante el curado.

Figura 12

Curado de la mezcla de concreto (Adaptado de [AIS,2019])



Mortero de pega

Su función principal es la de adherir las unidades de mampostería y para ello se deben establecer dosificaciones apropiadas que garanticen su calidad. De acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, los morteros de pega utilizados en viviendas de uno y dos pisos deben tener buena plasticidad, consistencia y deben garantizar la retención del agua mínima para la hidratación del cemento. Para tal efecto, es recomendable añadir cal a la mezcla. La cal no reemplaza el cemento, pero mejora la mezcla. La cal se debe mezclar con agua (40 kg de cal por 55 galones de agua).

Su resistencia mínima a la compresión a los 28 días debe ser de 7.5 MPa (75 kg/cm²), medida en cilindros de 75 milímetros de diámetro por 150 milímetros de altura. Su dosificación entre material cementante (cemento y cal) respecto a la arena cernida por malla No. 8, no puede ser inferior a 1:4 en volumen. Las relaciones de cemento, cal, arenas más usadas son 1:2:6 y 1:2:10.

Unas 48 horas después de utilizado, el mortero de buena calidad se deja rayar con un clavo mientras que el de mala calidad se desmorona.

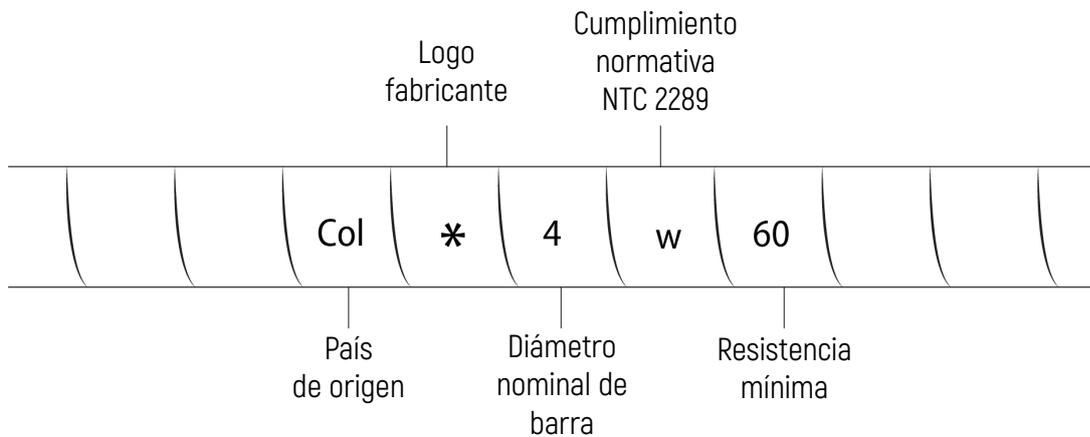
Acero de refuerzo: Material de construcción utilizado para el refuerzo de los elementos estructurales de la edificación, conforme con los diseños y detalles de las especificaciones y planos.

En Colombia se comercializan dos tipos de acero: liso y corrugado.

El acero de refuerzo utilizado en construcción o en obras de infraestructura es el **corrugado**, porque mejora la adherencia con el concreto, el cual debe ser **nuevo** y cumplir con la norma **NTC 2289** (Figura 13).

Figura 13

Características del acero corrugado en cumplimiento con la norma NTC 2289



La Tabla 4 muestra la designación de las barras de acero de refuerzo utilizado en Colombia y la nomenclatura utilizada para su identificación.

Tabla 4

Designación del acero corrugado

Designación de la barra	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (milímetros)
No. 2	1/4	6.4
No. 3	3/8	9.5
No. 4	1/2	12.7
No. 5	5/8	15.9
No. 6	3/4	19.1
No. 7	7/8	22.2
No. 8	1	25.4
No. 9	1 1/8	28.7
No. 10	1 1/4	32.3

En cuanto a la resistencia, el acero se identifica por el límite de fluencia, correspondiente al esfuerzo elástico máximo que puede soportar la barra.

En el momento de realizar el armado del elemento estructural, es importante tener en cuenta las características del gancho estándar. Posteriormente, cuando se realiza el traslape entre barras longitudinales de elementos estructurales, se debe tener en cuenta la longitud de desarrollo y la longitud de empalme por traslape. Según el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, sus definiciones son las siguientes:

Longitud de desarrollo: Longitud embebida del refuerzo en el concreto que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño del refuerzo en una sección crítica.

Longitud de traslape: Se debe tomar por lo menos igual a la longitud de desarrollo. Las barras unidas por medio de empalmes por traslape que no estén en contacto, no deben estar espaciadas transversalmente más de una quinta parte de la longitud requerida de traslape ni más de 200 milímetros.

Gancho estándar: Doble en el extremo de una barra que cumple con los requisitos del capítulo C.7 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Todo gancho estándar se compone de diámetro de doblez, ángulo de doblez y extensión recta.

A continuación, se presenta una tabla resumen de la longitud de desarrollo y longitud de empalme por traslape para cada barra (Tabla 5):

Las ecuaciones para hallar estos valores están contenidas en el capítulo C.12 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Por lo anterior, se debe tener en cuenta la resistencia a la compresión del concreto para los cálculos.

En el ejemplo se presenta el cálculo de la longitud de desarrollo y de empalme por traslape para una resistencia a la compresión del concreto $f'c=24.5$ MPa (3500 psi) y otra resistencia de $f'c=21$ MPa (3000 psi). El límite de fluencia del acero es de 420 MPa (60000 psi).

Tabla 5

Longitudes de desarrollo y de empalmes por traslape

Designación de la barra	Diámetro (milímetros)	Longitud de Desarrollo (milímetros) Concreto $f'c=24.5$ MPa	Longitud de Empalme por traslape (milímetros) Concreto $f'c=24.5$ MPa	Longitud de Desarrollo (milímetros) Concreto $f'c=21$ MPa	Longitud de Empalme por traslape (milímetros) Concreto $f'c=21$ MPa
No. 2	6.4	259	259	279	279
No. 3	9.5	384	384	415	415
No. 4	12.7	513	513	554	554
No. 5	15.9	642	642	694	694
No. 6	19.1	772	772	834	834
No. 7	22.2	1108	1108	345	345

Designación de la barra	Diámetro (milímetros)	Longitud de Desarrollo (milímetros) Concreto $f'c=24.5$ MPa	Longitud de Empalme por traslape (milímetros) Concreto $f'c=24.5$ MPa	Longitud de Desarrollo (milímetros) Concreto $f'c=21$ MPa	Longitud de Empalme por traslape (milímetros) Concreto $f'c=21$ MPa
No. 8	25.4	1268	1268	512	512
No. 9	28.7	1433	1433	685	685
No. 10	32.3	1612	1612	857	857

Del mismo modo, se presenta una tabla resumen del gancho estándar para cada barra (Tabla 6):

Las ecuaciones para hallar estos valores están contenidas en el Capítulo C.7 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.

Tabla 6

Características del gancho estándar

Designación de la barra	Diámetro (milímetros)	Diámetro de doblez (milímetros)		Ángulo de doblez (milímetros)		Extensión recta (milímetros)	
		Refuerzo longitudinal	Refuerzo transversal	Refuerzo longitudinal	Refuerzo transversal	Refuerzo longitudinal a 90°	Refuerzo transversal a 135°
No. 3	9.5	57	38	90 o 180°	"90, 135° o 180° Los estribos sísmicos y ganchos sísmicos se deben colocar a 135°"	150	105
No. 4	12.7	76	51			200	115
No. 5	15.9	95	64			250	145
No. 6	19.1	115	115			300	191
No. 7	22.2	133	133			350	222
No. 8	25.4	152	152			400	254

Para entender mejor el concepto de gancho estándar, se presentan las Figuras 14, 15 y 16.

Figura 14

Gancho estándar en barras de acero longitudinal a 90°

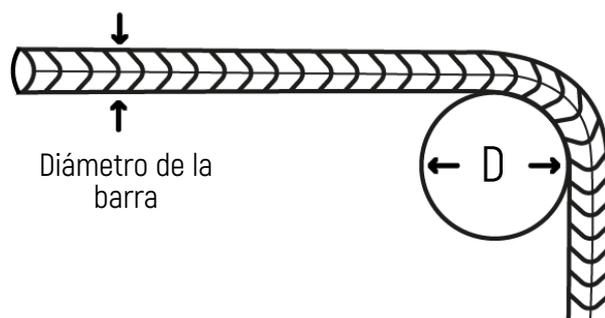


Figura 15

Gancho estándar en barras de acero longitudinal a 135°

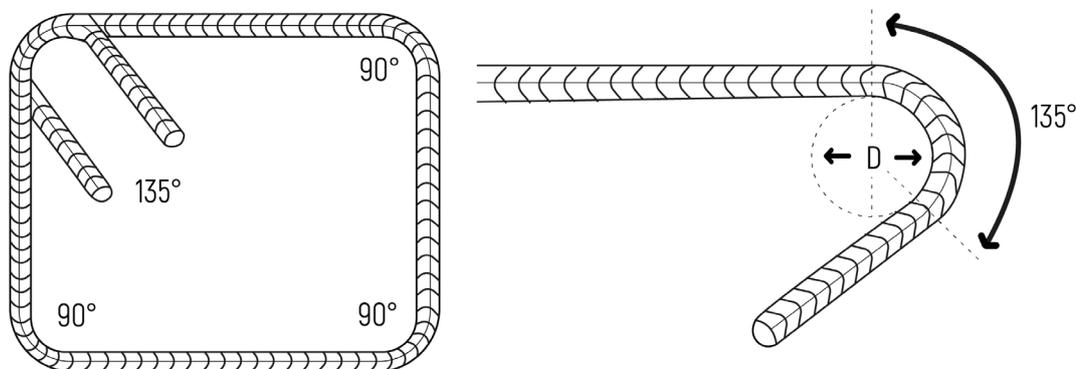
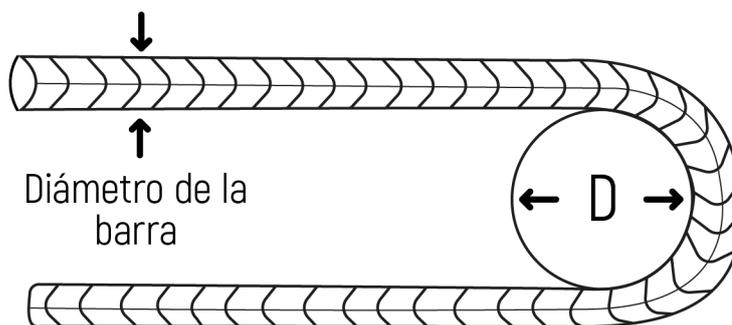


Figura 16

Gancho estándar en barras de acero longitudinal a 180°



Madera: Para construcción se divide en estructural selecta y estructural normal. La madera estructural selecta se emplea en elementos portantes principales, como columnas, vigas, cerchas, arcos, pórticos, viguetas de piso, dinteles, escaleras, cimbras y formaletas. La madera estructural normal se emplea únicamente y como segunda alternativa en elementos portantes secundarios, como correas, cuchillos, contravientos, riostras, separadores, remates, pie de amigos, tacos, puntales y elementos temporales.

3.5 Unidades de medida

En esta guía se utiliza el Sistema Internacional de Medidas (SI), en donde las unidades de resistencia tanto del concreto como del acero son expresadas en megapascales, [MPa]; sin embargo, teniendo en cuenta la cotidianidad en el uso en construcción del sistema inglés, en donde las unidades de resistencia están dadas en libras/pulgada², [psi], se presentan cuadros de conversiones de los materiales más frecuentes (Tablas 7, 8 y 9):

Tabla 7

Unidades de medida

	Resistencia		
	Sistema Internacional de Unidades (MPa)	Sistema Inglés (psi=lbf/in ²)	Sistema Técnico de Unidades (kg/cm ²)
Conversión	1	142,857	10
	0,007	1	0,07

Tabla 8

Resistencias y tipos de uso del concreto

	Resistencia			Usos
	Sistema Internacional de Unidades (MPa)	Sistema Inglés (psi=lbf/in ²)	Sistema Técnico de Unidades (kg/cm ²)	
Concreto	10,5	1500	105	Concreto pobre, rellenos
	14	2000	140	Concretos simples, bases, concreto ciclópeo (f'c=17.5 MPa)
	14,7	2100	147	
	17,5	2500	175	
	21	3000	210	Concreto armado, cimentaciones, muros, columnas y vigas
	22,4	3200	224	
	24,5	3500	245	

Tabla 9

Resistencias del acero

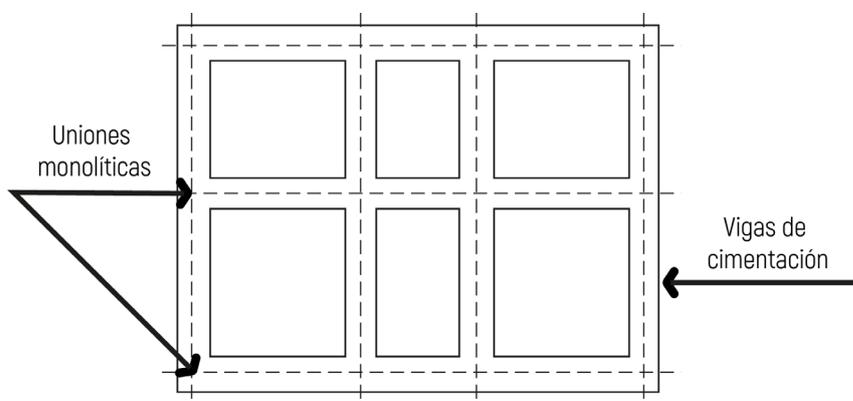
	Sistema Internacional de Unidades (MPa)	Sistema Inglés (psi=lbf/in ²)	Sistema Técnico de Unidades (kg/cm ²)
Conversión	240	34285,7	2400
	412	58857,1	4120
	420	60000	4200

4 DISEÑO DE CIMENTACIONES

La cimentación se define como un conjunto de elementos estructurales destinados a transmitir las cargas de una estructura al suelo o roca de apoyo. El sistema de cimentación debe tener una rigidez apropiada, de manera que se prevengan asentamientos diferenciales inconvenientes. El conjunto de cimientos debe constituir un diafragma. [(AIS, 2020) (Figura 17)]

Figura 17

Esquema en planta del sistema reticular de vigas que configuran anillos cerrados y continuos (AIS, 2020)

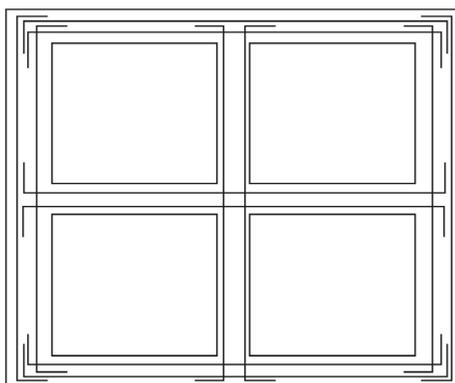


Deben colocarse vigas de cimentación bajo todos los muros de la edificación en ambas direcciones principales en planta. Si uno de los anillos del sistema de cimentación tiene una relación $\frac{\text{longitud}}{\text{ancho}}$ mayor que dos, o si sus dimensiones interiores son mayores de 4,0 metros, debe construirse una viga intermedia de cimentación, así no sirva de apoyo a ningún muro, en cuyo caso sus dimensiones mínimas pueden reducirse a 20 * 20 centímetros.

La intersección de los elementos de cimentación debe ser monolítica y los refuerzos deben anclarse con ganchos estándar de 90° en la cara exterior del elemento transversal Terminal, como se muestra en la Figura 18. (AIS, 2020)

Figura 18

Ganchos de anclaje en vigas de cimentación (AIS, 2020)



4.1 Viga de cimentación en vivienda de un piso

Sin importar la zona de amenaza sísmica, la viga de cimentación de una vivienda de un piso, debe tener una sección mínima de 25 centímetros de ancho \times 20 centímetros de altura.

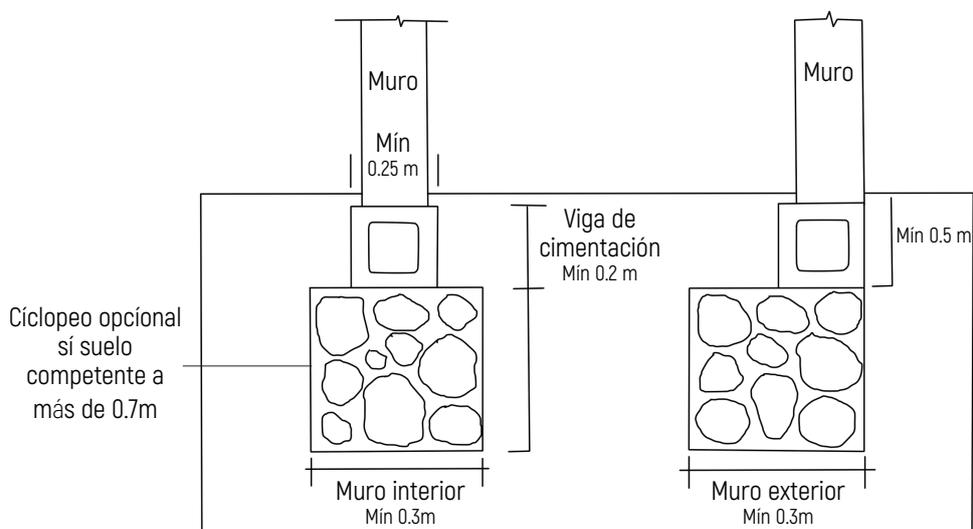
El fondo de las vigas de cimentación debe estar a por lo menos 50 centímetros por debajo del nivel del acabado del primer piso. Sobre las vigas de cimentación se construye un sobrecimiento con mampostería reforzada, confinada o concreto reforzado hasta el nivel del primer piso, en el cual deben colocarse las primeras vigas de confinamiento. Las columnas de confinamiento deben ser continuas, desde la cimentación, a través del sobrecimiento.

Cuando el suelo competente se encuentre a más de 70 centímetros de profundidad, puede reducirse la altura del sobrecimiento, colocando la viga de cimentación sobre un relleno de concreto ciclópeo con una anchura mínima de 30 centímetros y una altura mínima de 20 centímetros, como se muestra en la Figura 19.

El concreto ciclópeo debe fabricarse con rocas cuyo tamaño máximo no sea mayor que 15 centímetros. El volumen ocupado por este agregado no debe ser superior al 40 % del volumen total del relleno ciclópeo. El resto del volumen debe llenarse con concreto de la misma o mejor calidad del concreto de las vigas de cimentación. (AIS, 2010)

Figura 19

Configuración de la cimentación (AIS, 2019)



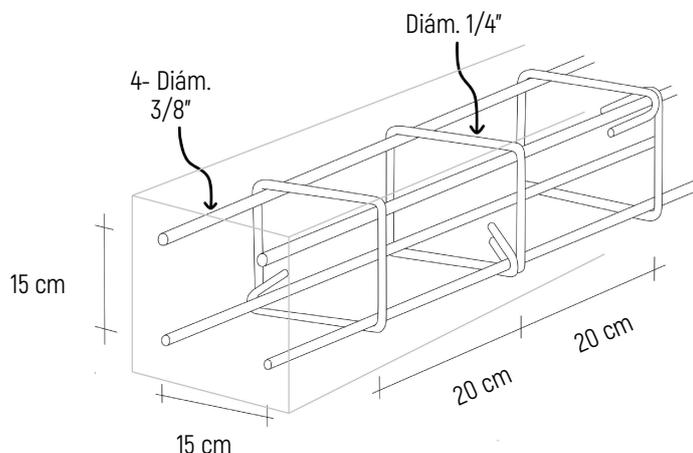
La distribución del refuerzo longitudinal y el transversal, se debe hacer como se explica a continuación [(Figura 20) (AIS, 2020)]:

- Cuatro barras de acero longitudinal No. 3 (3/8") y $f_y=420$ MPa (60,000 psi) de resistencia.
- Estribos cerrados No. 2 (1/4") espaciados cada 200 milímetros y de resistencia $f_y=240$ MPa (35,000 psi).

La resistencia mínima a la compresión del concreto debe ser de $f'_c=17.5$ MPa (2500 psi) y el acero para anclaje de muros de 420 MPa (60,000 psi). (AIS, 2020)

Figura 20

Refuerzo de viga de cimentación de una vivienda de un piso (AIS, 2019)



4.2 Viga de cimentación en vivienda de dos pisos

La viga de cimentación de una casa de dos pisos (Figura 21) debe tener una sección mínima de 30 centímetros de ancho \times 30 centímetros de altura.

El fondo de las vigas de cimentación debe estar por lo menos a 50 centímetros debajo del nivel del acabado del primer piso. Sobre las vigas de cimentación se construye un sobrecimiento con mampostería reforzada, confinada o concreto reforzado hasta el nivel del primer piso, en el cual deben colocarse las primeras vigas de confinamiento.

Las columnas de confinamiento deben ser continuas, desde la cimentación, a través del sobrecimiento.

Cuando el suelo competente se encuentre a más de 70 centímetros de profundidad, puede reducirse la altura del sobrecimiento, colocando la viga de cimentación sobre un relleno de concreto ciclópeo con una anchura mínima de 30 centímetros y una altura mínima de 20 centímetros, como se muestra en la Figura 21.

El concreto ciclópeo debe fabricarse con rocas cuyo tamaño máximo no sea mayor que 15 centímetros. El volumen ocupado por este agregado no debe ser superior al 40 % del volumen total del relleno ciclópeo. El resto del volumen debe llenarse con concreto de la misma o mejor calidad del concreto de las vigas de cimentación. (AIS, 2010)

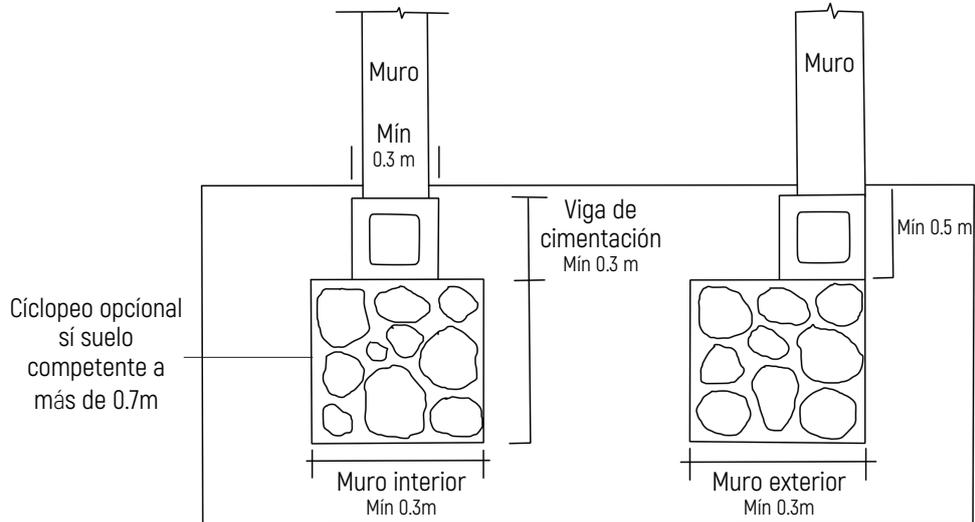
La distribución del refuerzo longitudinal y el transversal, se debe hacer de la siguiente manera (AIS, 2020):

- Cuatro barras de acero longitudinal No. 4 (1/2") y $f_y=420$ MPa (60,000 psi) de resistencia.
- Estribos cerrados No. 2 (1/4") espaciados cada 200 milímetros y de resistencia $f_y=240$ MPa (35,000 psi).

La resistencia mínima a la compresión del concreto debe ser de $f'_c=17.5$ MPa (2500 psi) y el acero para anclaje de muros de 420 MPa (60,000 psi). (AIS, 2020)

Figura 21

Viga de cimentación de una vivienda de dos pisos (AIS, 2019)



Adicionalmente, se anexa la tabla de valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones (Tabla 10) establecida en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.

Tabla 10

Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones (AIS, 2020)

	Vivienda de un piso	Vivienda de dos pisos	Resistencia mínima, MPa	
Anchura	250 mm	300 mm	Acero Estructural	Concreto estructural
Altura	200 mm	300 mm		
Acero longitudinal	4 No. 3	4 No. 4	420	17,5
Estribos	No. 2 a 200 mm	No. 2 a 200 mm	240	
Acero para anclaje de muros	No. 3	No. 3	412	

4.3 Cimientos excéntricos

Los cimientos pueden colocarse excéntricos en los casos en que haya medianería o junta sísmica. (AIS, 2020)

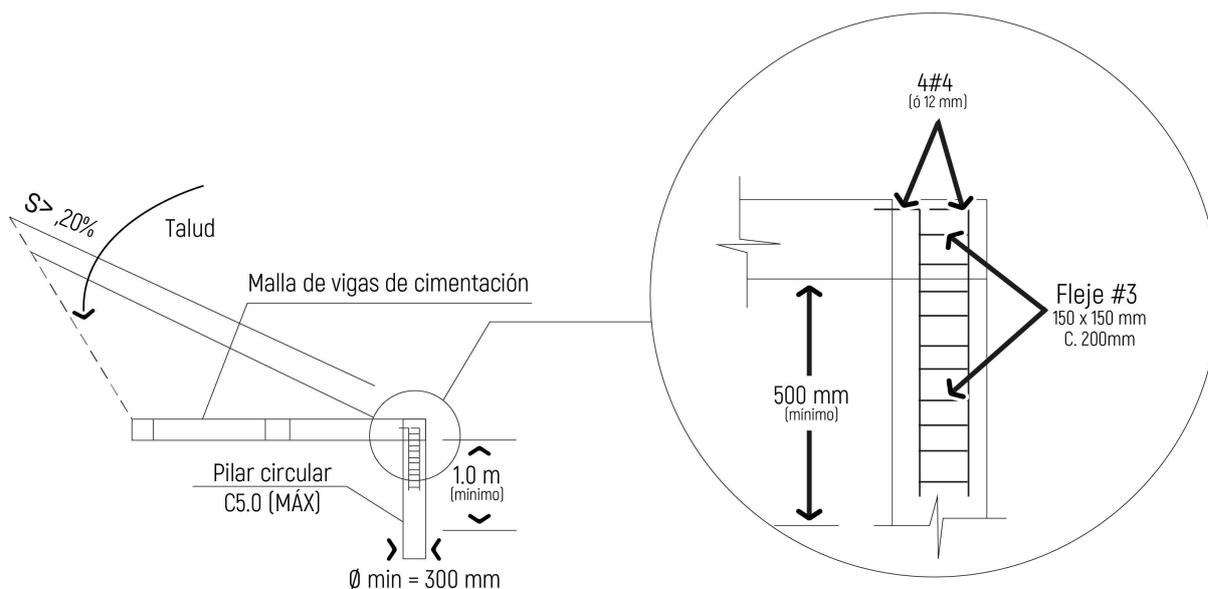
4.4 Cimentaciones sobre terreno inclinado

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente dispone que para pendientes de terreno superiores al 20% se debe garantizar la estabilidad de la cimentación, empleando procedimientos tales como pilares en concreto de sección circular, dispuestos en las esquinas del borde inferior de la ladera, a distancias no mayores de 5 metros entre centros y anclados no menos de un metro en el suelo natural.

La esquina de la malla de cimentación correspondiente a cada pilar, se debe anclar mediante 4 barras de acero longitudinal No. 4 (1/2") ó 12M (12 mm), formando una canastilla de 150 milímetros x 150 milímetros que debe penetrar en el pilar al menos 500 milímetros y anclarse en los elementos de la malla de cimentación (Figura 22).

Figura 22

Pilares para estabilizar pendientes mayores del 20% (AIS, 2020)



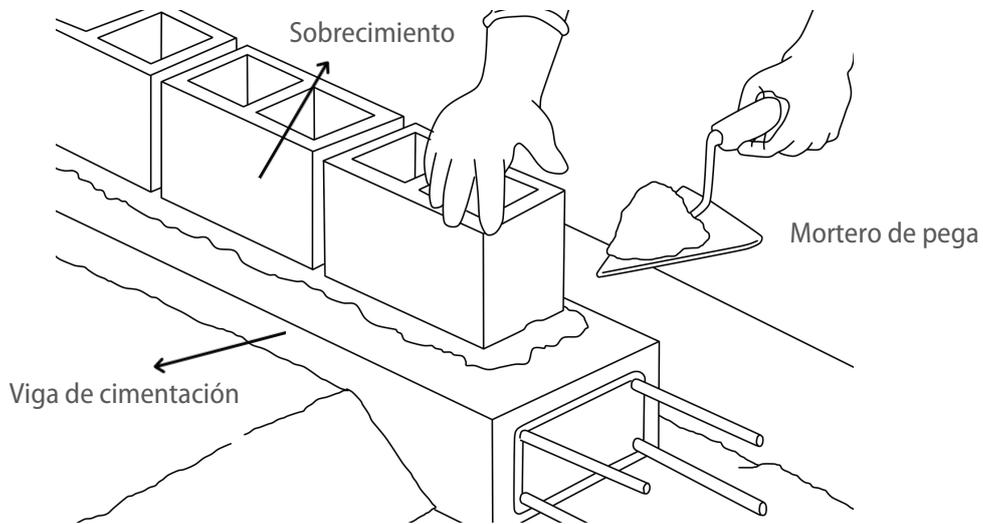
4.5 Sobrecimientos

El nivel inferior de las vigas de cimentación deberá estar a una profundidad mínima de 50 centímetros por debajo del nivel de acabado del primer piso. Debe construirse sobre ellas un sobrecimiento que puede fabricarse con mampostería confinada, reforzada o con concreto reforzado, siguiendo los requerimientos del Título D, el Título E o del Título C del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, que sobresalga, mínimo 80 centímetros, por encima del nivel de acabado del primer piso (Figura 23).

El sobrecimiento debe anclarse debidamente a la cimentación mediante barras de refuerzo. Los sobrecimientos en mampostería deben rematarse con vigas de amarre que garanticen la conformación de un diafragma en el nivel del contrapiso, estructuradas de acuerdo con lo establecido en el numeral E.4.4. del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. De allí en adelante, se construye el entrepiso del primer piso útil. (AIS, 2020)

Figura 23

Sobrecimiento anclado a la cimentación (AIS, 2019)

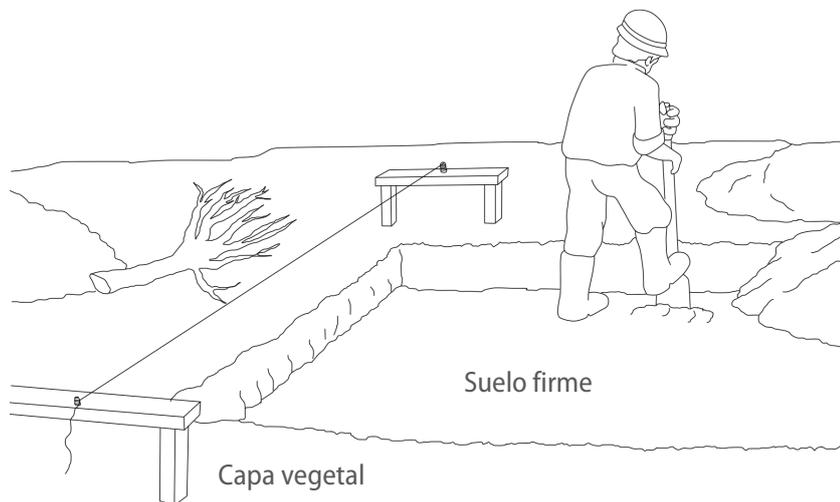


4.6 Proceso constructivo

Se realiza la adecuación del terreno mediante la limpieza de vegetación, basuras o escombros. Se debe retirar la capa vegetal hasta encontrar suelo firme como se ilustra en la Figura 24.

Figura 24

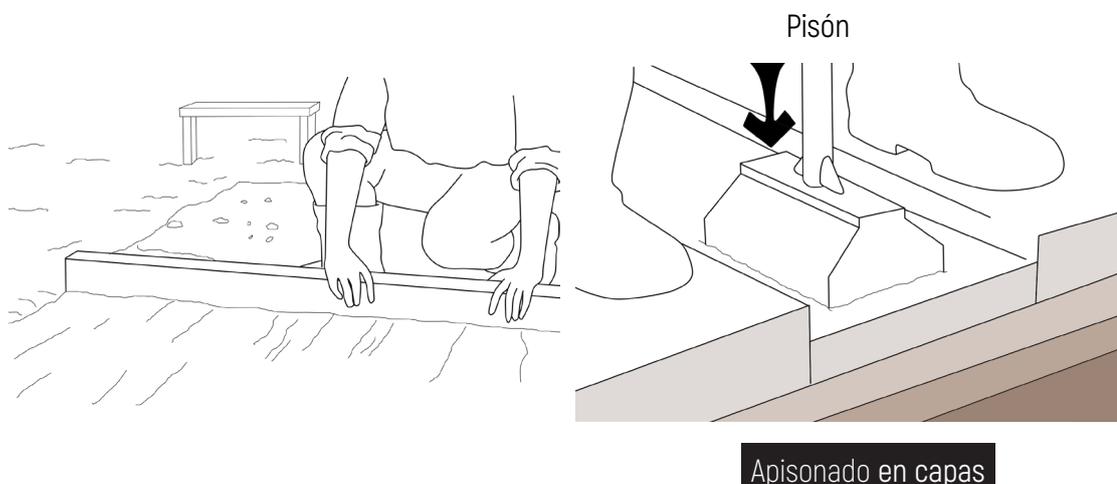
Retiro de capa vegetal (AIS, 2019)



Se debe nivelar el terreno mediante excavaciones o rellenos hasta que quede uniforme. Luego, se emplea un pisón en el terreno para darle dureza y firmeza (Figura 25).

Figura 25

Nivelación y afirmado del terreno (AIS, 2019)

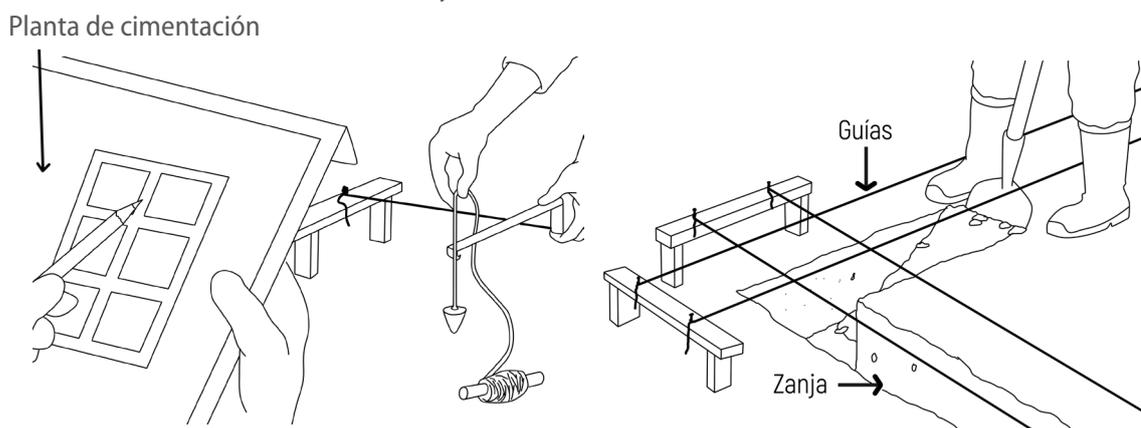


Posteriormente se realiza el trazado, que consiste en ubicar las medidas del plano en el terreno en tamaño real. Antes del trazado debe revisarse los linderos del lote.

Para el trazado deben marcarse la intersección de los ejes de los muros, la ubicación de los caballetes de replanteo y la definición del ancho de excavación para los cimientos. Se realiza la excavación según lo indicado en los planos, evitando el encharcamiento en conformidad con la marcación de las intersecciones de los muros (Figura 26).

Figura 26

Trazado y excavación del terreno (AIS, 2019)

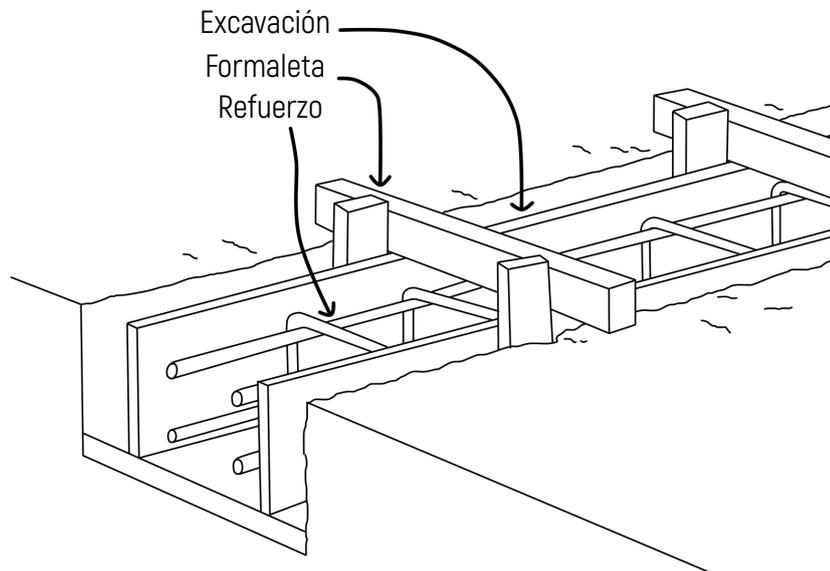


En lo posible, debería usarse formaletas de madera para garantizar las dimensiones de las vigas de cimentación y evitar la contaminación del concreto con tierra. Para prevenir la succión de agua del concreto por absorción de la madera, debe cubrirse la superficie interior de la formaleta con material impermeable o con aceite (Figura 27).

Cuando se esté vaciando el concreto, se compacta insertando una varilla repetidamente a lo largo y ancho del concreto fresco, sin golpear el fondo para lograr homogeneidad en la mezcla.

Figura 27

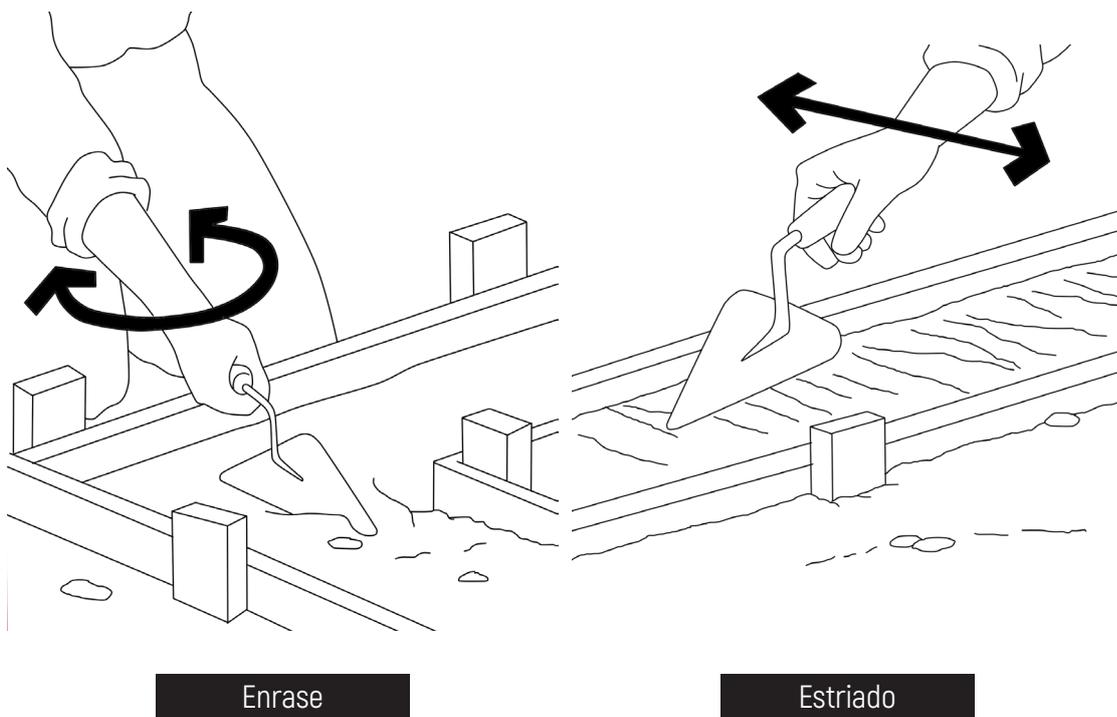
Colocación de la formaleta en el terreno (AIS, 2019)



Por último, se enrasa la superficie del concreto para lograr una buena adherencia entre el concreto y el mortero de pega, posteriormente se realiza el estriado de la superficie donde se colocarán los muros de mampostería (Figura 28).

Figura 28

Enrase y estriado de la mezcla de concreto



5. MUROS ESTRUCTURALES Y MUROS DIVISORIOS

5.1 Muros estructurales

El conjunto de muros estructurales debe estar dispuesto para proveer suficiente resistencia ante los efectos sísmicos horizontales en las dos direcciones principales en planta, teniendo en cuenta solo la rigidez en el plano de cada muro.

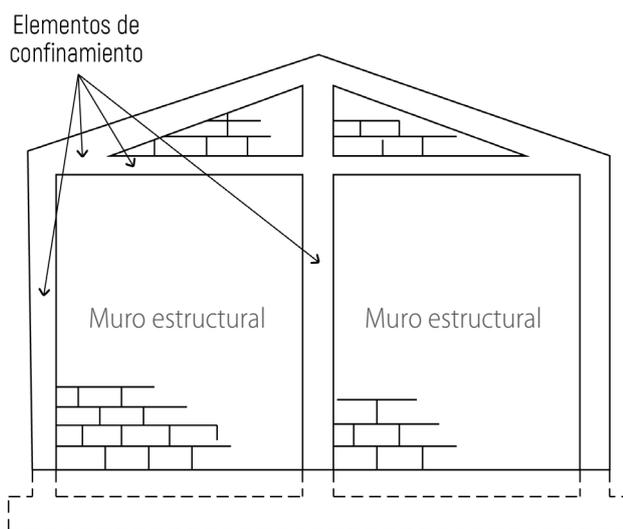
Los muros estructurales resisten las fuerzas laterales paralelas a su propio plano, desde el nivel donde se generan hasta la cimentación, las cargas verticales debidas a la cubierta y a los entrepisos si los hay y su propio peso (AIS, 2020).

Debido a que los muros individualmente resisten principalmente las cargas laterales paralelas a su plano, es necesaria la colocación de muros en dos direcciones ortogonales, o aproximadamente ortogonales en planta. La longitud de los muros debe ser aproximadamente igual y a su vez no menor de 100 centímetros de longitud (AIS, 2020).

Los muros estructurales deben ser de mampostería confinada, continuos desde la cimentación hasta su parte superior y estar anclados a la cimentación como se muestra en la Figura 29. Deben tener una distancia libre vertical entre diafragmas que no exceda 25 veces el espesor del muro.

Figura 29

Muros estructurales en mampostería confinada (AIS, 2019)

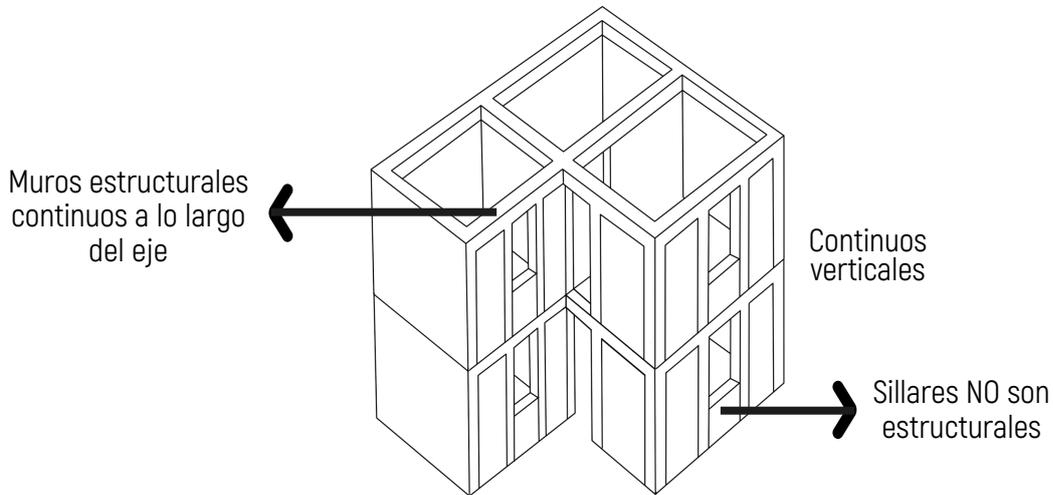


Sólo se consideran muros estructurales, en un nivel determinado, aquellos que presentan continuidad vertical desde la cimentación hasta el diafragma superior del nivel considerado, y que no tienen ningún tipo de aberturas. [(AIS, 2020) (Figura 30)]

El concreto de los elementos de confinamiento debe tener una resistencia a la compresión no inferior a 17.5 MPa (2500 psi).

Figura 30

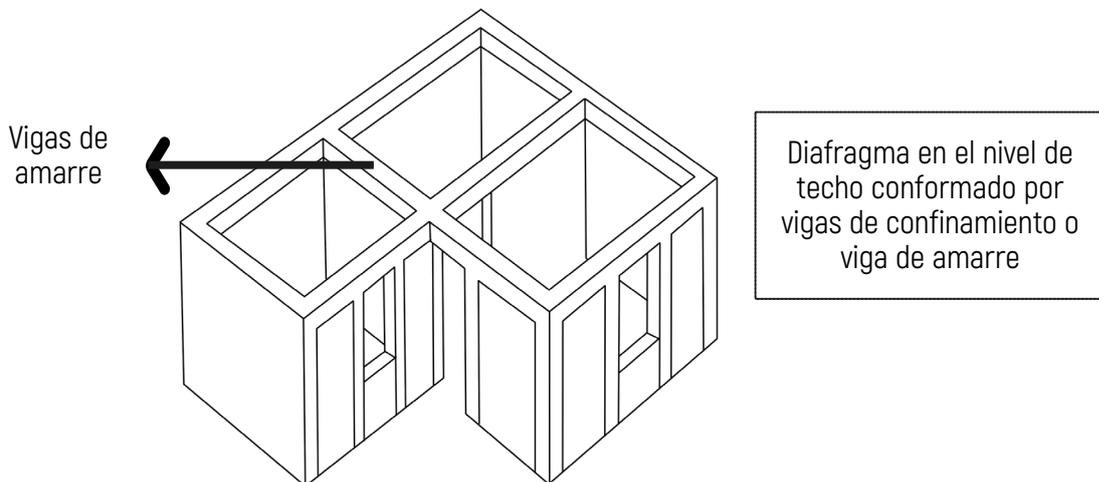
Continuidad y alineamiento de muros estructurales (AIS, 2019)



En el nivel de techo, debe configurarse un diafragma formado por los elementos de confinamiento donde haya muro y por vigas de amarre en donde no haya muro, como se muestra con la Figura 31. Para techos a dos aguas, debe colocarse una viga o una cinta de confinamiento sobre la culata. (AIS, 2020)

Figura 31

Altura de muros (AIS, 2019)



5.2 Unidades de mampostería

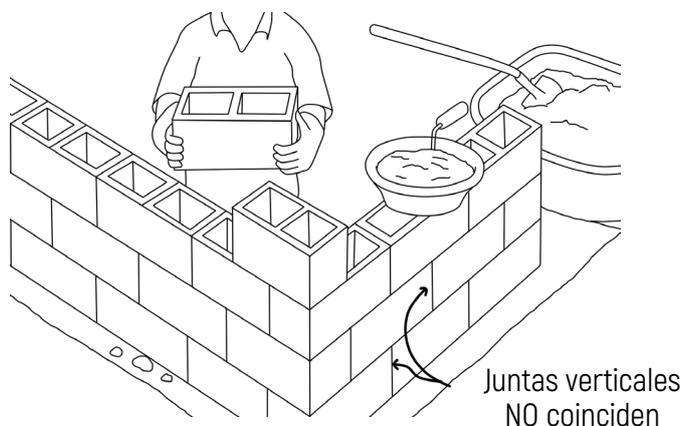
Las unidades de mampostería que se utilicen en las casas de uno y dos pisos pueden ser de concreto, de arcilla cocida o de sílico-calcáreas. Pueden ser de perforación vertical, denominadas **bloque**, de perforación horizontal o macizas, denominadas **tolete**.

Las unidades de mampostería deben cumplir las especificaciones establecidas en las normas NTC expedidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

Se deben colocar con aparejo trabado como se muestra en la Figura 32.

Figura 32

Colocación de unidades en aparejo trabado (Adaptado de [AIS, 2019])



5.2.1 Unidades de concreto

Las unidades de concreto deben cumplir con las siguientes normas técnicas colombianas:

- NTC 4026 (ASTM C90): Unidades de perforación vertical.
- NTC 4026 (ASTM C55): Unidades macizas.
- NTC 4076 (ASTM C129): Unidades cuya resistencia se clasifica en clase baja.

5.2.3 Unidades de arcilla

Las unidades de mampostería de arcilla cocida deben humedecerse antes de colocarse en el muro y cumplir con las siguientes normas técnicas colombianas:

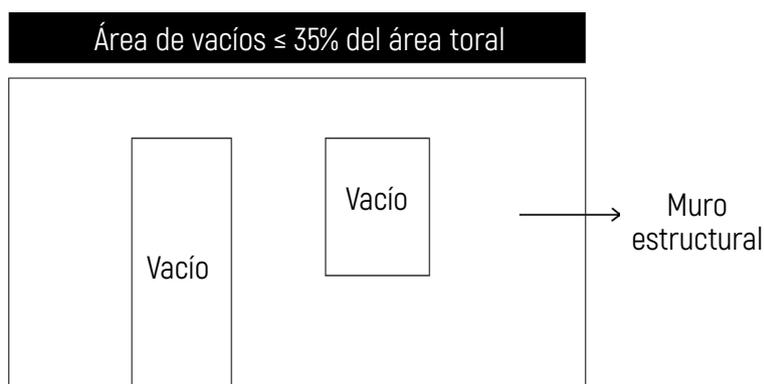
- NTC 4205 (ASTM C34): Unidades de perforación vertical.
- NTC 4205 (ASTM C62 y C652): Unidades macizas.
- NTC 4205 (ASTM C56, C212 y C216): Unidades cuya resistencia se clasifica en clase baja.

5.3 Aberturas en los muros

Los muros estructurales no deben tener ninguna abertura. Las aberturas en el plano de un eje de muros estructurales deben estar espaciadas y no pueden estar ubicadas en las esquinas. El área de los vanos (vacíos) a lo largo de un eje de muros estructurales no debe ser mayor al 35% del área total del plano del eje, incluyendo muros y vacíos. [(AIS, 2020) (Figura 33)]

Figura 33

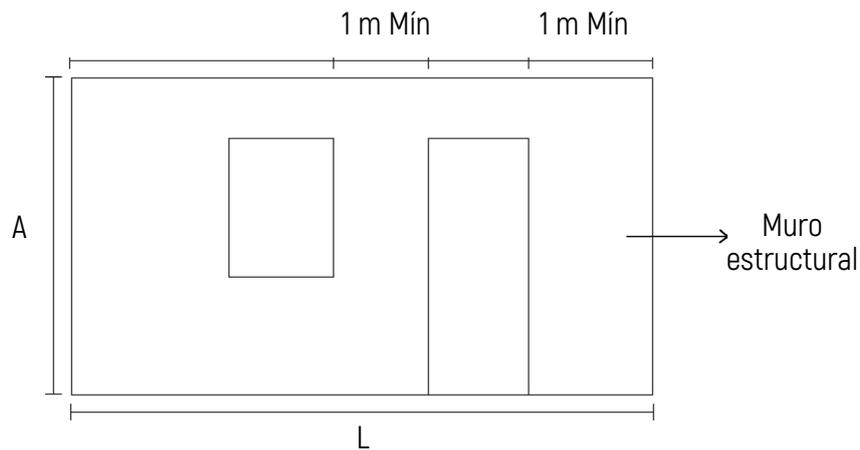
Aberturas en los muros (AIS, 2019)



No se permiten aberturas o vanos en los muros estructurales. A uno o ambos lados de aberturas o vanos, debe existir un muro estructural [(AIS, 2020) (Figura 34)]. Las puertas, ventanas y otras aberturas mayores a 0.5 metros deberán extenderse hasta la viga de amarre o deberán contar con un dintel de concreto reforzado (Build Change, 2015).

Figura 34

Distancia mínima entre vanos y reforzamiento (AIS, 2019)

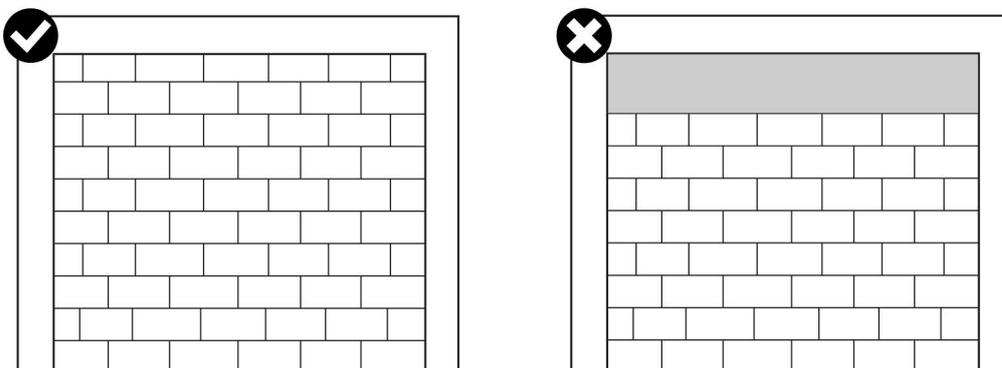


La longitud en planta de los vanos en un eje interior no debe exceder el 50% de la longitud de los muros de ese eje. La longitud total en planta de los vanos en un eje exterior no debe exceder el 75% de la longitud de los muros en ese eje. (AIS, 2020)

No se permite dejar aberturas continuas en la parte superior del muro, cerca de las columnetas de confinamiento, porque se puede presentar el efecto de columna corta, lo que representa un punto débil de la estructura debido a que la fuerza sísmica se concentra en el tramo de la columneta que no tiene muro. [(AIS, 2019) (Figura 35)]

Figura 35

Fenómeno de columna corta (AIS, 2019)



5.4 Espesor de muros

Para establecer el espesor mínimo de muros estructurales confinados de carga, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente establece los valores mínimos nominales para muros estructurales en viviendas de uno y dos pisos (Tabla 11).

Tabla 11

Espesores mínimos nominales para muros estructurales en viviendas de uno y dos pisos [mm] (AIS, 2020)

Zona de Amenaza Sísmica	Número de niveles de construcción		
	Un piso	Dos pisos	
		1 Nivel	2 Nivel
Alta	110	110	100
Intermedia	100	110	95
Baja	95	110	95

Nota: Para estos espesores mínimos nominales no se deben tener en cuenta los pañetes y acabados.

Para los valores mínimos especificados, se establecen las siguientes alturas máximas (Tabla 12):

Tabla 12

Alturas máximas para muros estructurales en viviendas de uno y dos pisos [mm] (AIS, 2020)

Espesor mínimo (milímetros)	Altura máxima (milímetros)
95	2375
100	2500
110	2750

5.5 Longitud de muros confinados

5.5.1 Cargas sísmicas

La longitud mínima de muros confinados para cada una de las direcciones principales de la vivienda, en metros, sometida a cargas de sismo, no debe ser menor a la obtenida mediante la Ecuación 1 (AIS, 2020) y la Ecuación 2.

Ecuación 1

Longitud mínima de muros confinados para cargas de sismo

$$L_{min} = \frac{M_0 A_p}{t}$$

Donde:

L_{min} = Longitud mínima de muros estructurales en cada dirección en metros.

M_0 = Coeficiente para longitud mínima de muros estructurales confinados (Tabla 13).

A_p = Área en m² de la planta de la edificación.

t = Espesor de muros estructurales (mm).

A continuación, se presenta la Tabla 13, en la que, según el municipio donde se vaya a construir la vivienda, se toma el valor de A_a de la Tabla 1, para posteriormente, determinar el coeficiente M_o a usar en la Ecuación 1 de la longitud mínima de muros estructurales en cada dirección.

Tabla 13

Coeficiente M_o para longitud mínima de muros estructurales confinados (AIS, 2020)

Zona de Amenaza Sísmica	Valores A_a	Valores M_o
Alta	0.40	33.0
	0.35	30.0
	0.30	25.0
	0.25	21.0
Intermedia	0.20	17.0
	0.15	13.0
Baja	0.10	8.0
	0.05	4.0

Ejemplo 1

(Para vivienda de un piso y vivienda de dos pisos en zona de amenaza sísmica alta)

Se va a construir una vivienda de un piso en Cali. Esta vivienda tiene 6 metros de frente y 6 metros de fondo. El espesor mínimo del muro es de 110 milímetros debido a que la vivienda se encuentra en zona de amenaza sísmica alta (Tabla 11).

Para calcular la longitud mínima de muros estructurales en cada dirección, se procede de la siguiente manera:

Primero se calcula el área en m^2 de la planta de la edificación:

$$A_p = 6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$$

De la Tabla 1 o del mapa de amenaza sísmica del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, se sabe que para Cali, A_a es = 0.25, por lo tanto M_o es = 21 (Tabla 13).

Se procede a calcular la longitud mínima de muros en cada dirección utilizando la Ecuación 1 de la siguiente manera:

$$L_{min} = \frac{21 \times 36}{110} = 6.9 \text{ metros}$$

Si la vivienda es de dos pisos, con las mismas dimensiones, los muros del segundo piso se deben calcular como si fueran los de una vivienda de un piso y los muros del primer piso se deben calcular con A_p igual a la suma del área de la cubierta y el área del entrepiso.

Para la misma vivienda construida en Cali, pero de dos pisos, la longitud mínima de los muros estructurales se debe calcular así:

Segundo piso

La cantidad de muros para el segundo piso es igual que la cantidad de muros calculada para la vivienda de un piso equivalente, esto quiere decir que se requieren 6.9 metros de muros estructurales en cada dirección.

$$A_p \text{ cubierta} = 6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$$

$$A_p \text{ entrepiso} = 6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$$

$$A_p \text{ total} = 36 + 36 = 72 \text{ m}^2$$

$$A_a = 0.25, M_o = 21$$

Se procede a calcular la longitud mínima de muros en cada dirección utilizando la Ecuación 1 de la siguiente manera:

$$L_{min} = \frac{21 \times 72}{110} = 13.7 \text{ metros} + L_{min} = \frac{21 \times 36}{110} = 6.9 \text{ metros}$$

$$L_{mintotal}: 6.9 + 4.6 = 11.5 \text{ metros}$$

Ejemplo 2

(Para vivienda de un piso y vivienda de dos pisos en zona de amenaza sísmica intermedia)

Se va a construir una vivienda de un piso en Bogotá. Esta vivienda tiene 6 metros de frente y 6 metros de fondo. El espesor mínimo del muro es de 100 milímetros debido a que la vivienda se encuentra en zona de amenaza sísmica intermedia (Tabla 11).

Para calcular la longitud mínima de muros estructurales en cada dirección, se procede de la siguiente manera:

Primero se calcula el área en m^2 de la planta de la edificación:

$$A_p = 6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$$

De la Tabla 1 o del mapa de amenaza sísmica del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, se sabe que para Bogotá A_a es = 0.15, por lo tanto $M_o=13$ (Tabla 13). Se procede a calcular la longitud mínima de muros utilizando la Ecuación 1 en cada dirección así:

$$L_{min} = \frac{13 \times 36}{100} = 4.7 \text{ metros}$$

Si la vivienda es de dos pisos, con las mismas dimensiones, los muros del segundo piso se deben calcular como si fueran los de una vivienda de un piso y los muros del primer piso se deben calcular con A_p igual a la suma del área de la cubierta y el área del entrepiso.

Para la misma vivienda construida en Bogotá, pero de dos pisos, la longitud mínima de los muros estructurales se debe calcular así:

Segundo piso

La cantidad de muros para el segundo piso es igual que la cantidad de muros calculada para la vivienda de un piso equivalente, esto quiere decir que se requieren 4.7 metros de muros estructurales en cada dirección.

Primer piso

$$A_p \text{ cubierta} = 6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$$

$$A_p \text{ entrepiso} = 6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$$

$$A_p \text{ total} = 36 + 36 = 72 \text{ m}^2$$

$$A_a = 0.15 \text{ (Tabla 1)}$$

$$M_o = 13 \text{ (Tabla 13)}$$

Se procede a calcular la longitud mínima de muros en cada dirección para cubierta en concreto utilizando la Ecuación 1 de la siguiente manera:

$$L_{min} = \frac{13 \times 72}{100} = 9.4 \text{ metros}$$

La longitud mínima total de muros en el primer piso para cubierta liviana corresponde a:

$$L_{min} = \frac{13 \times 36}{100} = 4.7 \text{ metros} \times 0.67 = 3.2 \text{ metros} + L_{min} = \frac{13 \times 36}{100} = 4.7 \text{ metros}$$

$$L_{mintotal}: 4.7 + 3.2 = 7.9 \text{ metros}$$

Ejemplo 3**(Para vivienda de un piso y vivienda de dos pisos en zona de amenaza sísmica baja)**

Se va a construir una vivienda de un piso en Valledupar. Esta vivienda tiene 6 metros de frente y 6 metros de fondo. El espesor mínimo del muro es de 95 milímetros debido a que la vivienda se encuentra en zona de amenaza sísmica baja (Tabla 11).

Para calcular la longitud mínima de muros estructurales en cada dirección, se procede de la siguiente manera:

Primero se calcula el área en m^2 de la planta de la edificación:

$$A_p = 6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$$

De la Tabla 1 o del mapa de amenaza sísmica del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, se sabe que para Valledupar A_a es = 0.10, por lo tanto $M_o = 8$ (Tabla 13). Se procede a calcular la longitud mínima de muros en cada dirección utilizando la Ecuación 1 de la siguiente manera:

$$L_{min} = \frac{8 \times 36}{95} = 3 \text{ metros}$$

Si la vivienda es de dos pisos, con las mismas dimensiones, los muros del segundo piso se deben calcular como si fueran los de una vivienda de un piso y los muros del primer piso se deben calcular con A_p igual a la suma del área de la cubierta y el área del entrepiso.

Para la misma vivienda construida en Valledupar, pero de dos pisos, la longitud mínima de los muros estructurales se debe calcular de la siguiente manera:

Segundo piso

La cantidad de muros para el segundo piso es igual que la cantidad de muros calculada para la vivienda de un piso equivalente, esto quiere decir que se requieren tres metros de muros estructurales en cada dirección.

Primer piso

$$A_p \text{ cubierta} = 6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$$

$$A_p \text{ entrepiso} = 6 \times 6 = 36 \text{ m}^2$$

$$A_p \text{ total} = 36 + 36 = 72 \text{ m}^2$$

$$A_a = 0.10 \text{ (Tabla 1)}$$

$$M_o = 8 \text{ (Tabla 13)}$$

Se procede a calcular la longitud mínima de muros en cada dirección de la siguiente manera:

$$L_{min} = \frac{8 \times 72}{95} = 6.1 \text{ metros} + L_{min} = \frac{8 \times 36}{95} = 3 \text{ metros}$$

$$L_{mintotal}: 3 + 2 = 5 \text{ metros}$$

Para realizar los cálculos de la longitud mínima de muros estructurales en cada dirección es indispensable el conocimiento del valor de la aceleración horizontal pico efectiva de diseño (A_a) de la zona sísmica en donde se construye el proyecto. Para ello, se debe consultar el apéndice A-4 del Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (Anexos), o la Tabla 1 para ciudades capitales de departamento.

5.5.2 Cargas de viento

La longitud mínima de muros confinados para cada una de las direcciones principales de la vivienda, en metros, sometida a carga de viento, no debe ser menor a la obtenida mediante la Ecuación 2 y la Ecuación 1:

Ecuación 2

Longitud mínima de muros confinados para cargas de viento

$$L_{min} = 0.07 p_s A_{ve}$$

Donde:

L_{min} = Longitud mínima de muros estructurales en cada dirección en metros

p_s = Presión del viento, kN/m^2 , obtenida de la Tabla 14.

A_{ve} = Área vertical expuesta, m^2 .

A continuación, se presenta la Tabla 14, en la que según la región en donde se vaya a construir la vivienda, se toma el valor de p_s para usar en la Ecuación 2 de la longitud mínima de muros estructurales en cada dirección.

Tabla 14

Presión de viento, $p_s \left(\frac{kN}{m^2} \right)$, para usar con la Ecuación 2

Región	1 piso	2 pisos
1	0.36	0.40
2	0.59	0.66
3	0.86	0.96
4	2.37	2.64
5	2.61	2.91
6	3.16	3.53
7	3.50	3.90

Ejemplo 4**(Para vivienda de un piso en la isla de Providencia)**

Se va a construir una vivienda de un piso en la isla de Providencia. Esta vivienda tiene 2.5 metros de altura, 6 metros de fondo y 6 metros de frente. La altura de la culata es de 1.26 metros.

Para calcular la longitud mínima de muros estructurales en cada dirección, se procede de la siguiente manera:

Primero se calcula el área vertical expuesta en m^2 de la planta de la edificación:

Dirección X: (Altura de la vivienda \times Fondo) + (Altura de la culata \times (Fondo/2))

$$Ave1 = (2.5 \times 6) + (1.26 \times \frac{6}{2}) = 18.78 m^2$$

Dirección Y: (Altura de la vivienda \times Fondo) + (Altura de la culata \times Fondo)

$$Ave2 = (2.5 \times 6) + (1.26 \times 6) = 22.56 m^2$$

Se escoge el área mayor, es decir *Ave2*.

Del mapa de zonificación eólica del capítulo 2 de esta guía (Figura 3), se determina que la isla de Providencia está en la región 7. En la Tabla 14, se especifica que para casas de un piso en la región 7, p_s es = a 3.50. Se procede a calcular la longitud mínima de muros en cada dirección utilizando la Ecuación 2 de la siguiente manera:

$$Lmin = 0.07 \times 3.50 \times 22.56 = 5.5 \text{ metros}$$

Ejemplo 5**(Para vivienda de dos pisos en la isla de Providencia)**

Se va a construir una vivienda de dos pisos en la isla de Providencia. Esta vivienda tiene 5 metros de altura, 6 metros de fondo y 6 metros de frente. La altura de la culata es de 1.26 metros.

Para calcular la longitud mínima de muros estructurales en cada dirección, se procede de la siguiente manera:

Primero se calcula el área vertical expuesta en m^2 de la planta de la edificación.

Dirección X: (Altura de la vivienda × Fondo) + (Altura de la culata × (Fondo/2))

$$Ave1 = (5 \times 6) + (1.26 \times \frac{6}{2}) = 33.78 m^2$$

Dirección Y: (Altura de la vivienda × Fondo) + (Altura de la culata × Fondo)

$$Ave2 = (5 \times 6) + (1.26 \times 6) = 37.56 m^2$$

Se escoge el área mayor, es decir *Ave2*.

Del mapa de zonificación eólica del capítulo 2 de esta guía (Figura 3), se determina que la isla de Providencia está en la región 7. En la Tabla 14, se especifica que para casas de dos pisos en la región 7, P_s es = a 3.90. Se procede a calcular la longitud mínima de muros en cada dirección utilizando la Ecuación 2 de la siguiente manera:

$$L_{min} = 0.07 \times 3.90 \times 37.56 = 10.3 \text{ metros}$$

5.6 Amarre de muros parapetos y muros de balcón en viviendas de uno y dos pisos

Los muros pueden cumplir la función de baranda, parapeto o antepecho de balcón. Estos muros tienen una altura máxima de 1.5 metros y se deben anclar a las vigas de amarre inferiores mediante columnetas de amarre; en su parte superior deben tener una cinta de amarre. Las columnetas deben estar ubicadas a distancias no mayores de tres metros, teniendo en cuenta que se deben disponer en cada extremo del muro parapeto (AIS, 2020).

Ejemplo 6

Se va a construir un muro para baranda de dos balcones, de 10 centímetros de espesor (Figura 36). La baranda de un balcón tendrá una longitud de 2.5 metros, mientras que la del segundo balcón tendrá 3.5 metros. ¿Cuál es la separación entre columnetas?

Primer balcón:

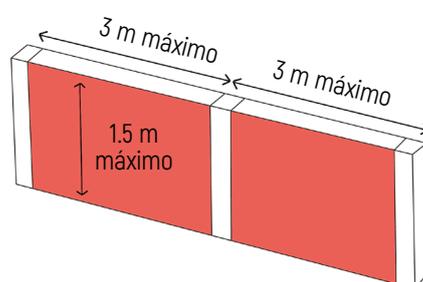
Como la baranda tiene menos de 3 metros de longitud, se colocará una columneta en cada extremo del muro.

Segundo balcón:

Como la longitud del muro es mayor de 3 metros, se colocarán tres columnetas, una en cada extremo del muro y otra en un lugar intermedio que puede ser en la mitad de la longitud.

Figura 36

Muro para baranda de balcón (AIS, 2019)



5.7 Muro divisorio

Los muros divisorios no cumplen ninguna función estructural para cargas verticales u horizontales, su función principal es dividir espacios y solo son responsables por su peso propio y por las cargas sísmicas debida a su propia masa; 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 para evitar su vuelco ante la ocurrencia de un sismo.

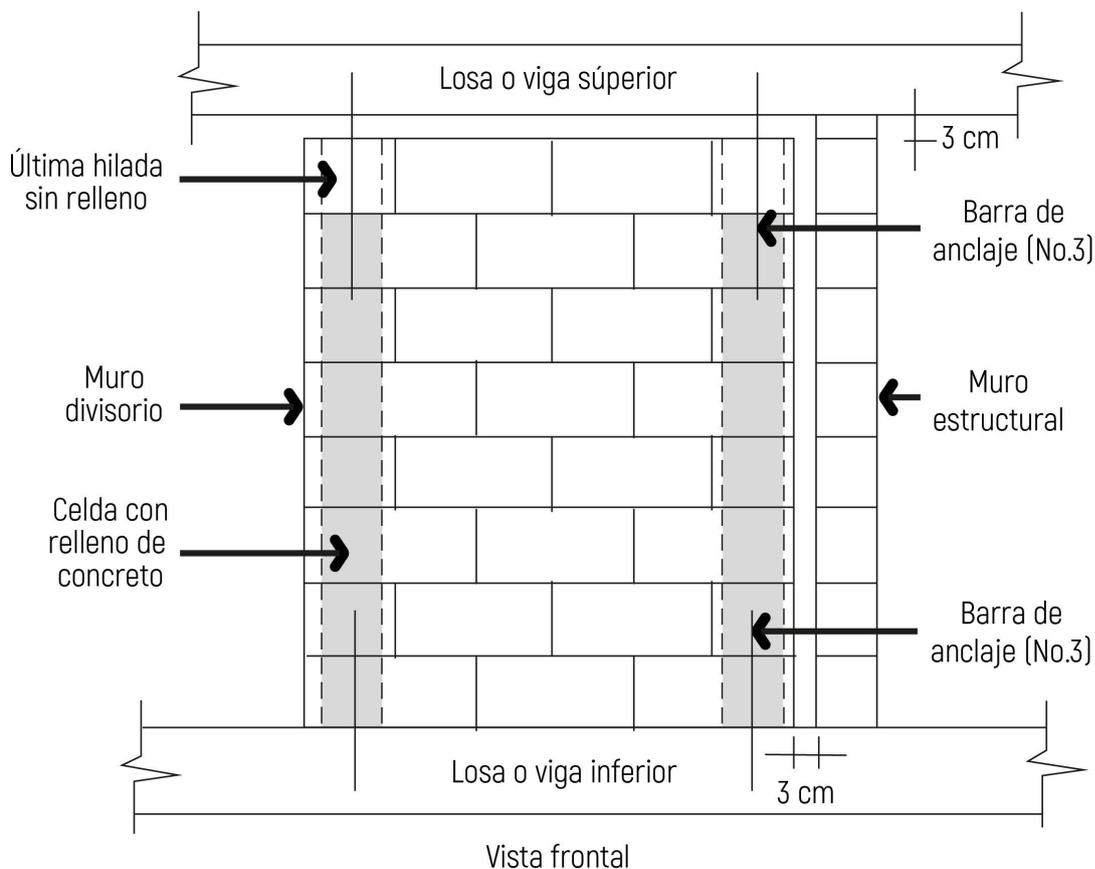
Los muros divisorios no pueden incluirse en el cálculo de la longitud mínima de muros en cada dirección principal en planta.

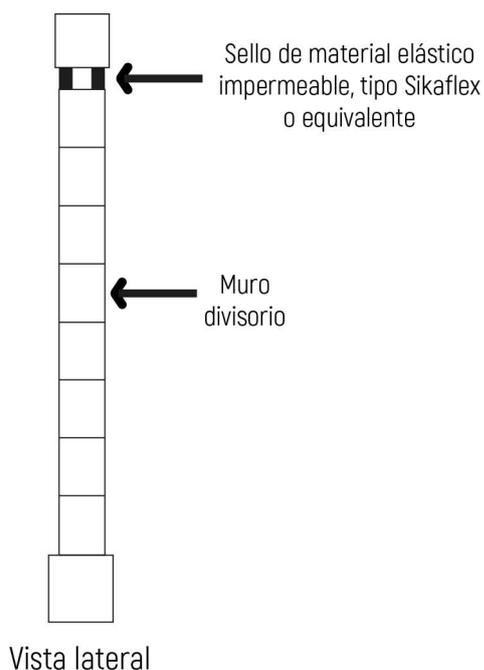
Para garantizar que los muros divisorios no participen en el trabajo estructural, deben separarse de los muros estructurales y de la losa de entrepiso, para muros del primer piso o de las vigas de cubierta. Para muros del segundo piso, con juntas de por lo menos tres cm de espesor, rellenas con un material elástico sellante, pero anclados para prevenir su vuelco durante eventos sísmicos como se muestra en la Figura 37.

Los anclajes deben tener una longitud mínima de 25 centímetros dentro del muro y 20 centímetros en las vigas o losas superior e inferior. En caso de que la losa tenga un espesor menor debe anclarse con un gancho a 90°.

Figura 37

Separación y anclaje de muro divisorio (AIS, 2020)



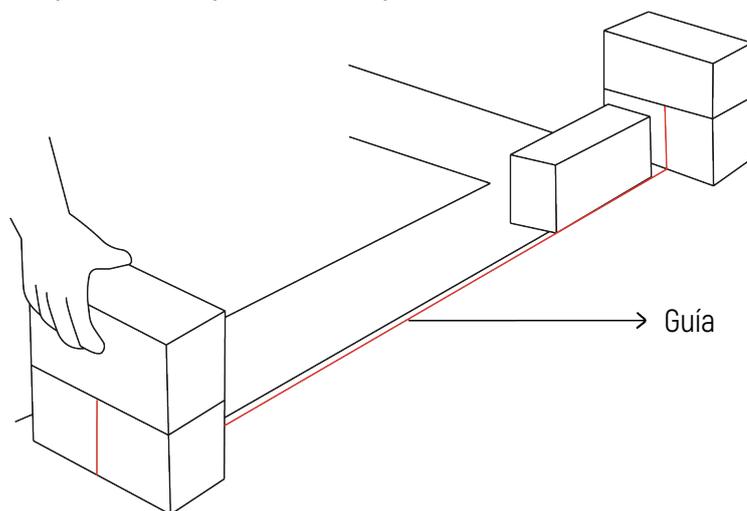


5.8 Proceso constructivo de muros

Se definen las dimensiones de muros, columnas, vanos (vacíos) de puertas, ventanas y corredores sobre la viga de cimentación. Para evitar errores en el muro, la primera hilada se coloca en seco de manera preliminar; luego se colocan los ladrillos guías en los extremos (Figura 38).

Figura 38

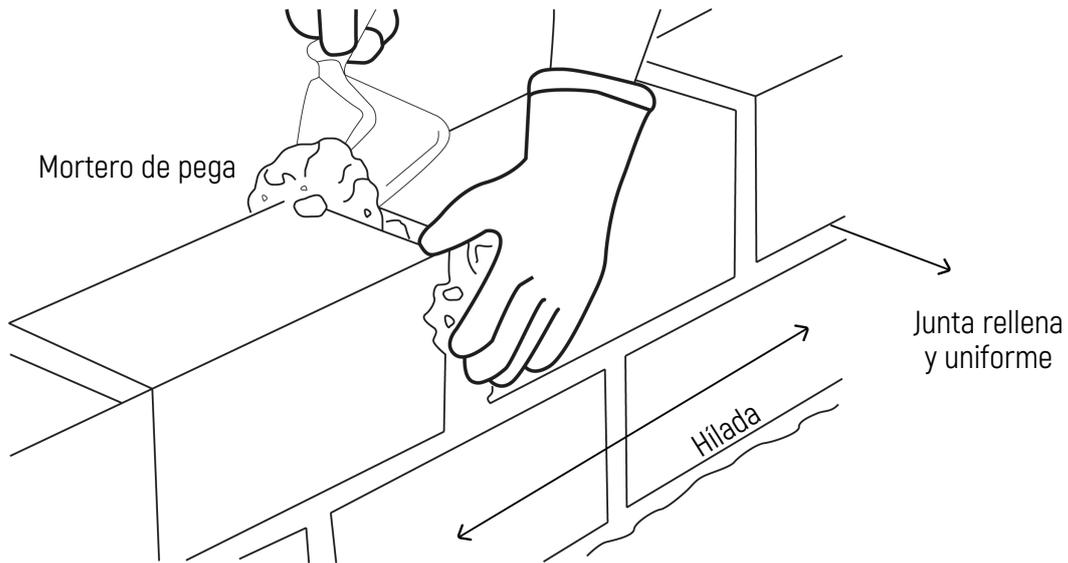
Colocado preliminar de primera hilada para verificar dimensiones (AIS, 2019)



Paso seguido, se coloca la mezcla de mortero en la parte superior de la viga de amarre, colocando sobre ella los ladrillos, uno a uno, verificando y ajustando el alineamiento para lograr la uniformidad requerida en la junta de pega. Las juntas horizontales y verticales deben quedar uniformemente rellenas de mortero de pega entre las unidades de mampostería (Figura 39).

Figura 39

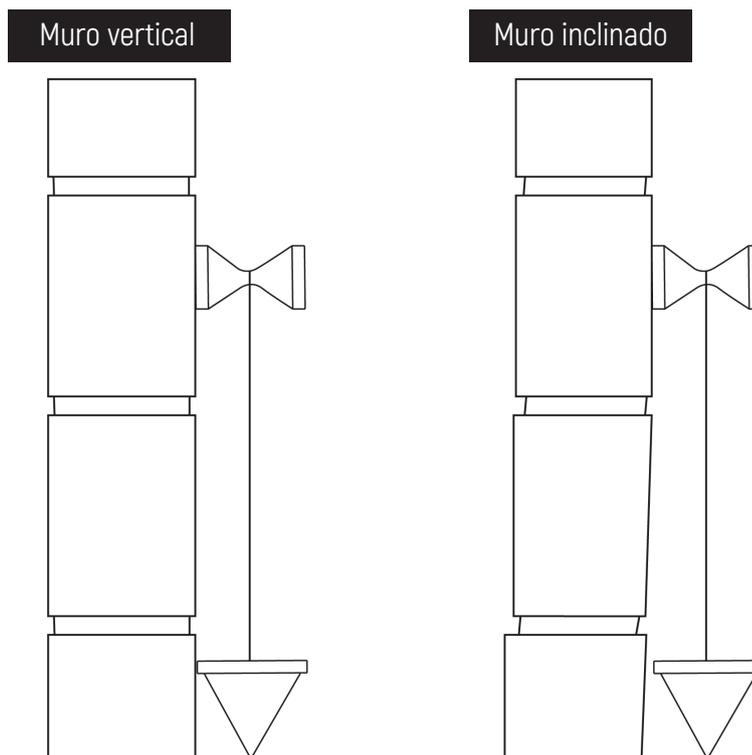
Colocación de mortero de pega en junta vertical (AIS, 2019)



Finalmente, se debe comprobar con la plomada de nivel y la regla que el muro cumpla con buen dimensionamiento, alineamiento y nivelación. Todo ajuste que se deba realizar en el muro, se efectúa antes de que el mortero empiece su proceso de fraguado. Si se deja caer la plomada suavemente sobre el muro y lo roza, el muro está vertical; por el contrario, si queda separada o recostada sobre el muro, es que el muro está inclinado y se debe realizar el ajuste de verticalidad (Figura 40).

Figura 40

Verificación de verticalidad (AIS, 2019)



6

CONFINAMIENTO VERTICAL

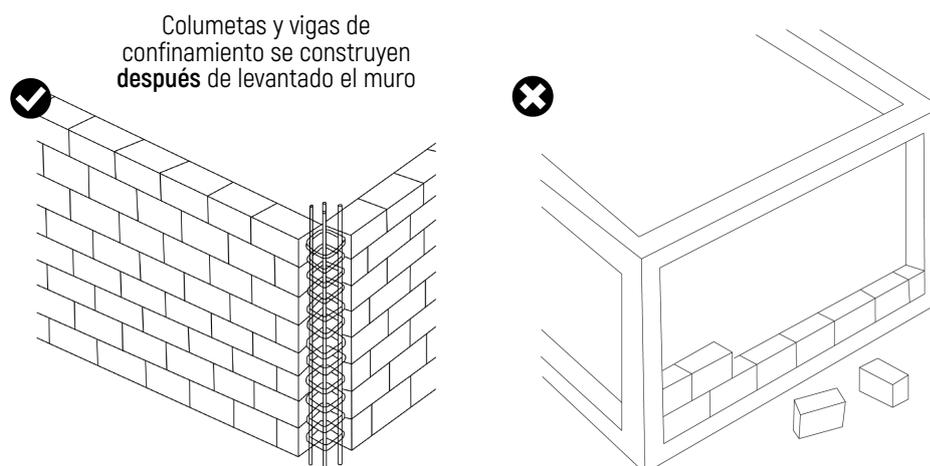
6.1 Columnetas de confinamiento

Las columnetas de confinamiento se construyen en concreto reforzado, teniendo en cuenta que su función dentro del sistema estructural es amarrar los muros restringiéndoles el movimiento en caso de sismo. El concreto debe tener una resistencia a la compresión no inferior a 17.5 MPa (2500 psi). (AIS, 2020).

Las columnetas de confinamiento se deben construir después de edificado el muro a ser confinado (Figura 41).

Figura 41

Adecuada construcción de elementos de confinamiento (AIS, 2019)



El reglamento define la ubicación y las dimensiones de las columnetas de confinamiento de la siguiente manera:

6.2 Dimensiones de las columnetas de confinamiento

Las columnetas de confinamiento deben tener una sección transversal mínima de 200 centímetros cuadrados (200 cm²). (AIS, 2020)

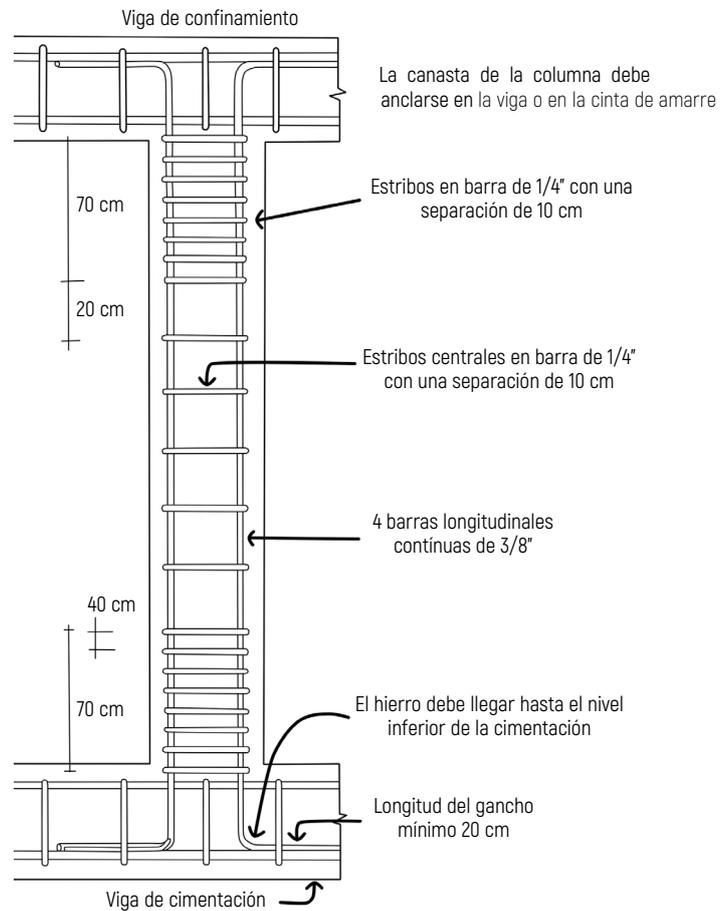
La distribución del refuerzo longitudinal y el refuerzo transversal se debe hacer así (AIS, 2020):

- Cuatro barras de acero longitudinal No. 3 (3/8") y $f_y=420$ MPa (60,000 psi) de resistencia.
- Estribos cerrados No. 2 (1/4") espaciados cada 20 centímetros y de resistencia $f_y=240$ MPa (35,000 psi). Los primeros seis estribos deben estar espaciados a 10 centímetros en las zonas cercanas a los elementos horizontales de amarre.

En la Figura 42, se muestra la distribución del acero de refuerzo para los elementos de confinamiento vertical.

Figura 42

Distribución del refuerzo en la sección de la columneta de confinamiento (AIS, 2019)



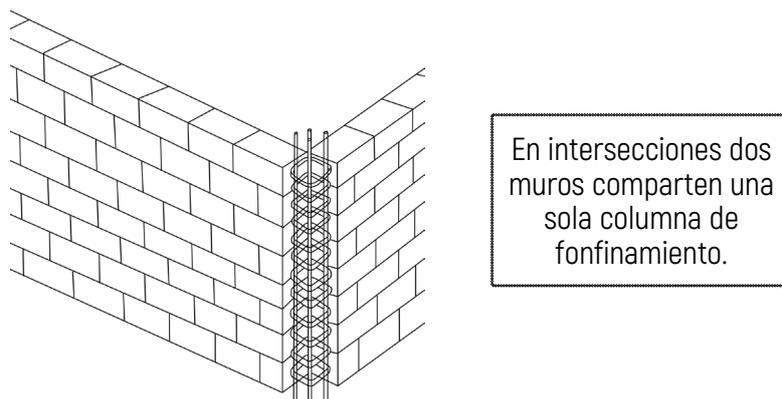
En caso de que exista un error de alineamiento del acero de refuerzo en el anclaje con la cimentación, puede corregirse doblando las barras si el desalineamiento no excede 15 cm.

El doblez debe ser leve. No se deben doblar las varillas que se encuentran embebidas en el concreto recién fraguado.

En las intersecciones entre muros, una sola columneta de confinamiento basta para ambos muros perpendiculares entre sí, como se ilustra con la Figura 43.

Figura 43

Columneta de esquina reforzada con cuatro barras de acero longitudinal No. 4 (AIS, 2019)

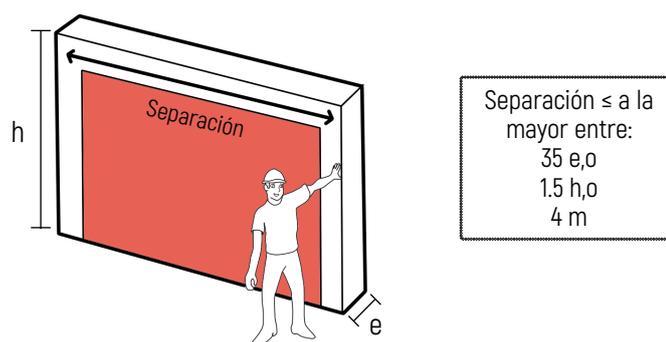


6.3 Ubicación de las columnetas de confinamiento

Las columnetas de confinamiento se colocan en los extremos de los muros estructurales, en las intersecciones con otros muros estructurales y en lugares intermedios a distancias inferiores a 35 veces el espesor del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento o cuatro metros [(AIS, 2020) (Figura 44)]

Figura 44

Ubicación de columnetas de confinamiento (AIS, 2019)



Ejemplo 7

Los muros estructurales de una vivienda de un piso, ubicada en zona de amenaza sísmica intermedia, pueden tener un espesor de 10 centímetros. La altura entre el piso y el nivel de enrase de la cubierta es de 2.5 metros. ¿Cuál es la distancia máxima entre columnetas de confinamiento?

La distancia máxima entre columnetas debe ser la menor distancia entre $3.5e$, $1.5h$ ó 4 m:

$$d1_{column} = 35 \times e = 35 \times 10 \text{ cm} = 350 \text{ cm} = 3.5 \text{ m}$$

Donde:

$d1_{column}$ = Separación entre columnetas de confinamiento en centímetros

e = Espesor del muro en centímetros

$$d2_{column} = 1.5 \times h = 1.5 \times 2.5 \text{ m} = 3.75 \text{ m}$$

Donde:

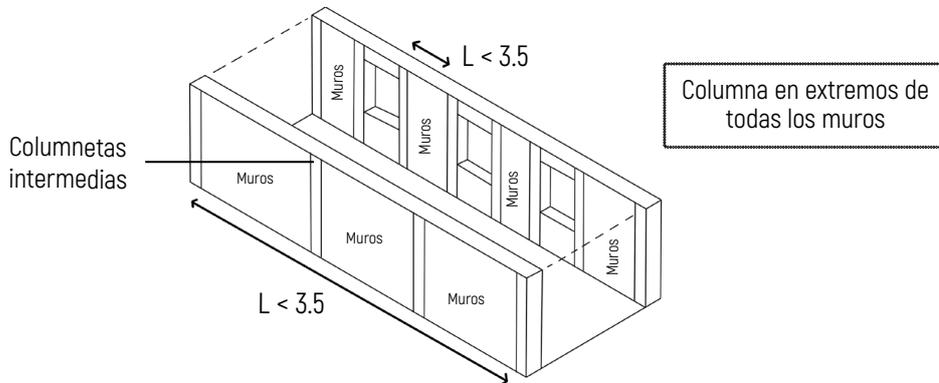
$d2_{column}$ = Separación entre columnas de confinamiento en metros

h = Distancia vertical entre vigas de confinamiento en metros

El menor valor es de 3.5 metros, que es inferior a 4 metros. Así, la vivienda tendrá muros de 10 centímetros de espesor, con columnas de confinamiento separados a una distancia de 3.5 metros. Los muros que tengan longitudes menores a 3.5 metros, tendrán solamente dos columnetas de confinamiento, una en cada extremo, y aquellos con longitudes mayores que 3.5 metros, tendrán columnetas intermedias, como se ilustra con la Figura 45, en la cual, por claridad, se omiten los muros en el otro sentido que siempre deben existir.

Figura 45

Ubicación de columnetas de confinamiento (Adaptado de [AIS, 2019])



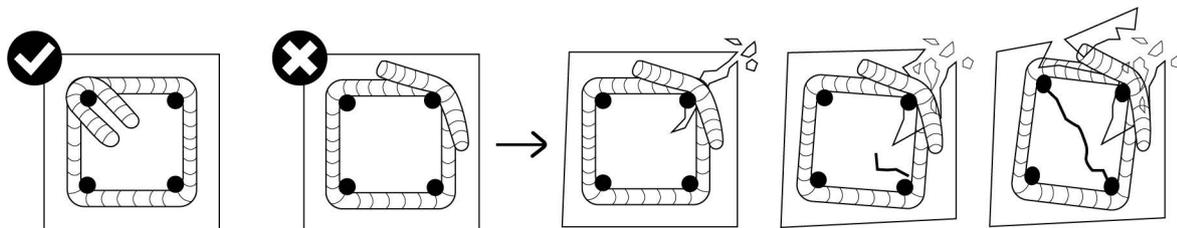
6.4 Proceso constructivo de columnetas

Las columnetas de confinamiento deben ser continuas desde la viga de cimentación hasta la viga de confinamiento del entrepiso o del nivel del techo. Su armadura debe contar con los anclajes y traslapes especificados en el Título C del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.

Los extremos de los estribos de la columneta deben doblarse adecuadamente con un ángulo de 135° para obtener un buen confinamiento. Con ángulos menores, su función de confinamiento se puede perder durante un sismo, por lo que la columneta podría perder su capacidad de carga como se ilustra con la Figura 46.

Figura 46

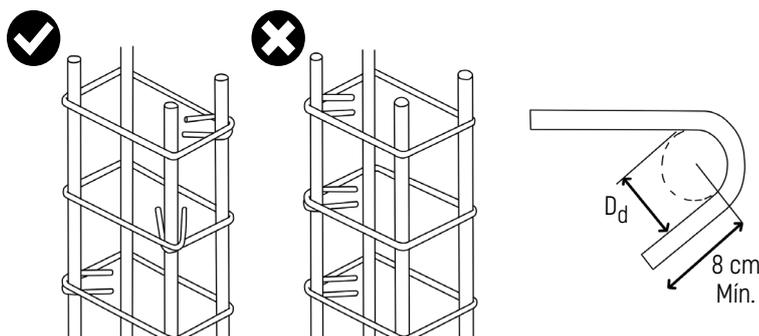
Doblez adecuado de los extremos de los estribos (AIS, 2019)



El doblado en ambos extremos de los estribos debe ser de mínimo 8 centímetros y no debe ubicarse en la misma esquina de la armadura a lo largo de la columneta, como se muestra en la Figura 47.

Figura 47

Armado correcto de la columneta de confinamiento (Adaptado de [AIS,2019])



7 CONFINAMIENTO HORIZONTAL

7.1 Diafragmas horizontales

En los niveles de cimentación, de entrepiso y de cubierta debe disponerse de diafragmas horizontales continuos mediante la conformación de anillos cerrados con las vigas de confinamiento donde haya muros, y las vigas de amarre, donde no haya muros. [(AIS, 2020) (Figura 48 y Figura 49)].

Figura 48

Diafragma estructural continuo y discontinuo

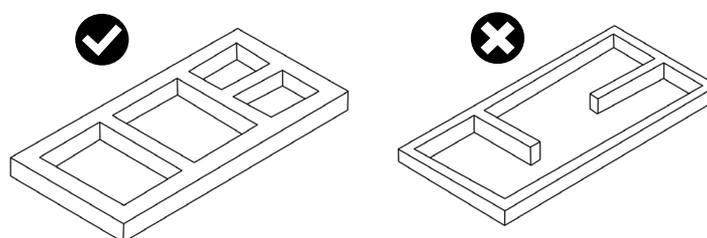
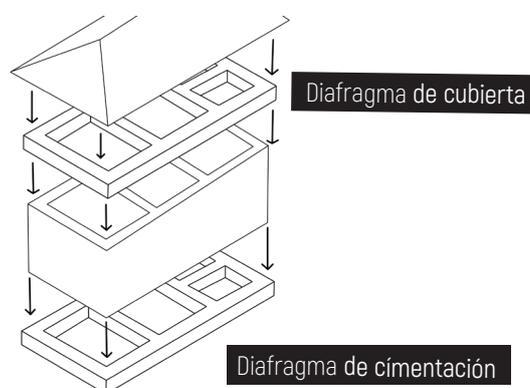


Figura 49

Diafragmas adecuados en el nivel de cimentación y de cubierta



Ejemplo 8 (Para vivienda de un piso)

Para calcular la altura máxima a la que se pueden colocar los diafragmas horizontales, vigas de confinamiento y vigas de amarre de una vivienda de un piso que se encuentra en zona de amenaza sísmica intermedia, se procede de la siguiente manera:

A un muro que tenga 10 centímetros de espesor en el primer nivel, que es el caso de una vivienda de un piso, las vigas de confinamiento o las vigas de amarre, según sea el caso, podrán ubicarse con una separación vertical máxima de 250 centímetros, como se explica a continuación:

Ecuación 3

Altura máxima de muros

$$H = 25 \times E_{\text{muro}}$$

Donde:

H = Altura máxima del muro en centímetros.

E_{muro} = Espesor del muro en centímetros.

De donde tenemos entonces que:

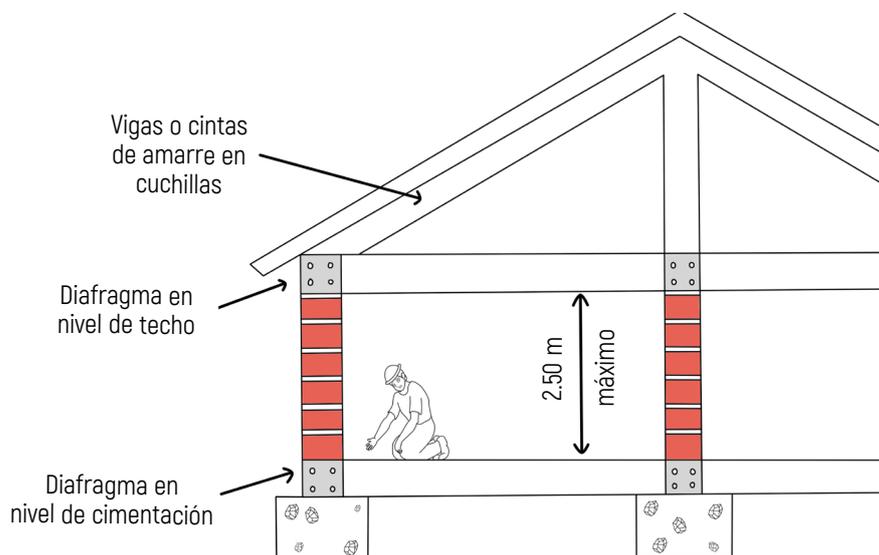
$$H = 25 \times 10$$

$$H = 250 \text{ centímetros.}$$

A continuación, se esquematiza la ubicación de diafragmas en una vivienda de un piso (Figura 50):

Figura 50

Ubicación de viga de amarre en una vivienda de un piso (AIS, 2019)



Ejemplo 9 (Para vivienda de dos pisos)

Para calcular la altura máxima a la que se pueden colocar los diafragmas horizontales, vigas de confinamiento y de amarre, de una vivienda de dos pisos que se encuentra en zona de amenaza sísmica alta, se procede de la siguiente manera:

A un muro que tenga 11 centímetros de espesor en el primer nivel y 10 centímetros de espesor en el segundo nivel, que es el caso de una vivienda de dos pisos, las vigas de confinamiento o de amarre, según sea el caso, podrán ubicarse con una separación vertical máxima de 275 centímetros en el primer nivel y de 250 centímetros en el segundo nivel, como se explica a continuación:

Utilizando la Ecuación 3, tenemos que:

$E_{\text{muro}_{n_1}}$ = Espesor del muro en el nivel 1 = 11 centímetros

$E_{\text{muro}_{n_2}}$ = Espesor del muro en el nivel 2 = 10 centímetros

Por lo tanto:

$$H1 = 25 \times Emuro_{n_1}$$

$$H1 = 25 \times 11$$

$H1 = 275$ centímetros. para el primer nivel

$$H2 = 25 \times Emuro_{n_2}$$

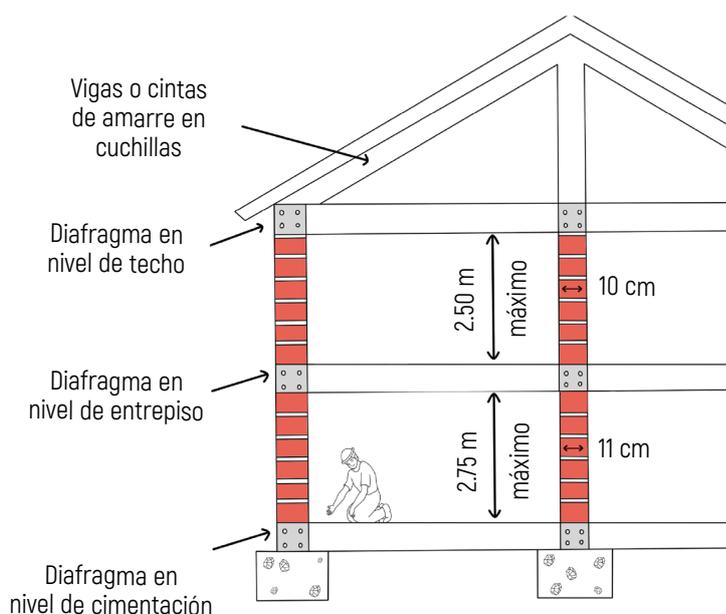
$$H2 = 25 \times 10$$

$H2 = 250$ centímetros para el segundo nivel

A continuación, se esquematiza la ubicación de los diafragmas horizontales en una vivienda de dos pisos en zona de amenaza sísmica alta (Figura 51).

Figura 51

Ubicación de viga de amarre en una vivienda de dos pisos en zona de amenaza sísmica alta (AIS, 2019)



De acuerdo con los ejemplos 8 y 9, se presenta una tabla resumen sobre el cálculo de la altura máxima del muro en viviendas de un piso y otra sobre el cálculo de la altura máxima del muro en viviendas de dos pisos por diferentes zonas de amenaza sísmica (Tablas 15 y 16), teniendo en cuenta los espesores mínimos nominales para muros estructurales en viviendas de uno y dos pisos (Tabla 11).

Tabla 15

Altura máxima del muro en viviendas de un piso

Vivienda de un piso	zona de amenaza sísmica		
	Alta	Intermedia	Baja
Espesor muro (m)	11	10	9.5
Altura máxima del muro (cm)	275	250	237.5

Tabla 16

Altura máxima de los muros en viviendas de dos pisos

Vivienda de dos pisos	zona de amenaza sísmica		
	Alta	Intermedia	Baja
Espesor muro piso 1 (m)	11	11	11
Espesor muro piso 2 (m)	10	9.5	9.5
Altura máxima del muro piso 1 (cm)	275	275	275
Altura máxima del muro piso 2 (cm)	250	237.5	237.5

7.2 Vigas de confinamiento en viviendas de uno y dos pisos

Las vigas de confinamiento se deben construir después de construido el muro de mampostería. (AIS, 2020).

Las vigas de confinamiento de entrepiso y de cubierta de una vivienda de dos pisos y las vigas de amarre de cubierta de una vivienda de un piso tendrán un espesor igual al del muro y una altura mínima como se especifica en la Tabla 17, de manera que el área de la sección transversal no sea menor que 200 cm² (AIS, 2010).

El concreto debe tener una resistencia a la compresión no inferior a 17.5 MPa (2500 psi). El refuerzo de las vigas de amarre debe anclarse en los extremos terminales con ganchos de 90°. (AIS, 2020)

Tabla 17

Valores mínimos para altura de vigas de confinamiento

Anchura nominal muro (centímetros)	Altura viga amarre (centímetros)
9.5	21.1
10	20.0
11	18.2

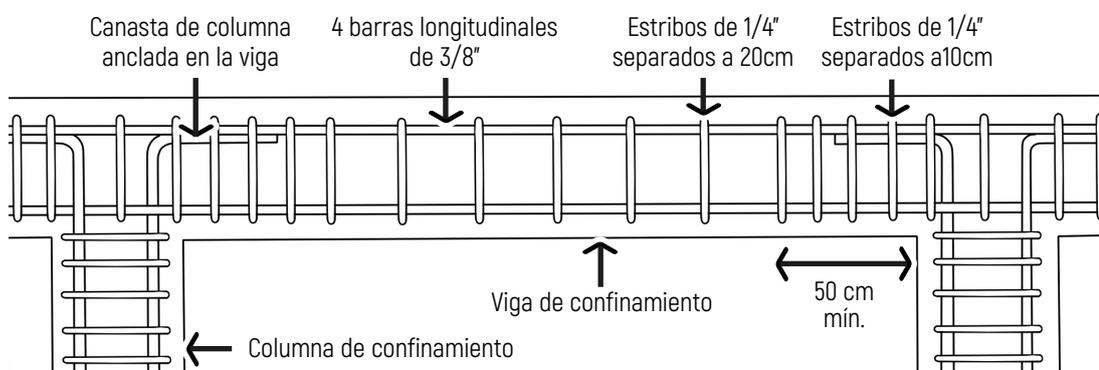
La distribución del refuerzo longitudinal y el transversal se debe hacer de la siguiente manera [(AIS, 2020) (Figura 52)]:

- Las barras longitudinales se deben disponer de manera simétrica con respecto a los ejes de la sección, mínimo en dos filas y no debe ser inferior a cuatro barras de acero longitudinal No. 3 (3/8") y $f_y=420$ MPa (60,000 psi) de resistencia, distribuidos de manera rectangular para anchos de viga superior o igual a 11 centímetros.
- Se deben utilizar estribos cerrados No. 2 (1/4") de resistencia $f_y=240$ MPa (35,000 psi), espaciados a 10 centímetros en los extremos de la viga en un tramo de 50 centímetros. Del mismo modo se deben utilizar estribos cerrados No. 2 (1/4") de resistencia $f_y=240$ MPa (35,000 psi), espaciados a 20 centímetros en el resto de la longitud de la viga de confinamiento.

En el caso que la viga de confinamiento o la viga de amarre cumpla funciones adicionales, como servicio de dintel o de apoyo para la losa, se puede requerir más refuerzo para garantizar el soporte de las cargas adicionales.(AIS, 2020)

Figura 52

Refuerzo longitudinal y transversal en vigas de confinamiento (AIS, 2019)

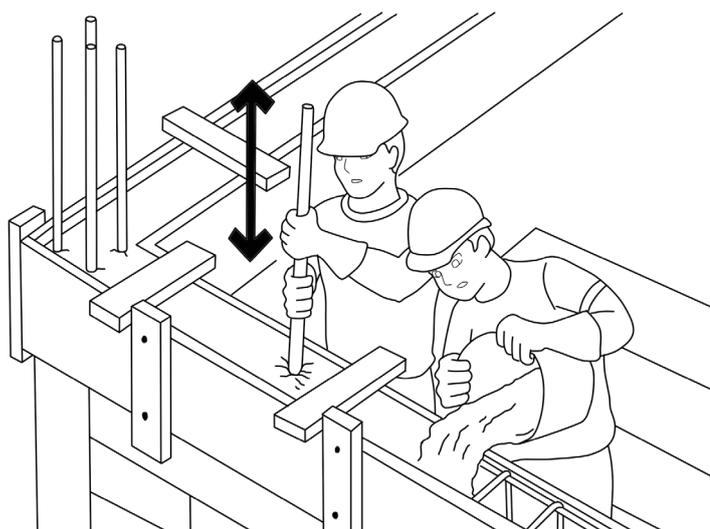


7.3 Proceso constructivo de vigas de confinamiento en viviendas de uno y dos pisos

Las vigas de confinamiento se construyen después de levantada la mampostería. Una vez vaciada la mezcla del concreto en la formaleta, se deben dar golpes a la formaleta y golpear el concreto con la barra recta y lisa de punta redondeada para garantizar su buen vibrado y compactación, como se ilustra con la Figura 53.

Figura 53

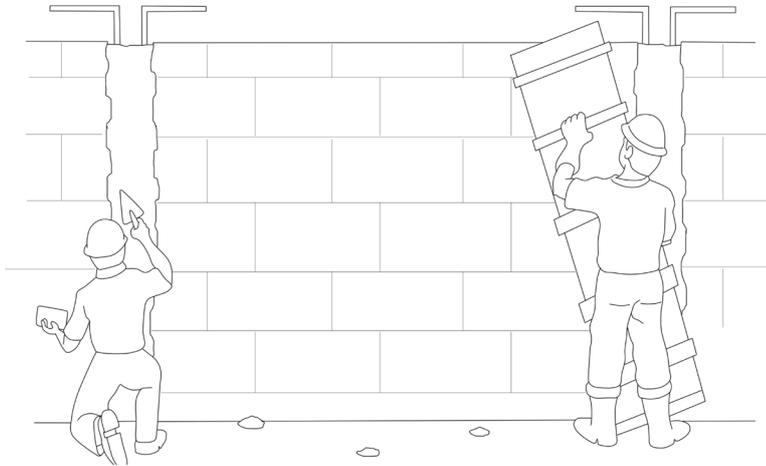
Vibrado y compactación del concreto de la viga de amarre (AIS, 2019)



Las formaletas se pueden retirar 24 horas después de que se haya vaciado el concreto. Si se encuentran espacios vacíos en la mezcla de concreto, deben ser llenados con concreto a la mayor brevedad, como se ilustra con la Figura 54.

Figura 54

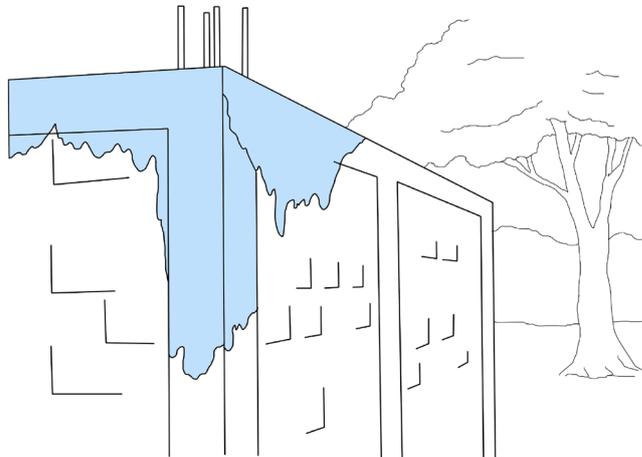
Retiro de las formaletas y relleno de vacíos (AIS, 2019)



El concreto de los elementos de confinamiento debe mantenerse continuamente húmedo y protegido del sol y el viento al menos durante los primeros siete días después de vaciado. El curado del concreto es fundamental para garantizar una buena calidad y resistencia del material a largo plazo (Figura 55).

Figura 55

Curado de los elementos de confinamiento (AIS, 2019)



7.4 Cintas de confinamiento en viviendas de uno y dos pisos

Las cintas son elementos suplementarios de confinamiento que pueden utilizarse en antepechos de ventanas, remates de culatas, como se muestra en la Figura 56 y remates de barandas. (AIS, 2020)

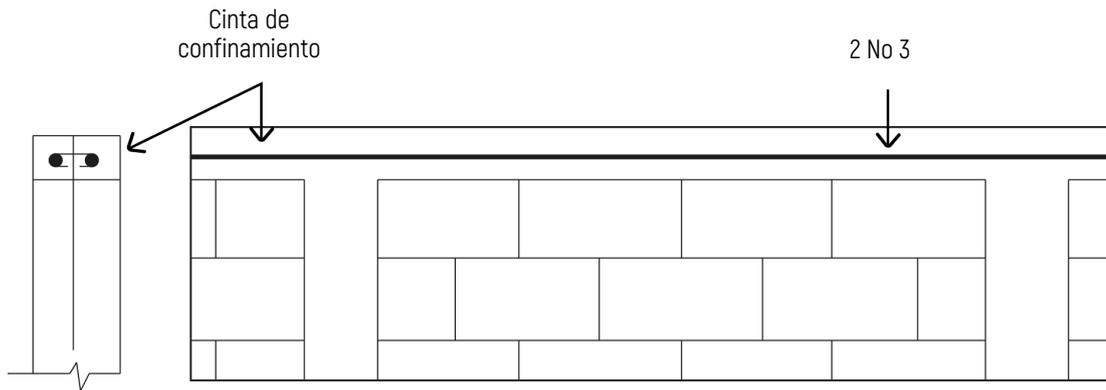
Las cintas de confinamiento pueden configurarse con cualquiera de las dos maneras descritas a continuación (AIS, 2020):

- Elemento de concreto reforzado con altura mínima de 10 centímetros y ancho igual al espesor del elemento que remata (culata, baranda, etc). Su refuerzo consiste en dos barras de acero longitudinal No. 3 (3/8") y $f_y=420$ MPa (60,000 psi) de resistencia. Se pueden ubicar los ganchos cerrados que sean necesarios para garantizar la posición adecuada de las barras longitudinales.

- Elemento tipo U en mampostería confinada. Su refuerzo es de dos barras de acero longitudinal No. 3 (3/8") y $f_y=420$ MPa (60,000 psi) de resistencia o una barra longitudinal No. 4 (1/2") y $f_y=420$ MPa (60,000 psi) de resistencia. Se debe inyectar mortero con resistencia mínima a la compresión de 7.5 MPa (1,070 psi).

Figura 56

Cinta de confinamiento (AIS, 2019)



8

LOSA DE ENTREPISO

El sistema de piso para casas de uno y dos pisos que conforma el diafragma horizontal en el nivel del entrepiso, puede configurarse con losas macizas o con losa sobre viguetas. El concreto para el sistema de piso debe tener una resistencia mínima a la compresión de 17.5 MPa (2500 psi). Las barras de refuerzo en la losa y el refuerzo longitudinal en las vigas y viguetas, deben tener una resistencia mínima de 420 MPa (60000 psi). El refuerzo transversal en vigas y viguetas (estribos y ganchos) debe tener una resistencia mínima de 240 MPa (35000 psi). (AIS, 2020).

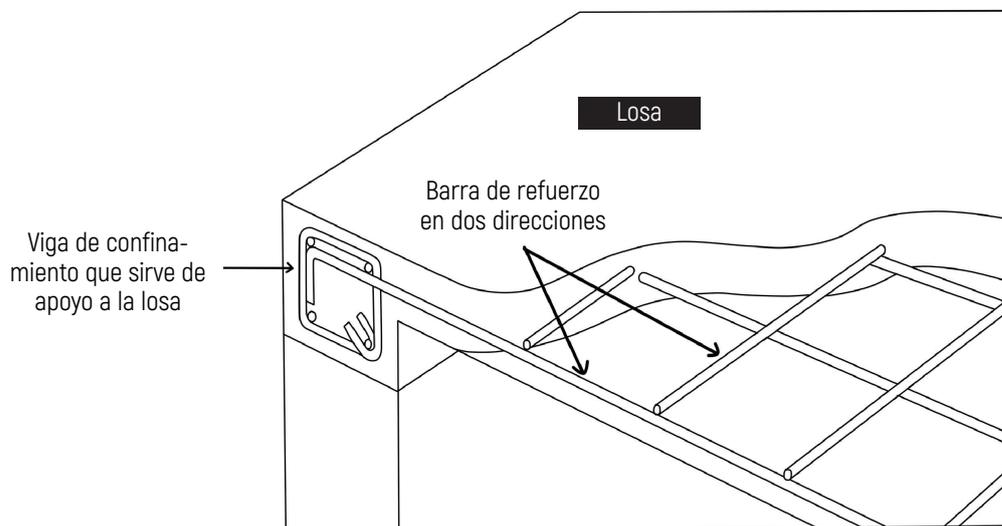
Como la tipología de las viviendas que trata este manual no debe tener distancias entre muros mayores a 4 metros, el sistema recomendado para las losas de entrepiso es el de losa maciza.

8.1 Losa Maciza

Se conforma por una sección de concreto que se refuerza longitudinalmente en sus dos direcciones (Figura 57).

Figura 57

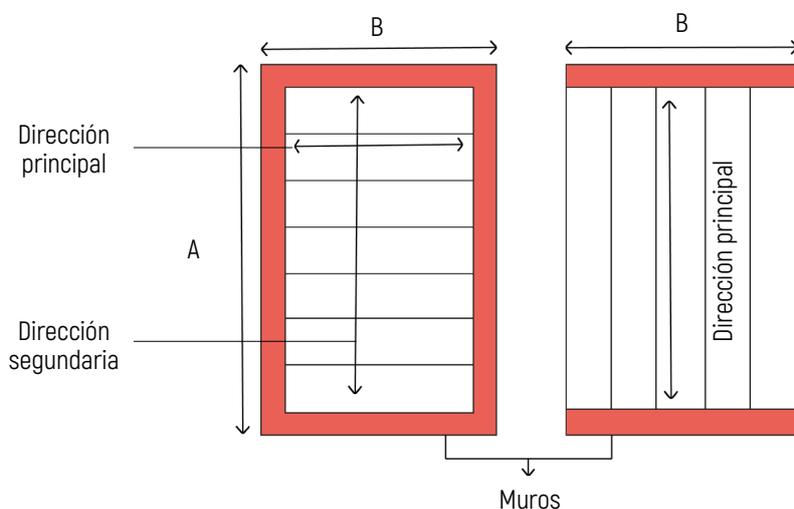
Losa maciza (AIS, 2019)



La losa se apoya como mínimo en dos muros que deben ser siempre opuestos. Para el caso en que la losa esté apoyada en sus cuatro lados, la dirección principal del refuerzo será la del lado más corto, como se muestra en la Figura 58.

Figura 58

Direcciones principal y secundaria de una losa maciza según la distribución de los muros (esquema en planta). (AIS, 2019)



En la Tabla 18 se indica el espesor que debe tener la losa maciza en función de la distancia entre apoyos en la dirección principal o luz de diseño, ilustrada en la Figura 58, así como el refuerzo mínimo de acero que debe colocarse tanto en la dirección principal como en la secundaria (AIS, 2020):

Tabla 18

Refuerzo mínimo en losas macizas (AIS, 2020)

Luz de Diseño (m)	Espesor Mínimo (mm)	Refuerzo Mínimo	
		Principal	Secundario
1.0 - 2.0	80	1Nº 4 cada 300 mm	1Nº 2 cada 200 mm
2.1 - 2.5	100	1Nº 4 cada 300 mm	1Nº 2 cada 150 mm
2.6 - 3.0	120	1Nº 4 cada 250 mm	1Nº 3 cada 250 mm
3.1 - 3.5	150	1Nº 4 cada 250 mm	1Nº 3 cada 200 mm
3.6 - 4.0	180	1Nº 4 cada 200 mm	1Nº 2 cada 150 mm, arriba y abajo

La longitud de los voladizos, cuando los haya no debe exceder un tercio de la luz interior adyacente. (AIS, 2020)

8.2 Proceso constructivo de losas macizas

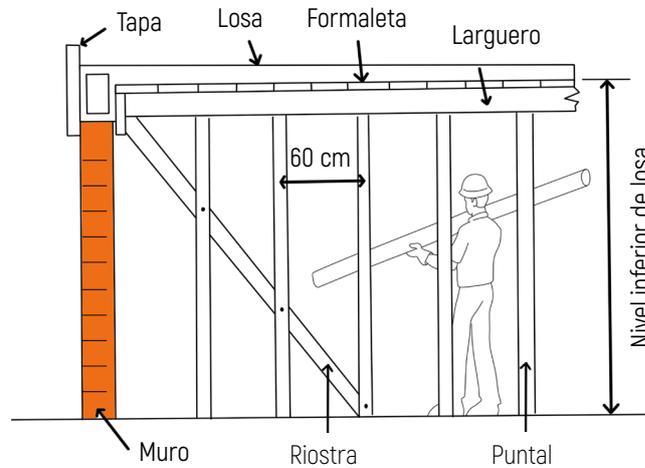
Para iniciar la construcción de una losa maciza se empieza por la fase de preparación que consiste en alistar todos los materiales, consultar sus especificaciones y nivelar el piso donde se tomen las medidas.

Posteriormente, se realiza el apuntalamiento, colocando los largueros paralelos a los muros sobre puntales cada 60 centímetros, para después nivelar los largueros y cuñar los puntales. Luego de cuñados los puntales, estos se deben sostener con diagonales para quedar arriostrados.

El siguiente procedimiento constructivo consiste en colocar ajustadamente la formaleta apoyada entre los largueros para que el concreto no se salga por los espacios, quedando nivelada (Figura 59).

Figura 59

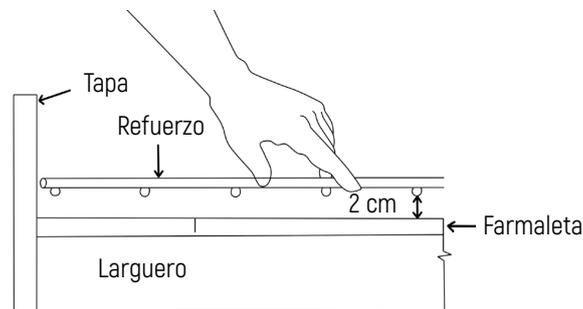
Disposición general de la formaleta para la losa de entrepiso maciza (AIS, 2019)



Luego se coloca el refuerzo calculado sobre la formaleta y se apoya de una manera adecuada para que al vaciar el concreto, todo el refuerzo quede rodeado por éste. El recubrimiento inferior debe ser de centímetros y debe garantizarse con el uso de distanciadores para que al momento del vaciado no se altere la ubicación del refuerzo (Figura 60).

Figura 60

Disposición del refuerzo de la losa antes del vaciado (AIS, 2019)



Finalmente, se debe vaciar el concreto con cuidado, evitando cualquier daño o caída de la formaleta.

8.3 Losa aligerada

Se construye cuando se requiere lograr distancias mayores a las logradas con losa maciza. Consiste en reemplazar parte de la sección de concreto por material aligerante (cajones de madera, ladrillos o bloques). [(AIS, 2020) (Figura 61 y Figura 62)]

Los cuatro elementos principales de la losa aligerada son los siguientes (AIS, 2020):

- **Torta inferior:** Se debe emplear mortero de arena y cemento, teniendo en cuenta que por cada cantidad de cemento, se deben inyectar tres de arena. El espesor debe oscilar entre dos y tres centímetros. El refuerzo es en alambrión separado cada 30 centímetros en ambas direcciones o con malla de gallinero con ojo de 2.5 centímetros.
- **Elementos aligerantes:** Se colocan en los espacios entre viguetas.
- **Placa superior:** Se funde de manera monolítica con el nivel. El espesor de la placa debe ser de cinco centímetros. El refuerzo debe estar dado por barra de acero longitudinal No. 2 (1/4") separados cada 30 centímetros en ambas direcciones.

- **Viguetas:** Son los elementos estructurales que soportan la losa. El ancho de cada vigueta debe ser como mínimo de 8 centímetros y su distancia entre ejes debe ser de 60 centímetros.

Figura 61

Losa aligerada (AIS, 2019)

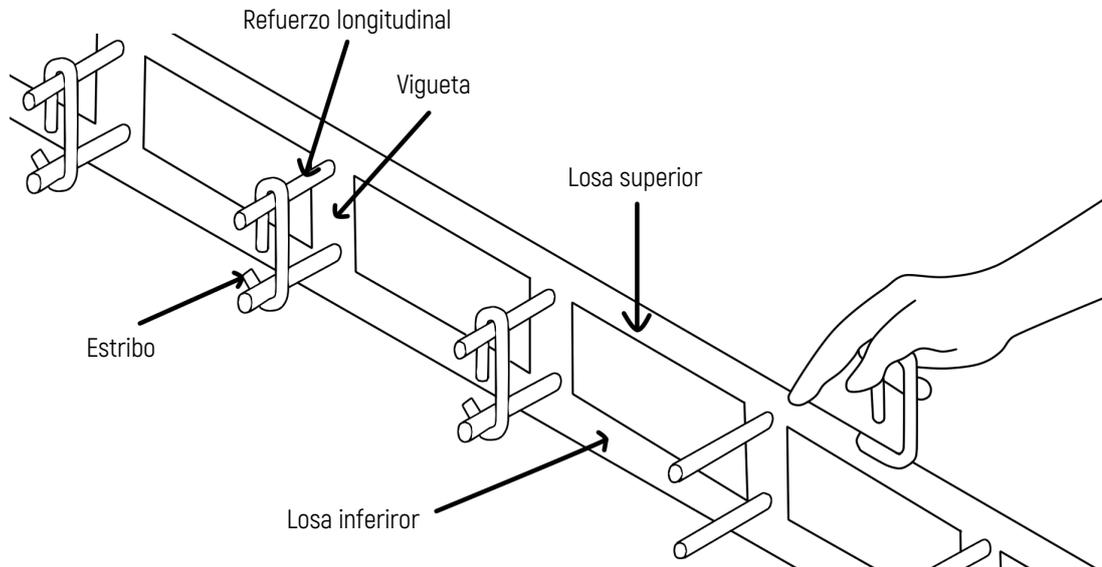
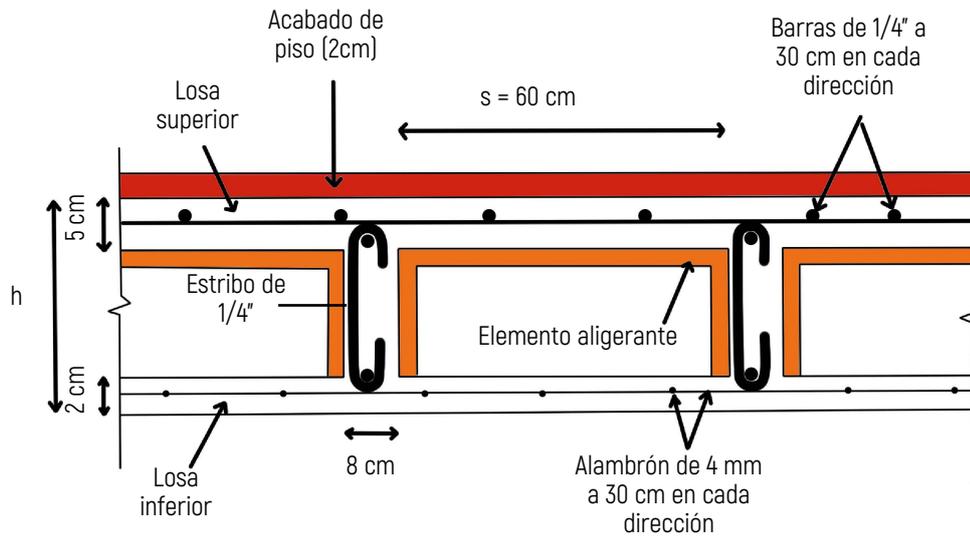


Figura 62

Sección transversal de la losa aligerada (AIS, 2019)



El refuerzo mínimo de acero que debe colocarse en las viguetas de losas aligeradas (Tabla 19), se establece de la siguiente manera (AIS, 2020):

Tabla 19

Refuerzo mínimo para viguetas de losas aligeradas (AIS, 2020)

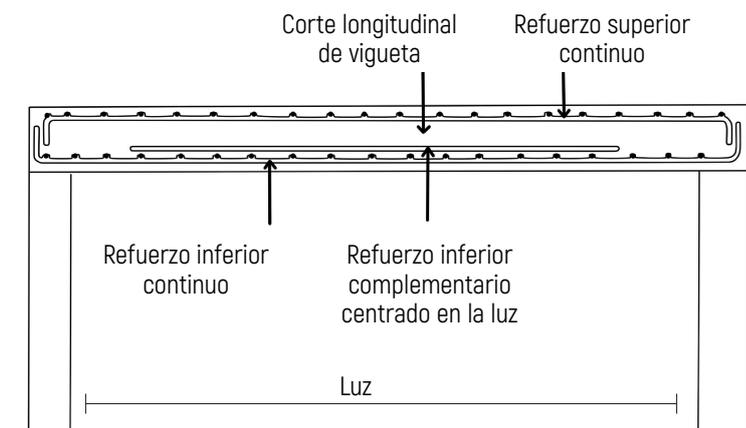
Luz (m)	Espesor total placa (mm)	Refuerzo inferior continuo	Refuerzo inferior complementario en el centro de la luz	Refuerzo superior continuo	Refuerzo superior complementario para vigas de varias luces en los apoyos internos	Estribos
1.0 - 2.5	150	1 N°4		1 N°4		N°2 cada 80mm
2.6 - 3.5	200	1 N°4		1 N°4		N°2 cada 80mm
3.6 - 4.5	280	1 N°4	1 N°3	1 N°4	1 N°3	N°2 cada 120mm
4.6 - 5.5	350	1 N°4	1 N°3	1 N°4	1 N°3	N°2 cada 150mm

Estos refuerzos solo se pueden aplicar para una carga sobre impuesta de máximo 1.6 kN/m^2 (100 kg/cm^2) y una carga viva de 1.8 kN/m^2 (180 kg/cm^2). (AIS, 2020)

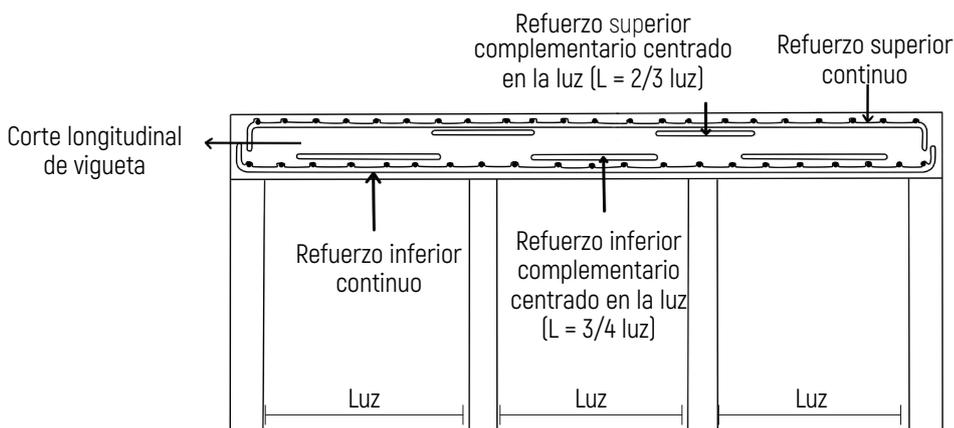
El refuerzo superior e inferior, se deben colocar de la siguiente manera (Figuras 63 y 64):

Figura 63

Detalle de la colocación del refuerzo en una losa simplemente apoyada (AIS, 2019)


Figura 64

Detalle de la colocación del refuerzo en una con dos apoyos continuos (AIS, 2019)



8.4 Losa prefabricada

Se construye en un sitio ajeno a la obra, empleando los mismos materiales que en las losas macizas o losas aligeradas. Cuando el concreto ya ha logrado una resistencia a la compresión de por lo menos 7.5 MPa a los 28 días, las losas prefabricadas se colocan sobre los muros y posteriormente se construye la viga de amarre perimetral.

Ejemplo 10

Se requiere construir una losa maciza simplemente apoyada con una luz de 3 metros.

Calcule el espesor de la losa:

De la Tabla 18, tenemos:

Para $L= 3\text{m}$, el espesor mínimo es $120\text{ mm} = 12\text{ cm}$

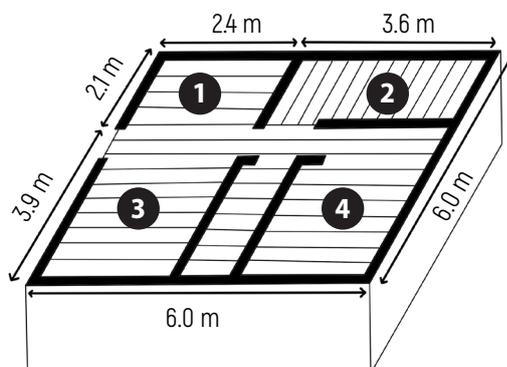
Y se debe disponer refuerzo principal, es decir en la dirección de los 3 metros de barras longitudinales No. 4 (1/2") cada 25 centímetros, y en el sentido perpendicular, barras longitudinales No. 3 (3/8") cada 25 cm.

Ejemplo 11

Se va a construir una planta en losa maciza de 6×6 metros con muros intermedios (Figura 65).

Figura 65

Losa maciza con muros intermedios (AIS, 2019)



Se divide esta planta en 4 zonas. Diseñe las zonas 1 y 2.

Zona 1

Luz = 2.4 metros

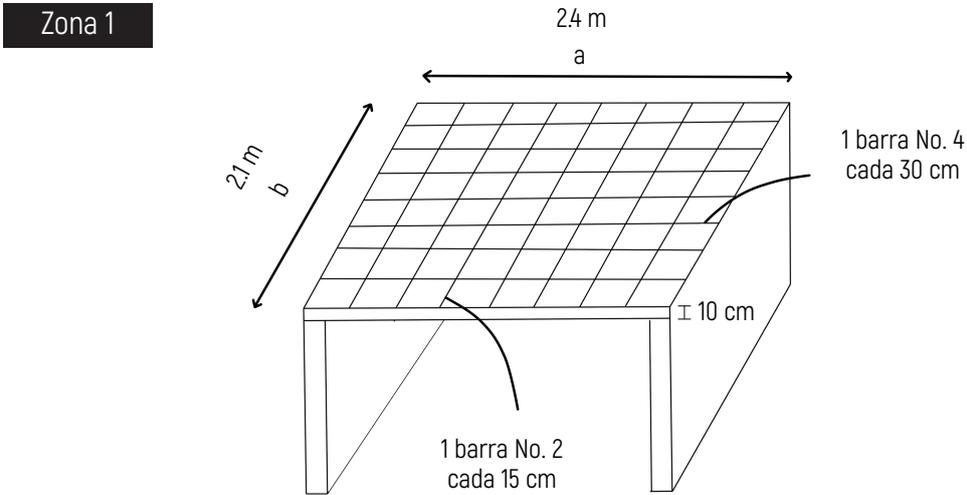
Ancho = 2.1 metros

La zona 1 (Figura 66) está apoyada en sus dos extremos, por lo tanto, la dirección principal es de 2.4 metros (Luz). Para esta luz, según la Tabla 18, el espesor es de 10 centímetros.

Para la dirección principal se debe colocar una barra de acero longitudinal No. 4 (1/2") cada 30 centímetros colocada en la dirección de los 2.4 metros. Para la dirección de los 2.1 metros es necesario colocar una barra de acero longitudinal No. 2 (1/4") cada 15 centímetros.

Figura 66

Refuerzo longitudinal para la zona 1 de la losa maciza (AIS, 2019)



Zona 2

Luz = 3.6 metros

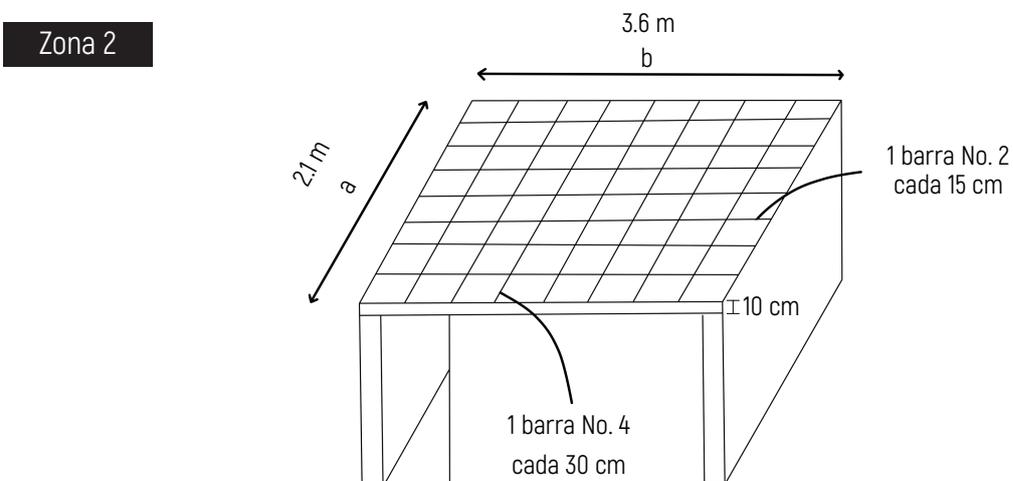
Ancho = 2.1 metros

La zona 2 (Figura 67) está apoyada en sus 4 lados, por lo tanto, la dirección principal es de 2.1 metros (ancho). Para este ancho, según la Tabla 18, el espesor es de 10 centímetros.

Para la dirección principal se debe colocar una barra de acero longitudinal No. 4 (1/2") cada 30 centímetros colocada en la dirección de los 2.1 metros. Para la dirección de los 3.6 metros, es necesario colocar una barra de acero longitudinal No. 2 (1/4") cada 15 centímetros.

Figura 67

Refuerzo longitudinal para la zona 2 de la losa maciza (AIS, 2019)



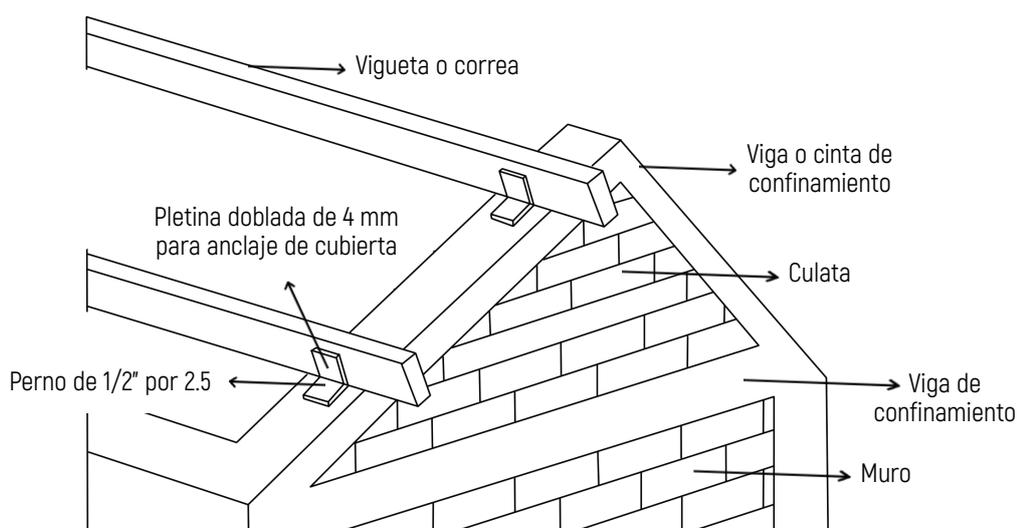
Para facilidad constructiva, se escoge el mayor espesor de losa calculado entre zonas 1 y 2, y se construye con este toda la placa de entrepiso.

9 CUBIERTAS

Los elementos portantes de la cubierta- de cualquier material-, deben conformar un conjunto estable para cargas laterales. Por consiguiente, se hace necesario emplear sistemas de anclaje en los apoyos y suficientes elementos de arriostamiento como tirantes, contravientos, riostras, entre otros, que garanticen la estabilidad del conjunto. (AIS, 2020)

Figura 68

Detalles de la cubierta (Adaptado de [AIS, 2019])



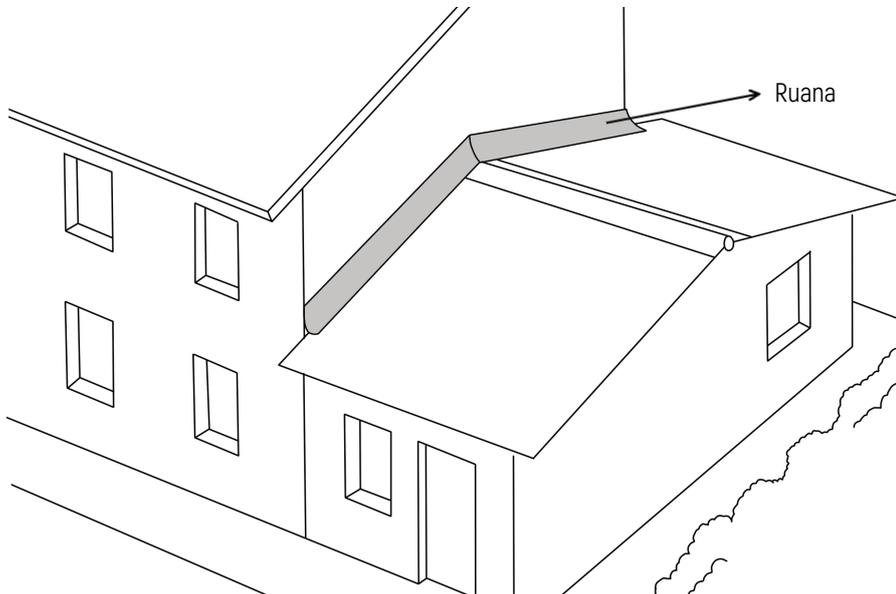
Las correas o los elementos que transmitan las cargas de cubierta a los muros estructurales de carga, deben diseñarse de tal manera que distribuyan las cargas horizontales y verticales y anclarse en la viga que sirve de amarre al muro confinado. (AIS, 2020)

La cubierta es un elemento estructural que no hace parte del sistema de resistencia sísmica, su función es proteger al edificio contra los agentes climáticos (lluvia, granizo, viento, caída de ceniza, cambios de temperatura, entre otros). Por ende, es importante considerar su buen diseño para evitar su caída y que se vean afectados los ocupantes del edificio. Las viguetas o correas de cubierta deben fijarse a través de pletinas de mínimo 4 mm de espesor, dobladas a manera de ángulos, fijadas a la viga o cinta de confinamiento de la culata con pernos de 1/2" de diámetro con una longitud mínima de 2.5", (Figura 68).

En la unión entre el techo y la pared medianera, se debe colocar una ruana (lámina de acero) que sirva como restricción al agua que rueda por la pared (Figura 69). Esta se debe fijar a la pared con el impermeabilizante y mortero de revoque.

Figura 69

Colocación de la ruana entre el techo y la pared medianera (AIS, 2019)



La inclinación (pendiente) de techo cambia de acuerdo con el material que se utilice (Tabla 20).

Tabla 20

Pendientes recomendadas de cubierta (AIS, 2019)

Tipo de cubierta	Pendiente recomendada (%)
Teja de barro	42
Fibrocemento	27
Plástica	20
Metálica	15
Losa de concreto	2

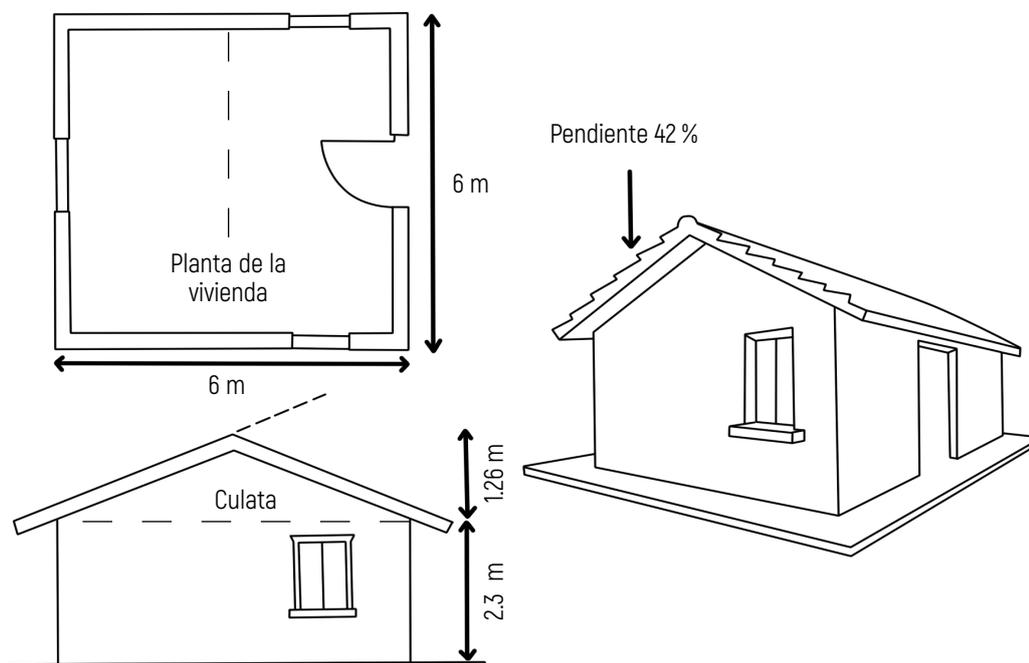
Solo se permiten cubiertas en concreto para viviendas de un piso. Las viviendas de dos pisos deben tener cubiertas livianas en madera, en metal u otro material que no permita el futuro uso de esta como un nivel adicional. (AIS, 2020)

Ejemplo 12

Una vivienda de 6.0 metros de frente y 6.0 metros de largo, tiene una cubierta en teja de barro (pendiente=42%) (Figura 70). Si la altura de la cubierta en la parte exterior (hacia donde va el agua) es de 2.3 metros, ¿Cuál es la altura de la cubierta en la parte central de la vivienda?

Figura 70

Cubierta de la vivienda (AIS, 2019)



Se debe tener en cuenta que la altura de la cubierta en la parte central de la vivienda, dista del borde de la casa a 3.0 metros.

Se debe tener en cuenta la siguiente ecuación:

Ecuación 4
Altura de la cubierta en la parte central de la vivienda

$$H_{\text{centro}} = H_{\text{exterior}} + \frac{c \times m}{100}$$

Donde:

H_{centro} = Altura de la cubierta en la parte central de la vivienda en metros

H_{exterior} = Altura de la cubierta en la parte exterior de la vivienda en metros

c = Mitad del largo de la vivienda en metros

m = Pendiente de la cubierta

De esta manera:

$$H_{\text{centro}} = H_{\text{exterior}} + \frac{c \times m}{100}$$

$$H_{\text{centro}} = 2.3 + \frac{3.0 \times 42}{100} = 3.56 \text{ metros}$$

La altura de la cubierta en la parte central de la vivienda corresponde a 3.56 metros.

10

RECOMENDACIONES SOBRE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ELÉCTRICAS

Las instalaciones hidrosanitarias deben colocarse por encima de la malla estructural de cimentación, a través del sobrecimiento o por debajo de la malla de cimentación, caso en el cual la distancia vertical entre el fondo de la malla y el borde superior de la tubería debe ser mayor de 100 milímetros.

La intersección entre los elementos de la malla de cimentación y la zanja de la instalación, se debe rellenar con un concreto pobre. En ningún caso pueden empotrarse las instalaciones hidrosanitarias en la viga de cimentación. [(AIS, 2020) (Figuras 71 y 72)]

Figura 71

Colocación de las instalaciones hidrosanitarias (AIS, 2019)

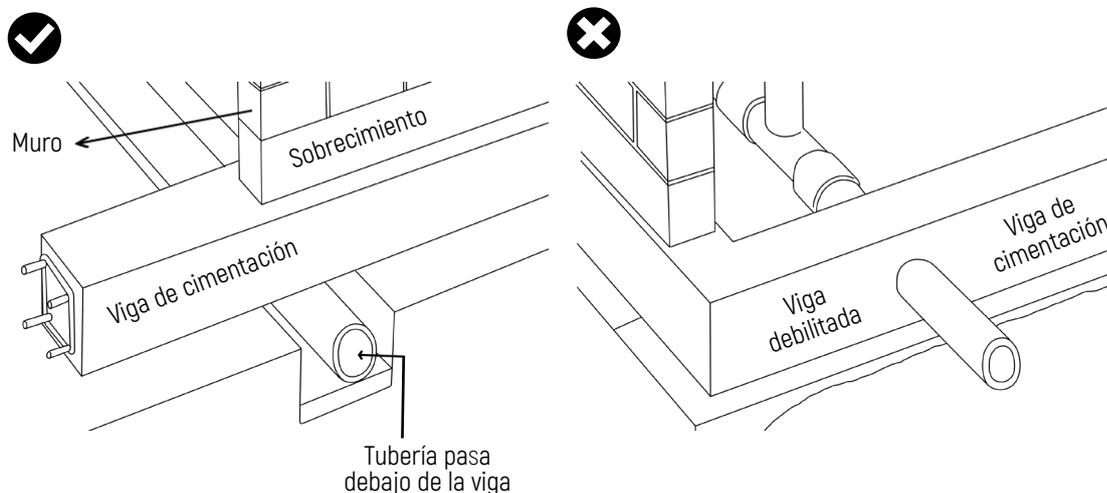
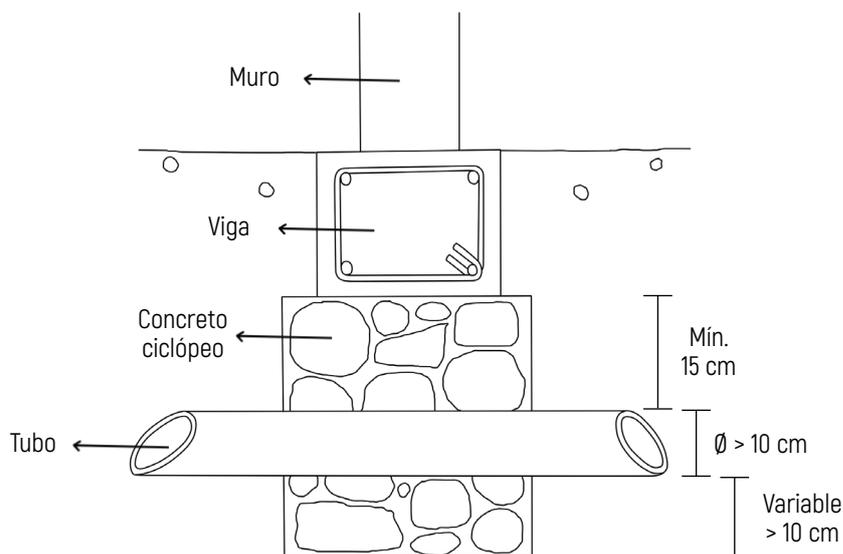


Figura 72

Colocación de las instalaciones hidrosanitarias dentro del concreto ciclópeo (AIS, 2019)



Para el manejo de aguas lluvias y aguas servidas de la vivienda, es importante tener en cuenta que estas deben llegar a la red de aguas residuales de su municipio. Sin embargo, si la vivienda se encuentra en una zona rural, es necesario diseñar el sistema de manejo de aguas residuales.

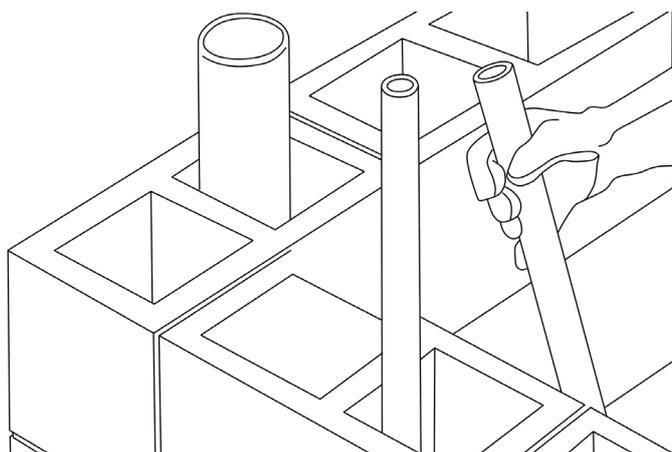
Un inadecuado manejo de aguas lluvias y aguas servidas puede generar condiciones de inestabilidad si la vivienda se encuentra en una zona de ladera.

Ante toda consulta adicional sobre las instalaciones hidrosanitarias de la vivienda, se debe consultar el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

Para proteger las instalaciones eléctricas, se deben cumplir los requisitos dados en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y en el Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050). (Figura 73)

Figura 73

Instalaciones eléctricas (AIS, 2019)



11

RECOMENDACIONES PARA PREPARAR SU VIVIENDA ANTE SISMO

En el hogar asegure todo lo que al caer pueda causar lesiones y aquello se que considere de alto valor y difícil de recuperar si se cae, también lo que pueda ser un peligro u obstáculo en una evacuación de emergencia. Electrodomésticos u objetos pesados o que caigan fácilmente, deben estar en las partes bajas de los muebles o asegurados a pared y/o muebles.

Evite poner cuadros pesados u otros elementos colgantes de peso en cabeceras y al lado de camas; asegure bibliotecas, estantes, repisas, etc.

Vidrios y ventanas: cubra las ventanas con cortinas para evitar que los vidrios lesionen a alguien si se rompen en un sismo.

Pasillos y escaleras: revise que los pasillos, escaleras y salidas estén libres de obstáculos (materas, objetos decorativos y otros), así mismo que tengan barandas y antideslizantes, estas no deben encerrarse para evitar caídas.

Instalaciones eléctricas, agua y gas: repare los daños que encuentre en tuberías, cableado, llaves de paso. Asegúrese de que las instalaciones estén en el mejor estado posible, evite tener cables expuestos y sobrecarga de tomas eléctricas.

Llaves de paso: de ser posible, garantice que las llaves de paso de gas y agua, así como los tableros eléctricos, estén accesibles para poder ser cerrados y apagados en caso de emergencias (UNGRD, 2015).

12

RECOMENDACIONES PARA PREPARAR SU VIVIENDA ANTE UN HURACÁN

Techos: Las vigas del techo deben estar ancladas a las vigas o cintas de confinamiento de acuerdo a lo indicado en esta guía. Se recomienda no usar tejas sueltas que puedan convertirse en misiles cargados por el viento huracanado.

Vidrios y ventanas: Ante anuncio de la aproximación de un huracán, cubra las puertas y las ventanas exteriores con láminas de madera clavadas a los muros para evitar que se rompan durante el huracán.

Pasillos y escaleras: Asegúrese de que los pasillos, escaleras y salidas estén libres de obstáculos (materas, objetos decorativos y otros), así mismo que tengan barandas y antideslizantes, estas no deben encerrarse para evitar caídas.

VOCABULARIO

Acero: Aleación o unión de hierro con carbono.

Aditivo: Material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto, que se añade a este antes o durante su mezclado para modificar sus propiedades.

Adyacente: Objeto que está muy unido a otro.

Agregado: Material granular empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

Alambrón: Producto de sección circular y superficie lisa que se obtiene del laminado en caliente de planchillas de acero que luego se trefilan en frío.

Aligerante: Elemento que se coloca para disminuir el peso de la losa.

Amenaza sísmica: Es el valor esperado de futuras acciones sísmicas en el sitio de interés y se cuantifica en términos de una aceleración horizontal del terreno esperada, que tiene una probabilidad de excedencia dada en un lapso de tiempo predeterminado.

Anclaje: Elemento que asegura la fijación de un elemento de construcción que está sometido a una fuerza de tracción.

Antepecho: Muro de altura inferior a la de piso que configura la parte inferior de una ventana, de un balcón.

Apuntalamiento: Refuerzo de un elemento mediante puntales.

Arco: Elemento de forma curva que cubre el espacio abierto entre dos apoyos, transmitiéndoles toda la carga.

Arriostramiento: Dos elementos estructurales en diagonal cuyo encuentro es el punto medio de un elemento estructural vertical.

Asentamiento: Medida de consistencia de concreto, referente a la fluidez de la mezcla. Es un indicativo de lo seco o fluido que está el concreto.

Barra: Varilla de acero.

Cemento hidráulico: Mezcla de materiales calcáreos, arcillosos y silíceos procesados generalmente a

altas temperaturas y mezclados con yeso. Posee características adherentes y aglutinantes.

Cercha: Conjunto de elementos estructurales unidos entre sí para resistir fuerzas axiales.

Cimbra: Estructura provisional de madera o metal con dimensión, forma y seguridad, adecuadas para la colocación del refuerzo y el concreto de un elemento estructural.

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

Columna: Elemento estructural vertical de sección rectangular o circular que soporta la estructura horizontal de un edificio.

Columneta: Es un elemento vertical reforzado que se coloca embebido en el muro.

Concreto ciclópeo: Concreto con adición de agregado de tamaños mayores al corriente.

Conector: Elemento mecánico para unir dos o más piezas, partes o miembros.

Confinamiento: Amarre estructural de muros.

Contraviento: Armazón de maderos cruzados en aspa entre dos vigas.

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

Cubierta: Estructura de cierre superior que sirve como cerramiento exterior para proteger al edificio en la parte superior.

Cuchillo: Par de una armadura de una cubierta.

Culata: Parte del muro que configura el espacio entre la cubierta y los dinteles, que remata con la pendiente de la cubierta.

Cuña: Elemento de madera o metal que se coloca de forma angular entre dos elementos.

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

Diámetro: Distancia entre puntos opuestos de una circunferencia, medida sobre una línea que pasa por el centro.

Dintel: Viga que se coloca en la parte superior de puertas y ventanas.

Disipación de energía: Capacidad de un sistema estructural o elemento estructural de responder a las solicitaciones de carga dentro del rango inelástico sin perder su resistencia.

Durabilidad: Calidad del cemento para resistir el ataque químico y abrasión que pueda producir daños en el concreto.

Elemento portante: Elemento estructural que constituye el soporte de sí mismo y de los demás elementos estructurales.

Enrase: Nivelación de una superficie.

Entrepiso: Elemento estructural que debe soportar las cargas verticales debido a su rigidez en su propio plano, que le permite trabajar como diafragma.

Espesor: Grosor de un elemento.

Esfuerzo elástico máximo: Máxima tensión que puede soportar un material.

Estribo: Varilla de acero figurada en forma de rectángulo o espiral.

Fachada: Paramento exterior de un edificio.

Formaleta: Molde que tiene la forma y dimensión del elemento estructural, en el cual se coloca el refuerzo y se llena de concreto fresco.

Fraguado: Endurecimiento y pérdida de plasticidad en el concreto.

Grauting: Concreto fluido, rico en cemento.

Hilada: Aparejo de ladrillos colocados en el muro.

Huracán: Fenómeno meteorológico con vientos fuertes, intempestuosos y violentos, con capacidad para causar destrucción. Los huracanes se clasifican en cinco categorías, con base en la velocidad del viento, entre 118 km/h para la categoría 1 y más de 250 km/h, para la categoría 5.

Junta: Interrupción temporal o permanente de la colocación del concreto.

Ladrillo: Elemento de construcción compuesto de masa de barro cocida con forma de paralelepípedo rectangular que es colocado usualmente en muros.

Losa: Estructura plana horizontal de concreto reforzado que separa un nivel de la edificación de otro o que puede servir de cubierta.

Luz: Distancia que separa dos columnas o muros. Se mide de centro a centro de los apoyos.

Magnitud de Richter: Escala logarítmica arbitraria que asigna un valor de cuantificación de la energía liberada por un sismo.

Malla de gallinero: Malla de triple torsión de forma hexagonal fabricada en acero galvanizado.

Mampostería: Superposición de rocas, ladrillos o bloques de concretos prefabricados, para la edificación de muros o paramentos.

Material pétreo: Material proveniente de la roca utilizado para la elaboración del concreto ciclópeo.

Momento: Producto vectorial de la posición de la fuerza aplicada por la fuerza aplicada.

Mortero: Mezcla plástica de materiales cementantes, agregado fino y agua, usado para unir las unidades de mampostería.

MPa: Mega Pascal. Unidad de medida de presión atmosférica.

Neotectónica: Subdisciplina de la tectónica que estudia las recientes deformaciones y movimientos en la corteza terrestre según su tiempo geológico.

Onda sísmica: Onda elástica que se propaga desde la roca hasta la superficie del terreno a través de los estratos del suelo, debido a movimientos en las placas tectónicas.

Parapeto: Muros en mampostería por encima de la cubierta.

Pega de ladrillos: Se caracteriza por buena plasticidad y consistencia que garantiza la retención de

agua mínima para la hidratación del cemento.

Pie de amigo: Elemento oblicuo que transfiere cargas desde elementos horizontales a elementos verticales.

Pórtico: Conjunto de columnas, vigas y diagonales, interconectados entre sí por medio de conexiones o nudos que pueden o no transmitir momentos flectores de un elemento a otro.

Puntal: Elemento de apoyo, vertical o inclinado, que soporta el peso del encofrado, del concreto y de las cargas de construcción sobre ellos.

Recebo: Piedra o arena extendida de relleno, colocada sobre el suelo natural, debajo del entrepiso.

Refuerzo: Componente del elemento estructural que le brinda resistencia.

Refuerzo longitudinal: Refuerzo en elemento estructural cuya función es resistir las fuerzas de compresión y tracción que el concreto por sí mismo no puede resistir.

Refuerzo transversal: Refuerzo en elemento estructural cuya función es resistir las fuerzas de corte que el concreto por sí mismo no puede resistir.

Relleno: Mezcla fluida de materiales cementantes, agua y agregados, que tienen una adecuada consistencia que les permite ser colocados sin segregarse en las celdas o cavidades de la mampostería.

Remache: Elemento de fijación para unir de forma permanente dos o más componentes.

Remate: Tabla ubicada de canto, que en una de sus caras remata vigas o viguetas.

Resistencia a la compresión simple: Característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi).

Riesgo: Determinación de las consecuencias económicas y sociales, que se expresa en dinero o número de víctimas, respectivamente, para el sitio de interés en función de su probabilidad de excedencia para un tiempo de exposición dado.

Rigidez: Resistencia de un elemento a deformarse ante fuerzas exteriores que actúan sobre él.

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

Roca de apoyo: Roca que recibe la carga transmitida por el sistema estructural.

Sismo: Vibración de la corteza terrestre que es inducida por la acción de las ondas sísmicas provenientes de un lugar o zona donde han ocurrido movimientos súbitos de la corteza terrestre.

Sistema monolítico: Grupo de estructuras fijas que funcionan entre sí.

Sobrecimiento: Viga de concreto reforzado que se coloca sobre los cimientos.

Soldadura: Proceso de unión de forma permanente de dos componentes separados, empleando el calor, la presión o la combinación de ambos para convertirlos en una nueva pieza.

Solera: Elemento de remate del muro al nivel de la cubierta y que recibe las cargas transferidas por las correas.

Subyacente: Objeto que se encuentra debajo de otro.

Tamiz: Material que se emplea como separador de las partes gruesas y finas de los agregados.

Torsión: Torcer un objeto de manera rotacional y traslacional.

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

Viga: Elemento estructural horizontal que soporta y transmite las cargas transversales a los elementos de apoyo.

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

Voladizo: Elemento estructural que sobresale del elemento que lo sostiene.

Vulnerabilidad: Cuantificación del potencial de mal comportamiento con respecto a una sollicitación.

BIBLIOGRAFÍA

- AIS (2020). *Actualización del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR*. Bogotá, D.C, Colombia: Comisión Asesora Permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes.
- AIS (2019). *Manual de Construcción, Evaluación y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas de Mampostería*. Bogotá, D.C., Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- AIS (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10*. Bogotá, D.C, Colombia Comisión Asesora Permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes.
- ARGOS (2019). *Mampostería Estructural: El qué y el cómo*. Recuperado de: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/usos-y-aplicaciones/mamposteria-estructural>
- ARGOS (2015). *Guía para la Construcción de Vivienda Tradicional de uno y dos pisos*. Recuperado de: <https://www.360enconcreto.com/DesktopModules/EasyDNNNews/DocumentDownload.aspx?portalid=3&moduleid=8315&articleid=1379&documentid=5323>
- Build Change (2015). *Manual de Evaluación y Reforzamiento Sísmico para Reducción de Vulnerabilidad en Viviendas*. Recuperado de: https://buildchange.org/app/uploads/2016/04/15-11-05-BC_Manual-de-Evaluacion-y-Reforzamiento.pdf
- ICONTEC (2014). *Norma Técnica Colombiana NTC 121*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/258379120/NTC-121-Nueva>
- ICONTEC (2007). *Norma Técnica Colombiana NTC 2289*. Recuperado de: <https://pdfslide.net/documents/ntc-2289pdf.html>
- ICONTEC (2003). *Norma Técnica Colombiana NTC 1362*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/352123900/NTC-1362-Cemento-Blanco>
- ICONTEC (2000). *Norma Técnica Colombiana NTC 4205*. Recuperado de: <http://www.cytarcillasyprefabricados.com/wp-content/uploads/2017/02/NTC-4205-Unidades-de-mamposteria-de-arcilla-ladrillos-y-bloques-ceramicos.pdf>
- ICONTEC (1998). *Norma Técnica Colombiana NTC 2050*. Recuperado de: <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf>
- ICONTEC (1982). *Norma Técnica Colombiana NTC 321*. Recuperado de: https://www.academia.edu/30427754/NTC_321_de
- Ministerio de Minas y Energía (2013). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)*. Recuperado de: <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/1179442/Anexo+General+del+RETIE+vigente+actualizado+a+2015-1.pdf/57874c58-e61e-4104-8b8c-b64dbabedb13>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia (2017). *Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS)*. Bogotá D,C, Colombia: Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. Recuperado de: <http://ww.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>
- SENA (2003). *Componentes estructurales que garantizan la sismo resistencia*. Medellín, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje
- Servicio Geológico Colombiano (2020). Sistema de Consulta de la Amenaza Sísmica de Colombia.** Recuperado de: <https://amenazasismica.sgc.gov.co/>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (2015). *Repositorio Documental. Información de preparativos ante sismo*. Recuperado de: http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/preparativos_frente_sismo_UNGRD.pdf&ved=2ahUKEwi3p7rli6bsAhUowlkKHdQKBF8QF-jAOegQIARAB&usg=AOvVaw1-9V1rOcuTOke7zcFQT0rN

ANEXOS

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

APÉNDICE A-4 VALORES DE A_a , A_v , A_e Y A_d Y DEFINICIÓN DE LA ZONA DE AMENAZA SÍSMICA DE LOS MUNICIPIOS COLOMBIANOS

Departamento de Amazonas

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Leticia	91001	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
El Encanto	91263	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
La Chorrera	91405	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
La Pedrera	91407	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
La Victoria	91430	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Miriti-Paraná	91460	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Puerto Alegría	91530	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Puerto Arica	91536	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Puerto Nariño	91540	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Puerto Santander	91669	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Tarapacá	91798	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02

Departamento de Antioquia

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Medellín	05001	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.07
Abejorral	05002	0.20	0.25	Alta	0.13	0.07
Abriaquí	05004	0.20	0.25	Alta	0.13	0.07
Alejandro	05021	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Amagá	05030	0.20	0.25	Alta	0.16	0.09
Amalfi	05031	0.15	0.20	Intermedia	0.07	0.04
Andes	05034	0.25	0.30	Alta	0.17	0.10
Angelópolis	05036	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Angostura	05038	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.04
Anorí	05040	0.15	0.20	Intermedia	0.07	0.04
Anzá	05044	0.20	0.25	Alta	0.14	0.08
Apartadó	05045	0.25	0.25	Alta	0.19	0.09
Arboletes	05051	0.10	0.20	Intermedia	0.05	0.03
Argelia	05055	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.07
Armenia	05059	0.20	0.25	Alta	0.15	0.08
Barbosa	05079	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Bello	05088	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.07
Belmira	05086	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Betania	05091	0.25	0.30	Alta	0.16	0.10
Betulia	05093	0.20	0.25	Alta	0.14	0.08
Briceño	05107	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Buritica	05113	0.20	0.25	Alta	0.12	0.07
Cañasgordas	05138	0.20	0.25	Alta	0.12	0.07
Cáceres	05120	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.03
Caicedo	05125	0.20	0.25	Alta	0.13	0.07
Caldas	05129	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Campamento	05134	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Caracolí	05142	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.06
Caramanta	05145	0.25	0.25	Alta	0.15	0.09
Carepa	05147	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Carmen De Viboral	05148	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Carolina	05150	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Caucasia	05154	0.15	0.20	Intermedia	0.04	0.02

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Chigorodó	05172	0.25	0.30	Alta	0.19	0.10
Cisneros	05190	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.04
Ciudad Bolívar	05101	0.25	0.30	Alta	0.16	0.10
Cocomá	05197	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Concepción	05206	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Concordia	05209	0.25	0.25	Alta	0.15	0.08
Copacabana	05212	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Dabeiba	05234	0.25	0.30	Alta	0.13	0.08
Don Matías	05237	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Ebéjico	05240	0.15	0.25	Alta	0.15	0.08
El Bagre	05250	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Entreríos	05264	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Envigado	05266	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.07
Fredonia	05282	0.20	0.25	Alta	0.16	0.09
Frontino	05284	0.30	0.30	Alta	0.15	0.09
Giraldo	05306	0.20	0.25	Alta	0.12	0.07
Girardota	05308	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Gómez Plata	05310	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Granada	05313	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Guadalupe	05315	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Guarne	05318	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Guatapé	05321	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Heliconia	05347	0.15	0.25	Alta	0.16	0.08
Hispania	05353	0.25	0.30	Alta	0.16	0.10
Itagüí	05360	0.15	0.20	Intermedia	0.14	0.08
Ituango	05361	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Jardín	05364	0.25	0.30	Alta	0.20	0.11
Jericó	05368	0.25	0.25	Alta	0.18	0.10
La Ceja	05376	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.07
La Estrella	05380	0.15	0.25	Alta	0.15	0.08
La Pintada	05390	0.25	0.25	Alta	0.16	0.09
La Unión	05400	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Liborina	05411	0.15	0.20	Intermedia	0.14	0.07
Maceo	05425	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Marinilla	05440	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Montebello	05467	0.20	0.25	Alta	0.14	0.08
Murindó	05475	0.35	0.35	Alta	0.25	0.13
Mutatá	05480	0.25	0.30	Alta	0.16	0.09
Nariño	05483	0.20	0.20	Intermedia	0.12	0.07
Nechí	05495	0.15	0.15	Intermedia	0.05	0.03
Necoclí	05490	0.20	0.20	Intermedia	0.15	0.07
Olaya	05501	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.07
Peñol	05541	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Peque	05543	0.20	0.25	Alta	0.11	0.06
Pueblorrico	05576	0.25	0.25	Alta	0.17	0.10
Puerto Berrío	05579	0.15	0.15	Intermedia	0.11	0.06
Puerto Nare	05585	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Puerto Triunfo	05591	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Remedios	05604	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.07
Retiro	05607	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.07
Rionegro	05615	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Sabanalarga	05628	0.20	0.20	Intermedia	0.13	0.07
Sabaneta	05631	0.15	0.20	Intermedia	0.14	0.08
Salgar	05642	0.25	0.25	Alta	0.15	0.09
San Andrés	05647	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
San Carlos	05649	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
San Francisco	05652	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.07
San Jerónimo	05656	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.08
San José de la Montaña	05658	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
San Juan de Urabá	05659	0.10	0.20	Intermedia	0.06	0.03

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

San Luis	05660	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
San Pedro	05664	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
San Pedro de Urabá	05665	0.15	0.20	Intermedia	0.06	0.04
San Rafael	05667	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
San Roque	05670	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.05
San Vicente	05674	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Santa Bárbara	05679	0.20	0.25	Alta	0.16	0.09
Santa Rosa de Osos	05686	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Santafé de Antioquia	05042	0.20	0.25	Alta	0.13	0.07
Santo Domingo	05690	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Santuario	05697	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Segovia	05736	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Sonsón	05756	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.07
Sopetrán	05761	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.08
Támesis	05789	0.25	0.25	Alta	0.16	0.09
Tarazá	05790	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Tarso	05792	0.25	0.25	Alta	0.16	0.09
Titiribí	05809	0.20	0.25	Alta	0.15	0.08
Toledo	05819	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.07
Turbo	05837	0.25	0.25	Alta	0.13	0.07
Uramita	05842	0.25	0.25	Alta	0.12	0.07
Urao	05847	0.30	0.30	Alta	0.17	0.10
Valdivia	05854	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.05
Valparaíso	05856	0.25	0.25	Alta	0.15	0.09
Vegachí	05858	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Venecia	05861	0.20	0.25	Alta	0.15	0.08
Vigía del Fuerte	05873	0.35	0.35	Alta	0.22	0.12
Yalí	05885	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Yarumal	05887	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Yolombó	05890	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Yondó	05893	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.04
Zaragoza	05895	0.15	0.20	Intermedia	0.05	0.03

Departamento de Arauca

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Arauca	81001	0.15	0.15	Intermedia	0.10	0.04
Arauquita	81065	0.20	0.15	Intermedia	0.07	0.03
Cravo Norte	81220	0.05	0.05	Baja	0.03	0.02
Fortul	81300	0.30	0.20	Alta	0.32	0.12
Puerto Rondón	81591	0.15	0.15	Intermedia	0.14	0.05
Saravena	81736	0.30	0.25	Alta	0.21	0.08
Tame	81794	0.25	0.20	Alta	0.31	0.10

Archipiélago de San Andrés

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
San Andrés	88001	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Providencia y Santa Catalina	88564	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03

Departamento de Atlántico

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Barranquilla	08001	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Baranoa	08078	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Campo de la Cruz	08137	0.10	0.10	Baja	0.08	0.03

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Candelaria	08141	0.10	0.10	Baja	0.08	0.03
Galapa	08296	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Juan de Acosta	08372	0.10	0.10	Baja	0.04	0.03
Luruaco	08421	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Malambo	08433	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
Manatí	08436	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
Palmar de Varela	08520	0.10	0.10	Baja	0.08	0.03
Piojo	08549	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Polonuevo	08558	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
Ponedera	08560	0.10	0.10	Baja	0.08	0.03
Puerto Colombia	08573	0.10	0.10	Baja	0.04	0.03
Repelón	08606	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Sabanagrande	08634	0.10	0.10	Baja	0.07	0.03
Sabanalarga	08638	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Santa Lucía	08675	0.10	0.10	Baja	0.07	0.03
Santo Tomás	08685	0.10	0.10	Baja	0.07	0.03
Soledad	08758	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
Suán	08770	0.10	0.10	Baja	0.08	0.03
Tubará	08832	0.10	0.10	Baja	0.04	0.03
Usiacurí	08849	0.10	0.10	Baja	0.04	0.03

Departamento de Bolívar

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Cartagena	13001	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Achí	13006	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Altos del Rosario	13030	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.03
Arenal	13042	0.15	0.15	Intermedia	0.05	0.04
Arjona	13052	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Arroyohondo	13062	0.10	0.10	Baja	0.07	0.04
Barranco de Loba	13074	0.15	0.15	Intermedia	0.05	0.03
Calamar	13140	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Cantagallo	13160	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Cicuco	13188	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Clemencia	13222	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Córdoba	13212	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
El Carmen de Bolívar	13244	0.10	0.15	Intermedia	0.08	0.04
El Guamo	13248	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
El Peñón	13268	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Hatillo de Loba	13300	0.15	0.10	Intermedia	0.05	0.03
Magangué	13430	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Mahates	13433	0.10	0.10	Baja	0.08	0.03
Margarita	13440	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
María la Baja	13442	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.03
Mompós	13468	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Montecristo	13458	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Morales	13473	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Pinillos	13549	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.03
Regidor	13580	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Río Viejo	13600	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
San Cristóbal	13620	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
San Estanislao	13647	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
San Fernando	13650	0.10	0.10	Baja	0.04	0.03
San Jacinto	13654	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
San Jacinto del Cauca	13655	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Juan Nepomuceno	13657	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
San Martín de Loba	13667	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.04
San Pablo	13670	0.15	0.15	Intermedia	0.36	0.04
Santa Catalina	13673	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Santa Rosa	13683	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Santa Rosa del Sur	13688	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Simití	13744	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Soplaviento	13760	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Talagüa Nuevo	13780	0.10	0.10	Baja	0.04	0.03
Tiquisio	13810	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.05
Turbaco	13836	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Turbaná	13838	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Villanueva	13873	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Zambrano	13894	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03

Departamento de Boyacá

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Tunja	15001	0.20	0.20	Intermedia	0.15	0.07
Almeida	15022	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Aquitania	15047	0.25	0.30	Alta	0.16	0.08
Arcabuco	15051	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Belén	15087	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Berbo	15090	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Beteitiva	15092	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Boavita	15097	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Boyacá	15104	0.20	0.20	Intermedia	0.14	0.06
Briceño	15106	0.15	0.15	Intermedia	0.12	0.07
Buenavista	15109	0.15	0.15	Intermedia	0.11	0.06
Busbanzá	15114	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Caldas	15131	0.15	0.15	Intermedia	0.11	0.06
Campohermoso	15135	0.30	0.25	Alta	0.16	0.08
Cerínza	15162	0.20	0.25	Alta	0.15	0.07
Chinavita	15172	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Chiquinquirá	15176	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Chíquiza	15232	0.20	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Chiscas	15180	0.25	0.30	Alta	0.16	0.08
Chita	15183	0.25	0.30	Alta	0.16	0.08
Chitaraque	15185	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Chivatá	15187	0.15	0.25	Alta	0.14	0.07
Chivor	15236	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Ciénega	15189	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Cómbita	15204	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.05
Coper	15212	0.15	0.15	Intermedia	0.11	0.06
Corrales	15215	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Covarachia	15218	0.20	0.25	Alta	0.14	0.07
Cubará	15223	0.30	0.30	Alta	0.16	0.08
Cucaita	15224	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.05
Cuitiva	15226	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Duitama	15238	0.20	0.25	Alta	0.14	0.07
El Cocuy	15244	0.25	0.30	Alta	0.22	0.08
El Espino	15248	0.25	0.30	Alta	0.16	0.08
Firavitoba	15272	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Floresta	15276	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Gachantiva	15293	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Gámeza	15296	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Garagoa	15299	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Guacamayas	15317	0.25	0.25	Alta	0.18	0.08
Guateque	15322	0.20	0.25	Alta	0.16	0.07
Guayatá	15325	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Guicán	15332	0.30	0.30	Alta	0.16	0.08
Iza	15362	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Jenesano	15367	0.20	0.25	Alta	0.15	0.07

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_u , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Jericó	15368	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
La Capilla	15380	0.20	0.25	Alta	0.16	0.07
La Uvita	15403	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
La Victoria	15401	0.15	0.15	Intermedia	0.16	0.08
Labranzagrande	15377	0.30	0.25	Alta	0.16	0.08
Macanal	15425	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Maripí	15442	0.15	0.15	Intermedia	0.13	0.07
Miraflores	15455	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Mongua	15464	0.25	0.30	Alta	0.16	0.08
Monguít	15466	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Moniquirá	15469	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Motavita	15476	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.05
Muzo	15480	0.15	0.15	Intermedia	0.15	0.08
Nobsa	15491	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Nuevo Colón	15494	0.20	0.20	Intermedia	0.13	0.06
Oicatá	15500	0.20	0.20	Intermedia	0.13	0.06
Otanche	15507	0.15	0.15	Intermedia	0.16	0.08
Pachavita	15511	0.20	0.25	Alta	0.16	0.07
Páez	15514	0.30	0.30	Alta	0.16	0.08
Paipa	15516	0.20	0.25	Alta	0.12	0.06
Pajarito	15518	0.30	0.25	Alta	0.16	0.08
Panqueba	15522	0.25	0.30	Alta	0.16	0.08
Pauna	15531	0.15	0.15	Intermedia	0.15	0.07
Paya	15533	0.35	0.25	Alta	0.16	0.08
Paz De Río	15537	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Pesca	15542	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Pisba	15550	0.30	0.25	Alta	0.16	0.08
Puerto Boyacá	15572	0.15	0.15	Intermedia	0.10	0.05
Quipama	15580	0.15	0.15	Intermedia	0.16	0.08
Ramiriquí	15599	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Ráquira	15600	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Rondón	15621	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Saboyá	15632	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Sáchica	15638	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Samacá	15646	0.20	0.20	Intermedia	0.10	0.05
San Eduardo	15660	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
San José de Pare	15664	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
San Luis de Gaceno	15667	0.35	0.30	Alta	0.16	0.07
San Mateo	15673	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
San Miguel de Sema	15676	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
San Pablo Borbur	15681	0.15	0.15	Intermedia	0.16	0.08
San Rosa Viterbo	15693	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Santa María	15690	0.30	0.25	Alta	0.16	0.08
Santa Sofía	15696	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Santana	15686	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.07
Sativanorte	15720	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Sativasur	15723	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Siachoque	15740	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Soatá	15753	0.25	0.25	Alta	0.16	0.07
Socha	15757	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Socotá	15755	0.25	0.30	Alta	0.16	0.08
Sogamoso	15759	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Somondoco	15761	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Sora	15762	0.20	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Soracá	15764	0.20	0.25	Alta	0.14	0.07
Sotaquirá	15763	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Susacón	15774	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Sutamarchán	15776	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Sutatenza	15778	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Tasco	15790	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_u , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Tenza	15798	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Tibaná	15804	0.20	0.25	Alta	0.16	0.07
Tibasosa	15806	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Tinjacá	15808	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Tipacoque	15810	0.25	0.25	Alta	0.15	0.07
Toca	15814	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Toguí	15816	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Tópaga	15820	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Tota	15822	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Tunungua	15832	0.15	0.15	Intermedia	0.13	0.07
Turmequé	15835	0.20	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Tuta	15837	0.20	0.25	Alta	0.14	0.07
Tutazá	15839	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Úmbita	15842	0.20	0.25	Alta	0.15	0.06
Ventaquemada	15861	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.05
Villa de Leyva	15407	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Viracachá	15879	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08
Zetaquirá	15897	0.20	0.25	Alta	0.16	0.08

Departamento de Caldas

Municipio	Código Municipio	A_u	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Manizales	17001	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Aguadas	17013	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Anserma	17042	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Aranzazu	17050	0.25	0.25	Alta	0.19	0.09
Belalcázar	17088	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Chinchiná	17174	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Filadelfia	17272	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
La Dorada	17380	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
La Merced	17388	0.25	0.25	Alta	0.21	0.10
Manzanares	17433	0.20	0.20	Intermedia	0.20	0.10
Marmato	17442	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Marquetalia	17444	0.20	0.20	Intermedia	0.17	0.08
Marulanda	17446	0.20	0.25	Alta	0.18	0.09
Neira	17486	0.25	0.25	Alta	0.19	0.10
Norcasia	17495	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.07
Pácora	17513	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Palestina	17524	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Pensilvania	17541	0.20	0.20	Intermedia	0.18	0.09
Riosucio	17614	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Risaralda	17616	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Salamina	17653	0.25	0.25	Alta	0.18	0.09
Samaná	17662	0.20	0.20	Intermedia	0.19	0.09
San José	17665	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Supía	17777	0.15	0.30	Alta	0.20	0.10
Victoria	17867	0.25	0.20	Alta	0.13	0.06
Villamaría	17873	0.25	0.25	Alta	0.18	0.09
Viterbo	17877	0.25	0.30	Alta	0.23	0.10

Departamento de Caquetá

Municipio	Código Municipio	A_u	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Florencia	18001	0.20	0.15	Intermedia	0.10	0.05
Albania	18029	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.04
Belén de los Andaquíes	18094	0.20	0.15	Intermedia	0.09	0.05
Cartagena del Chairá	18150	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Currillo	18205	0.15	0.20	Intermedia	0.06	0.03

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

El Doncello	18247	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.03
El Paujil	18256	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.03
La Montañita	18410	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.03
Milán	18460	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Morelia	18479	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.03
Puerto Rico	18592	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.03
San José de la Fragua	18610	0.25	0.20	Alta	0.09	0.05
San Vicente del Caguán	18753	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Solano	18756	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Solita	18785	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Valparaíso	18860	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.03

Departamento de Casanare

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Yopal	85001	0.30	0.20	Alta	0.15	0.06
Aguazul	85010	0.30	0.20	Alta	0.14	0.06
Chámeza	85015	0.30	0.30	Alta	0.16	0.08
Hato Corozal	85125	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
La Salina	85136	0.30	0.30	Alta	0.16	0.08
Maní	85139	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Monterrey	85162	0.30	0.25	Alta	0.11	0.05
Nunchía	85225	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.04
Orocué	85230	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Paz de Ariporo	85250	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Pore	85263	0.20	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Recetor	85279	0.30	0.30	Alta	0.16	0.08
Sabanalarga	85300	0.35	0.30	Alta	0.13	0.05
Sácama	85315	0.35	0.25	Alta	0.16	0.08
San Luis de Palenque	85325	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Támara	85400	0.35	0.20	Alta	0.16	0.08
Tauramena	85410	0.15	0.20	Intermedia	0.06	0.03
Trinidad	85430	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Villanueva	85440	0.20	0.20	Intermedia	0.06	0.03

Departamento del Cauca

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Popayán	19001	0.25	0.20	Alta	0.15	0.08
Almaguer	19022	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Argelia	19050	0.35	0.25	Alta	0.09	0.06
Balboa	19075	0.30	0.25	Alta	0.16	0.08
Bolívar	19100	0.25	0.25	Alta	0.15	0.07
Buenos Aires	19110	0.25	0.20	Alta	0.16	0.08
Cajibío	19130	0.25	0.20	Alta	0.15	0.08
Caldonó	19137	0.25	0.20	Alta	0.16	0.07
Caloto	19142	0.25	0.20	Alta	0.16	0.07
Corinto	19212	0.25	0.20	Alta	0.12	0.06
El Tambo	19256	0.30	0.25	Alta	0.14	0.08
Florencia	19290	0.25	0.25	Alta	0.14	0.07
Guapí	19318	0.40	0.35	Alta	0.14	0.08
Inzá	19355	0.25	0.20	Alta	0.12	0.06
Jambaló	19364	0.25	0.20	Alta	0.11	0.06
La Sierra	19392	0.25	0.20	Alta	0.16	0.08
La Vega	19397	0.25	0.20	Alta	0.16	0.07
López	19418	0.40	0.30	Alta	0.14	0.07
Mercaderes	19450	0.25	0.25	Alta	0.15	0.08
Miranda	19455	0.25	0.20	Alta	0.13	0.06

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Morales	19473	0.25	0.20	Alta	0.16	0.08
Padilla	19513	0.25	0.20	Alta	0.16	0.07
Páez	19517	0.25	0.20	Alta	0.11	0.05
Patía	19532	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Piamonte	19533	0.25	0.25	Alta	0.09	0.05
Piendamó	19548	0.25	0.20	Alta	0.16	0.08
Puerto Tejada	19573	0.25	0.20	Alta	0.13	0.08
Puracé	19585	0.25	0.20	Alta	0.12	0.06
Rosas	19622	0.25	0.20	Alta	0.16	0.08
San Sebastián	19693	0.25	0.25	Alta	0.15	0.07
Santa Rosa	19701	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Santander de Quilichao	19698	0.25	0.20	Alta	0.14	0.08
Silvia	19743	0.25	0.20	Alta	0.10	0.05
Sotará	19760	0.25	0.20	Alta	0.13	0.07
Suárez	19780	0.25	0.20	Alta	0.16	0.08
Sucre	19785	0.25	0.25	Alta	0.14	0.08
Timbío	19807	0.25	0.20	Alta	0.16	0.08
Timbiquí	19809	0.40	0.30	Alta	0.14	0.08
Toribío	19821	0.25	0.20	Alta	0.09	0.05
Totoró	19824	0.25	0.20	Alta	0.10	0.05
Villa Rica	19845	0.25	0.20	Alta	0.14	0.08

Departamento del Cesar

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Valledupar	20001	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Aguachica	20011	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Agustín Codazzi	20013	0.10	0.10	Baja	0.07	0.04
Astréa	20032	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Becerril	20045	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Bosconia	20060	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Chimichagua	20175	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Chiriguaná	20178	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Curumaní	20228	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
El Copey	20238	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
El Paso	20250	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Gamarra	20295	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
González	20310	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
La Gloria	20383	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
La Jagua de Ibirico	20400	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
La Paz	20621	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
Manauare	20443	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Pailitas	20517	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
Pelaya	20550	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Pueblo Bello	20570	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Río de Oro	20614	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Alberto	20710	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Diego	20750	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
San Martín	20770	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Tamalameque	20787	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04

Departamento del Chocó

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Quibdó	27001	0.35	0.35	Alta	0.25	0.13
Acandí	27006	0.25	0.25	Alta	0.09	0.04
Alto Baudó	27025	0.40	0.40	Alta	0.24	0.10
Atrato	27050	0.35	0.35	Alta	0.24	0.10

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Bagadó	27073	0.35	0.30	Alta	0.24	0.10
Bahía Solano	27075	0.45	0.40	Alta	0.24	0.10
Bajo Baudó	27077	0.45	0.40	Alta	0.24	0.10
Belén de Bajirá	27086	0.25	0.30	Alta	0.24	0.10
Bojayá	27099	0.40	0.40	Alta	0.24	0.10
Cantón de San Pablo	27135	0.40	0.40	Alta	0.24	0.10
Carmen del Darién	27150	0.35	0.35	Alta	0.24	0.10
Certeguí	27160	0.35	0.35	Alta	0.24	0.10
Condoto	27205	0.35	0.35	Alta	0.24	0.10
El Carmen de Atrato	27245	0.30	0.30	Alta	0.24	0.10
El Litoral del San Juan	27250	0.40	0.40	Alta	0.20	0.10
Itsmína	27361	0.40	0.40	Alta	0.23	0.10
Juradó	27372	0.40	0.40	Alta	0.24	0.10
Lloró	27413	0.25	0.35	Alta	0.24	0.10
Medio Atrato	27425	0.35	0.35	Alta	0.24	0.10
Medio Baudó	27430	0.45	0.40	Alta	0.24	0.10
Medio San Juan	27450	0.40	0.40	Alta	0.24	0.10
Nóvita	27491	0.40	0.35	Alta	0.24	0.10
Nuquí	27495	0.45	0.40	Alta	0.24	0.10
Río Iro	27580	0.35	0.35	Alta	0.24	0.10
Río Quito	27600	0.40	0.40	Alta	0.24	0.10
Riosucio	27615	0.35	0.35	Alta	0.24	0.10
San José del Palmar	27660	0.35	0.30	Alta	0.24	0.10
Sipí	27745	0.35	0.35	Alta	0.24	0.10
Tadó	27787	0.35	0.35	Alta	0.24	0.10
Unguía	27800	0.25	0.25	Alta	0.15	0.07
Unión Panamericana	27810	0.40	0.40	Alta	0.24	0.10

Departamento de Córdoba

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Montería	23001	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Ayapel	23068	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Buenavista	23079	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Canalete	23090	0.10	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Cereté	23162	0.10	0.15	Intermedia	0.06	0.04
Chimá	23168	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Chinú	23182	0.10	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Ciénaga de Oro	23189	0.10	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Cotorra	23300	0.10	0.15	Intermedia	0.06	0.03
La Apartada	23350	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Lorica	23417	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.03
Los Córdoba	23419	0.10	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Mofitos	23500	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.03
Momil	23464	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.03
Montelíbano	23466	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Planeta Rica	23555	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Pueblo Nuevo	23570	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.05
Puerto Escondido	23574	0.10	0.20	Intermedia	0.06	0.04
Puerto Libertador	23580	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Purísima	23586	0.10	0.15	Intermedia	0.06	0.03
Sahagún	23660	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Andrés de Sotavento	23670	0.10	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Antero	23672	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.03
San Bernardo del Viento	23675	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.03
San Carlos	23678	0.10	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Pelayo	23686	0.10	0.15	Intermedia	0.06	0.03
Tierralta	23807	0.20	0.20	Intermedia	0.08	0.04
Valencia	23855	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.04

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Departamento de Cundinamarca

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Bogotá D. C.	11001	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.06
Agua de Dios	25001	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Albán	25019	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Anapóima	25035	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.06
Anolaima	25040	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Apulo	25599	0.20	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Arbeláez	25053	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Beltrán	25086	0.20	0.20	Intermedia	0.13	0.06
Bituima	25095	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Bojacá	25099	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Cabrera	25120	0.25	0.25	Alta	0.12	0.06
Cachipay	25123	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.06
Cajicá	25126	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Caparrapí	25148	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.06
Cáqueza	25151	0.25	0.25	Alta	0.15	0.06
Carmen de Carupa	25154	0.15	0.15	Intermedia	0.09	0.05
Chaguani	25168	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Chía	25175	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Chipaque	25178	0.20	0.25	Alta	0.11	0.05
Choachí	25181	0.20	0.25	Alta	0.12	0.06
Chocontá	25183	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Cogua	25200	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Cota	25214	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Cucunubá	25224	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
El Colegio	25245	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
El Peñón	25258	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.06
El Rosal	25260	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Facatativá	25269	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Fómeque	25279	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Fosca	25281	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Funza	25286	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Fúquene	25288	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Fusagasugá	25290	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Gachalá	25293	0.30	0.25	Alta	0.26	0.06
Gachancipá	25295	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Gachetá	25297	0.20	0.25	Alta	0.15	0.06
Gama	25299	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Girardot	25307	0.20	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Granada	25312	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Guachetá	25317	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Guaduas	25320	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.06
Guasca	25322	0.15	0.25	Alta	0.11	0.05
Guataquí	25324	0.20	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Guatavita	25326	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.05
Guayabal de Síquima	25328	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Guayabetal	25335	0.30	0.25	Alta	0.16	0.06
Gutiérrez	25339	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Jerusalén	25368	0.20	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Junín	25372	0.20	0.25	Alta	0.16	0.06
La Calera	25377	0.15	0.25	Alta	0.11	0.05
La Mesa	25386	0.15	0.20	Intermedia	0.14	0.06
La Palma	25394	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
La Peña	25398	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
La Vega	25402	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Lenguazaque	25407	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_u , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Machetá	25426	0.20	0.25	Alta	0.13	0.06
Madrid	25430	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Manta	25436	0.20	0.25	Alta	0.15	0.06
Medina	25438	0.35	0.25	Alta	0.16	0.06
Mosquera	25473	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Nariño	25483	0.20	0.20	Intermedia	0.13	0.06
Nemocón	25486	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Nilo	25488	0.20	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Nimáima	25489	0.15	0.20	Intermedia	0.14	0.06
Nocáima	25491	0.15	0.20	Intermedia	0.14	0.06
Pacho	25513	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Paime	25518	0.15	0.15	Intermedia	0.12	0.06
Pandi	25524	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Paratebueno	25530	0.30	0.25	Alta	0.09	0.04
Pasca	25535	0.20	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Puerto Salgar	25572	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Pulí	25580	0.20	0.20	Intermedia	0.14	0.06
Quebradanegra	25592	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Quetame	25594	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Quipile	25596	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.08
Ricaurte	25612	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.06
San Antonio de Tequendama	25645	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
San Bernardo	25649	0.25	0.20	Alta	0.10	0.05
San Cayetano	25653	0.15	0.15	Intermedia	0.10	0.06
San Francisco	25658	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
San Juan de Rioseco	25662	0.20	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Sasaima	25718	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Sesquilé	25736	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Sibaté	25740	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Silvania	25743	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Simijaca	25745	0.15	0.15	Intermedia	0.09	0.05
Soacha	25754	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Sopó	25758	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Subachoque	25769	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Suesca	25772	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Supatá	25777	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Susa	25779	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Sutatausa	25781	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Tábio	25785	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Tausa	25793	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Tena	25797	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Tenjo	25799	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Tibacuy	25805	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Tibiritá	25807	0.20	0.25	Alta	0.15	0.06
Tocaima	25815	0.20	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Tocancipá	25817	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Topaipí	25823	0.15	0.15	Intermedia	0.15	0.06
Ubalá	25839	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Ubaque	25841	0.20	0.25	Alta	0.12	0.06
Ubaté	25843	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Une	25845	0.20	0.25	Alta	0.13	0.06
Útica	25851	0.15	0.20	Intermedia	0.18	0.06
Venecia	25506	0.25	0.20	Alta	0.10	0.05
Vergara	25862	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Vianí	25867	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Villagómez	25871	0.15	0.15	Intermedia	0.11	0.06
Villapinzón	25873	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.05
Villeta	25875	0.15	0.20	Intermedia	0.17	0.06
Viotá	25878	0.20	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Yacopí	25885	0.15	0.15	Intermedia	0.15	0.06

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Zipacón	25898	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.06
Zipaquirá	25899	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05

Distrito Capital

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Bogotá D. C.	11001	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.06

Departamento del Guainía

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Puerto Inírida	94001	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Barranco Mina	94343	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Cacahual	94886	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
La Guadalupe	94885	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Mapiripaná	94663	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Morichal	94888	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Pana Pana	94887	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Puerto Colombia	94884	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
San Felipe	94883	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02

Departamento de la Guajira

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Riohacha	44001	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Albania	44035	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Barrancas	44078	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
Dibulla	44090	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
Distracción	44098	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
El Molino	44110	0.10	0.10	Baja	0.06	0.04
Fonseca	44279	0.15	0.10	Intermedia	0.07	0.04
Hatonuevo	44378	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
La Jagua del Pilar	44420	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Maicao	44430	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Manaure	44560	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.04
San Juan del Cesar	44650	0.15	0.10	Intermedia	0.05	0.03
Uribía	44847	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Urumita	44855	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
Villanueva	44874	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03

Departamento del Guaviare

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
San José Del Guaviare	95001	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Calamar	95015	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
El Retorno	95025	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Miraflores	95200	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02

Departamento del Huila

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Neiva	41001	0.25	0.25	Alta	0.20	0.08
Acevedo	41006	0.30	0.15	Alta	0.17	0.06
Agrado	41013	0.30	0.15	Alta	0.26	0.08

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Aipe	41016	0.25	0.25	Alta	0.14	0.05
Algeciras	41020	0.30	0.20	Alta	0.20	0.08
Altamira	41026	0.30	0.15	Alta	0.20	0.08
Baraya	41078	0.30	0.25	Alta	0.19	0.08
Campoalegre	41132	0.30	0.20	Alta	0.20	0.08
Colombia	41206	0.30	0.25	Alta	0.19	0.08
Elías	41244	0.30	0.15	Alta	0.20	0.08
Garzón	41298	0.30	0.15	Alta	0.20	0.07
Gigante	41306	0.30	0.15	Alta	0.20	0.08
Guadalupe	41319	0.30	0.15	Alta	0.16	0.06
Hobo	41349	0.30	0.20	Alta	0.20	0.08
Iquira	41357	0.25	0.20	Alta	0.16	0.06
Isnos	41359	0.25	0.20	Alta	0.19	0.07
La Argentina	41378	0.25	0.15	Alta	0.19	0.07
La Plata	41396	0.25	0.15	Alta	0.19	0.07
Nátaga	41483	0.25	0.20	Alta	0.19	0.07
Oporapa	41503	0.30	0.15	Alta	0.20	0.08
Paicol	41518	0.25	0.20	Alta	0.20	0.08
Palermo	41524	0.25	0.25	Alta	0.18	0.07
Palestina	41530	0.30	0.20	Alta	0.20	0.08
Pital	41548	0.30	0.15	Alta	0.20	0.08
Pitalito	41551	0.30	0.15	Alta	0.20	0.08
Rivera	41615	0.30	0.20	Alta	0.20	0.08
Saladoblanco	41660	0.25	0.20	Alta	0.20	0.07
San Agustín	41668	0.25	0.20	Alta	0.19	0.08
Santa María	41676	0.25	0.20	Alta	0.14	0.05
Suazá	41770	0.30	0.15	Alta	0.16	0.06
Tarquí	41791	0.30	0.15	Alta	0.20	0.08
Tello	41799	0.30	0.25	Alta	0.19	0.08
Teruel	41801	0.25	0.20	Alta	0.19	0.07
Tesalia	41797	0.25	0.20	Alta	0.19	0.07
Timaná	41807	0.30	0.15	Alta	0.20	0.08
Villavieja	41872	0.25	0.25	Alta	0.19	0.07
Yaguará	41885	0.25	0.20	Alta	0.19	0.08

Departamento del Magdalena

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Santa Marta	47001	0.15	0.10	Intermedia	0.10	0.04
Algarrobo	47030	0.10	0.10	Baja	0.05	0.02
Aracataca	47053	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Ariguani	47058	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Cerro San Antonio	47161	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Chivolo	47170	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Ciénaga	47189	0.10	0.10	Baja	0.06	0.02
Concordia	47205	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
El Banco	47245	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
El Piñon	47258	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
El Reten	47268	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Fundación	47288	0.10	0.10	Baja	0.05	0.02
Guamal	47318	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Nueva Granada	47460	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Pedraza	47541	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Pijino del Carmen	47545	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Pivijay	47551	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Plato	47555	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Puebloviejo	47570	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Remolino	47605	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Sabanas de San Ángel	47660	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Salamina	47675	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
San Sebastián de Buenavista	47692	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
San Zenón	47703	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Santa Ana	47707	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Santa Bárbara de Pinto	47720	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Sitionuevo	47745	0.10	0.10	Baja	0.05	0.02
Tenerife	47798	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Zapayán	47960	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Zona Bananera	47980	0.10	0.10	Baja	0.08	0.02

Departamento del Meta

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Villavicencio	50001	0.35	0.30	Alta	0.20	0.07
Acacias	50006	0.30	0.30	Alta	0.17	0.06
Barranca de Upía	50110	0.25	0.25	Alta	0.08	0.04
Cabuyaro	50124	0.20	0.20	Intermedia	0.06	0.03
Castilla la Nueva	50150	0.20	0.25	Alta	0.07	0.03
Cumaral	50226	0.25	0.25	Alta	0.09	0.04
El Calvario	50245	0.30	0.25	Alta	0.26	0.08
El Castillo	50251	0.25	0.25	Alta	0.11	0.04
El Dorado	50270	0.25	0.25	Alta	0.11	0.05
Fuente de Oro	50287	0.15	0.20	Intermedia	0.05	0.02
Granada	50313	0.20	0.25	Alta	0.07	0.03
Guamal	50318	0.35	0.25	Alta	0.28	0.08
La Macarena	50350	0.05	0.10	Baja	0.03	0.02
La Uribe	50370	0.25	0.25	Alta	0.10	0.04
Lejanías	50400	0.30	0.25	Alta	0.19	0.08
Mapiripán	50325	0.05	0.05	Baja	0.02	0.02
Mesetas	50330	0.20	0.25	Alta	0.07	0.03
Puerto Concordia	50450	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Puerto Gaitán	50568	0.05	0.10	Baja	0.04	0.02
Puerto Lleras	50577	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Puerto López	50573	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Puerto Rico	50590	0.05	0.10	Baja	0.04	0.02
Restrepo	50606	0.30	0.30	Alta	0.13	0.05
San Carlos Guaroa	50680	0.15	0.20	Intermedia	0.05	0.03
San Juan de Arama	50683	0.15	0.20	Intermedia	0.06	0.03
San Juanito	50686	0.30	0.25	Alta	0.20	0.08
San Luis de Cubarral	50223	0.35	0.25	Alta	0.20	0.08
San Martín	50689	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Vista Hermosa	50711	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02

Departamento de Nariño

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Pasto	52001	0.25	0.25	Alta	0.15	0.08
Albán	52019	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Aldana	52022	0.25	0.25	Alta	0.14	0.08
Ancuyá	52036	0.25	0.25	Alta	0.15	0.08
Arboleda	52051	0.25	0.25	Alta	0.15	0.08
Barbacoas	52079	0.35	0.35	Alta	0.16	0.08
Belén	52083	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Buesaco	52110	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Chachagui	52240	0.25	0.25	Alta	0.11	0.07
Colón	52203	0.25	0.25	Alta	0.15	0.08
Consacá	52207	0.25	0.25	Alta	0.11	0.07
Contadero	52210	0.25	0.25	Alta	0.12	0.07

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Córdoba	52215	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Cuaspud	52224	0.25	0.25	Alta	0.14	0.08
Cumbal	52227	0.30	0.25	Alta	0.16	0.08
Cumbitará	52233	0.30	0.30	Alta	0.10	0.07
El Charco	52250	0.40	0.35	Alta	0.13	0.08
El Peñol	52254	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
El Rosario	52256	0.30	0.30	Alta	0.11	0.07
El Tablón	52258	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
El Tambo	52260	0.25	0.25	Alta	0.13	0.08
Francisco Pizarro	52520	0.50	0.40	Alta	0.16	0.08
Funes	52287	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Guachucal	52317	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Guaitarilla	52320	0.25	0.25	Alta	0.13	0.08
Gualmatán	52323	0.25	0.25	Alta	0.12	0.07
Iles	52352	0.25	0.25	Alta	0.11	0.07
Imúes	52354	0.25	0.25	Alta	0.11	0.07
IpiALES	52356	0.30	0.25	Alta	0.16	0.08
La Cruz	52378	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
La Florida	52381	0.25	0.25	Alta	0.12	0.07
La Llanada	52385	0.30	0.30	Alta	0.11	0.07
La Tola	52390	0.50	0.40	Alta	0.16	0.08
La Unión	52399	0.25	0.25	Alta	0.12	0.07
Leiva	52405	0.30	0.25	Alta	0.15	0.08
Linares	52411	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Los Andes	52418	0.30	0.30	Alta	0.12	0.07
Magúí	52427	0.40	0.35	Alta	0.16	0.08
Mallama	52435	0.30	0.25	Alta	0.16	0.08
Mosquera	52473	0.50	0.40	Alta	0.16	0.08
Olaya Herrera	52490	0.50	0.40	Alta	0.16	0.08
Ospina	52506	0.25	0.25	Alta	0.12	0.08
Policarpa	52540	0.30	0.30	Alta	0.13	0.08
Potosí	52560	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Providencia	52565	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Puerres	52573	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Pupiales	52585	0.25	0.25	Alta	0.12	0.08
Ricaurte	52612	0.35	0.30	Alta	0.16	0.08
Roberto Payán	52621	0.45	0.40	Alta	0.16	0.08
Samaniego	52678	0.30	0.30	Alta	0.13	0.08
San Bernardo	52685	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
San Lorenzo	52687	0.25	0.25	Alta	0.11	0.07
San Pablo	52693	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
San Pedro de Cartago	52694	0.25	0.25	Alta	0.15	0.08
Sandoná	52683	0.25	0.25	Alta	0.13	0.08
Santa Bárbara	52696	0.45	0.35	Alta	0.16	0.08
Santacruz	52699	0.30	0.25	Alta	0.16	0.08
Sapuyés	52720	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Taminango	52786	0.25	0.25	Alta	0.15	0.08
Tangua	52788	0.25	0.25	Alta	0.13	0.08
Tumaco	52835	0.45	0.40	Alta	0.16	0.08
Túquerres	52838	0.25	0.25	Alta	0.16	0.08
Yacuanquer	52885	0.25	0.25	Alta	0.11	0.07

Departamento del Norte de Santander

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Cúcuta	54001	0.35	0.30	Alta	0.25	0.10
Abrego	54003	0.25	0.20	Alta	0.07	0.04
Arboledas	54051	0.30	0.25	Alta	0.08	0.04
Bochalema	54099	0.35	0.25	Alta	0.13	0.06

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Bucarasica	54109	0.30	0.25	Alta	0.09	0.04
Cáchira	54128	0.25	0.25	Alta	0.07	0.04
Cácota	54125	0.30	0.25	Alta	0.10	0.05
Chinácota	54172	0.35	0.30	Alta	0.16	0.07
Chitagá	54174	0.30	0.30	Alta	0.11	0.05
Convención	54206	0.20	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Cucutilla	54223	0.30	0.25	Alta	0.08	0.04
Durania	54239	0.35	0.25	Alta	0.14	0.06
El Carmen	54245	0.15	0.10	Intermedia	0.04	0.02
El Tarra	54250	0.20	0.15	Intermedia	0.05	0.03
El Zulia	54261	0.35	0.25	Alta	0.22	0.09
Gramalote	54313	0.30	0.25	Alta	0.11	0.05
Hacarí	54344	0.25	0.20	Alta	0.06	0.03
Herrán	54347	0.35	0.30	Alta	0.19	0.08
La Esperanza	54385	0.20	0.20	Intermedia	0.05	0.03
La Playa	54398	0.20	0.15	Intermedia	0.06	0.03
Labateca	54377	0.35	0.30	Alta	0.14	0.06
Los Patios	54405	0.35	0.30	Alta	0.22	0.09
Lourdes	54418	0.30	0.25	Alta	0.11	0.05
Mutiscua	54480	0.30	0.25	Alta	0.08	0.04
Ocaña	54498	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.03
Pamplona	54518	0.30	0.25	Alta	0.10	0.05
Pamplonita	54520	0.35	0.25	Alta	0.13	0.06
Puerto Santander	54553	0.35	0.25	Alta	0.09	0.04
Ragonvalia	54599	0.35	0.30	Alta	0.20	0.09
Salazar	54660	0.30	0.25	Alta	0.09	0.04
San Calixto	54670	0.20	0.15	Intermedia	0.05	0.03
San Cayetano	54673	0.35	0.30	Alta	0.19	0.08
Santiago	54680	0.30	0.25	Alta	0.14	0.06
Sardinata	54720	0.30	0.25	Alta	0.15	0.06
Silos	54743	0.25	0.25	Alta	0.07	0.03
Teorama	54800	0.20	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Tibú	54810	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.04
Toledo	54820	0.35	0.30	Alta	0.24	0.10
Villa Caro	54871	0.30	0.25	Alta	0.07	0.04
Villa del Rosario	54874	0.35	0.30	Alta	0.25	0.10

Departamento del Putumayo

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Mocoa	86001	0.30	0.25	Alta	0.20	0.10
Colón	86219	0.25	0.25	Alta	0.13	0.08
Orito	86320	0.30	0.25	Alta	0.08	0.05
Puerto Asís	86568	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Puerto Caicedo	86569	0.15	0.20	Intermedia	0.04	0.02
Puerto Guzmán	86571	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02
Puerto Leguízamo	86573	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
San Francisco	86755	0.30	0.25	Alta	0.16	0.10
San Miguel	86757	0.15	0.20	Intermedia	0.04	0.02
Santiago	86760	0.30	0.25	Alta	0.17	0.10
Sibundoy	86749	0.25	0.25	Alta	0.14	0.08
Valle del Guamuez	86865	0.15	0.20	Intermedia	0.04	0.02
Villagarzón	86885	0.30	0.25	Alta	0.08	0.05

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Departamento del Quindío

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Armenia	63001	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Buenavista	63111	0.25	0.20	Alta	0.19	0.09
Calarcá	63130	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Circasia	63190	0.25	0.25	Alta	0.20	0.11
Córdoba	63212	0.25	0.20	Alta	0.20	0.10
Filandia	63272	0.25	0.25	Alta	0.20	0.11
Génova	63302	0.25	0.20	Alta	0.20	0.09
La Tebaida	63401	0.25	0.25	Alta	0.18	0.09
Montenegro	63470	0.25	0.25	Alta	0.19	0.10
Pijáo	63548	0.25	0.20	Alta	0.20	0.10
Quimbaya	63594	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Salento	63690	0.25	0.25	Alta	0.18	0.09

Departamento de Risaralda

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Pereira	66001	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Apía	66045	0.30	0.30	Alta	0.20	0.10
Balboa	66075	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Belén de Umbría	66088	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Dos Quebradas	66170	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Guática	66318	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
La Celia	66383	0.30	0.30	Alta	0.20	0.10
La Virginia	66400	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Marsella	66440	0.25	0.25	Alta	0.20	0.10
Mistrató	66456	0.30	0.30	Alta	0.20	0.10
Pueblo Rico	66572	0.30	0.30	Alta	0.20	0.10
Quinchía	66594	0.25	0.30	Alta	0.20	0.10
Santa Rosa de Cabal	66682	0.25	0.25	Alta	0.18	0.09
Santuario	66687	0.30	0.30	Alta	0.20	0.10

Departamento de Santander

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Bucaramanga	68001	0.25	0.25	Alta	0.15	0.09
Aguada	68013	0.15	0.20	Intermedia	0.17	0.09
Albania	68020	0.15	0.15	Intermedia	0.09	0.06
Aratoca	68051	0.25	0.25	Alta	0.11	0.07
Barbosa	68077	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.06
Barichara	68079	0.20	0.25	Alta	0.13	0.08
Barrancabermeja	68081	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.04
Betulia	68092	0.20	0.20	Intermedia	0.13	0.09
Bolívar	68101	0.15	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Cabrera	68121	0.20	0.20	Intermedia	0.13	0.08
California	68132	0.25	0.25	Alta	0.09	0.05
Capitanejo	68147	0.25	0.25	Alta	0.11	0.06
Carcasi	68152	0.25	0.25	Alta	0.12	0.06
Cepitá	68160	0.25	0.25	Alta	0.11	0.06
Cerrito	68162	0.25	0.25	Alta	0.11	0.06
Charalá	68167	0.20	0.25	Alta	0.08	0.05
Charta	68169	0.25	0.25	Alta	0.09	0.06
Chima	68176	0.15	0.20	Intermedia	0.20	0.10
Chipatá	68179	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.07
Cimitarra	68190	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.04

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_w , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Concepción	68207	0.25	0.25	Alta	0.12	0.06
Confines	68209	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.06
Contratación	68211	0.15	0.20	Intermedia	0.20	0.10
Coromoro	68217	0.20	0.25	Alta	0.09	0.06
Curití	68229	0.20	0.25	Alta	0.10	0.06
El Carmen de Chucurí	68235	0.15	0.15	Intermedia	0.17	0.08
El Florian	68271	0.15	0.15	Intermedia	0.12	0.07
El Guacamayo	68245	0.15	0.20	Intermedia	0.18	0.10
El Peñón	68250	0.15	0.15	Intermedia	0.16	0.07
El Playón	68255	0.25	0.25	Alta	0.14	0.07
Encino	68264	0.20	0.25	Alta	0.09	0.05
Enciso	68266	0.25	0.25	Alta	0.10	0.05
Floridablanca	68276	0.25	0.25	Alta	0.13	0.08
Galán	68296	0.15	0.20	Intermedia	0.20	0.10
Gámbita	68298	0.20	0.20	Intermedia	0.07	0.05
Goepsa	68327	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.06
Girón	68307	0.20	0.25	Alta	0.18	0.10
Guaca	68318	0.25	0.25	Alta	0.09	0.05
Guadalupe	68320	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.09
Guapotá	68322	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.08
Guavatá	68324	0.15	0.15	Intermedia	0.10	0.06
Hato	68344	0.15	0.20	Intermedia	0.21	0.10
Jesús María	68368	0.15	0.15	Intermedia	0.10	0.06
Jordán	68370	0.20	0.25	Alta	0.10	0.07
La Belleza	68377	0.15	0.15	Intermedia	0.16	0.07
La Paz	68397	0.15	0.15	Intermedia	0.14	0.09
Landázuri	68385	0.15	0.15	Intermedia	0.10	0.06
Lebrija	68406	0.25	0.20	Alta	0.13	0.09
Los Santos	68418	0.20	0.25	Alta	0.11	0.08
Macaravita	68425	0.25	0.25	Alta	0.12	0.06
Málaga	68432	0.25	0.25	Alta	0.09	0.05
Matanza	68444	0.25	0.25	Alta	0.10	0.06
Mogotes	68464	0.25	0.25	Alta	0.10	0.06
Molagavita	68468	0.25	0.25	Alta	0.10	0.06
Ocamonte	68498	0.20	0.25	Alta	0.08	0.05
Oiba	68500	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.06
Onzága	68502	0.25	0.25	Alta	0.13	0.07
Palmar	68522	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.09
Palmas del Socorro	68524	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.08
Páramo	68533	0.20	0.25	Alta	0.09	0.06
Piedecuesta	68547	0.25	0.25	Alta	0.11	0.07
Pinchote	68549	0.20	0.25	Alta	0.09	0.06
Puente Nacional	68572	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Puerto Parra	68573	0.15	0.15	Intermedia	0.05	0.04
Puerto Wilches	68575	0.15	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Rionegro	68615	0.20	0.20	Intermedia	0.07	0.04
Sabana de Torres	68655	0.20	0.15	Intermedia	0.06	0.04
San Andrés	68669	0.25	0.25	Alta	0.09	0.05
San Benito	68673	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.07
San Gil	68679	0.20	0.25	Alta	0.09	0.06
San Joaquín	68682	0.25	0.25	Alta	0.13	0.07
San José de Miranda	68684	0.25	0.25	Alta	0.10	0.05
San Miguel	68686	0.25	0.25	Alta	0.11	0.06
San Vicente de Chucurí	68689	0.15	0.15	Intermedia	0.16	0.08
Santa Bárbara	68705	0.25	0.25	Alta	0.09	0.05
Santa Helena del Opón	68720	0.15	0.15	Intermedia	0.18	0.10
Simacota	68745	0.15	0.15	Intermedia	0.09	0.06
Socorro	68755	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.07
Suaita	68770	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.06
Sucre	68773	0.15	0.15	Intermedia	0.15	0.07

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Suratá	68780	0.25	0.25	Alta	0.09	0.05
Tona	68820	0.25	0.25	Alta	0.09	0.05
Valle San José	68855	0.20	0.25	Alta	0.08	0.06
Vélez	68861	0.15	0.15	Intermedia	0.15	0.08
Vetas	68867	0.25	0.25	Alta	0.09	0.05
Villanueva	68872	0.20	0.25	Alta	0.11	0.07
Zapatoca	68895	0.20	0.20	Intermedia	0.20	0.10

Departamento de Sucre

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Sincelejo	70001	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Buenavista	70110	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Caimito	70124	0.15	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Chalán	70230	0.10	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Coloso	70204	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Corozal	70215	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.04
El Roble	70233	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Galeras	70235	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Guarandá	70265	0.15	0.15	Intermedia	0.06	0.05
La Unión	70400	0.15	0.15	Intermedia	0.05	0.04
Los Palmitos	70418	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.04
Majagual	70429	0.15	0.15	Intermedia	0.04	0.04
Morroa	70473	0.10	0.15	Intermedia	0.07	0.04
Ovejas	70508	0.10	0.15	Intermedia	0.06	0.04
Palmito	70523	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.04
Sampués	70670	0.10	0.15	Intermedia	0.06	0.04
San Benito Abad	70678	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
San Juan Betulia	70702	0.10	0.15	Intermedia	0.05	0.03
San Marcos	70708	0.15	0.15	Intermedia	0.04	0.04
San Onofre	70713	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
San Pedro	70717	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Sincé	70742	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Sucre	70771	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Tolú	70820	0.10	0.15	Intermedia	0.04	0.03
Tolúviejo	70823	0.10	0.15	Intermedia	0.06	0.04

Departamento del Tolima

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Ibagué	73001	0.20	0.20	Intermedia	0.15	0.08
Alpujarra	73024	0.25	0.25	Alta	0.14	0.07
Alvarado	73026	0.20	0.20	Intermedia	0.13	0.07
Ambalema	73030	0.20	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Anzoátegui	73043	0.20	0.20	Intermedia	0.13	0.08
Armero	73055	0.20	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Ataco	73067	0.25	0.20	Alta	0.07	0.04
Cajamarca	73124	0.20	0.20	Intermedia	0.14	0.08
Carmen Apicalá	73148	0.25	0.20	Alta	0.11	0.05
Casabianca	73152	0.20	0.20	Intermedia	0.16	0.08
Chaparral	73168	0.25	0.20	Alta	0.08	0.05
Coello	73200	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Coyaima	73217	0.25	0.20	Alta	0.09	0.05
Cunday	73226	0.25	0.20	Alta	0.09	0.05
Dolores	73236	0.25	0.25	Alta	0.12	0.06
Espinal	73268	0.25	0.20	Alta	0.13	0.06
Falán	73270	0.20	0.20	Intermedia	0.12	0.07
Flandes	73275	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.06

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Fresno	73283	0.20	0.20	Intermedia	0.14	0.09
Guamo	73319	0.25	0.20	Alta	0.11	0.06
Hervéo	73347	0.20	0.20	Intermedia	0.16	0.08
Honda	73349	0.20	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Icononzo	73352	0.20	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Lérida	73408	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Libano	73411	0.20	0.20	Intermedia	0.12	0.07
Mariquita	73443	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.07
Melgar	73449	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Murillo	73461	0.20	0.20	Intermedia	0.15	0.08
Natagaima	73483	0.25	0.25	Alta	0.11	0.06
Ortega	73504	0.25	0.20	Alta	0.08	0.05
Palocabildo	73520	0.20	0.20	Intermedia	0.13	0.08
Piedras	73547	0.20	0.20	Intermedia	0.14	0.07
Planadas	73555	0.25	0.20	Alta	0.06	0.04
Prado	73563	0.25	0.20	Alta	0.13	0.06
Purificación	73585	0.25	0.20	Alta	0.14	0.06
Rioblanco	73616	0.25	0.20	Alta	0.07	0.04
Roncesvalles	73622	0.25	0.20	Alta	0.15	0.08
Rovira	73624	0.20	0.20	Intermedia	0.12	0.07
Saldaña	73671	0.25	0.20	Alta	0.11	0.06
San Antonio	73675	0.25	0.20	Alta	0.10	0.06
San Luis	73678	0.25	0.20	Alta	0.10	0.06
Santa Isabel	73686	0.20	0.20	Intermedia	0.13	0.08
Suárez	73770	0.25	0.20	Alta	0.13	0.06
Valle de San Juan	73854	0.25	0.20	Alta	0.10	0.06
Venadillo	73861	0.20	0.20	Intermedia	0.11	0.07
Villahermosa	73870	0.20	0.20	Intermedia	0.15	0.08
Villarrica	73873	0.25	0.20	Alta	0.09	0.05

Departamento del Valle del Cauca

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Cali	76001	0.25	0.25	Alta	0.15	0.09
Alcalá	76020	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Andalucía	76036	0.25	0.25	Alta	0.14	0.09
Ansermanuevo	76041	0.25	0.30	Alta	0.16	0.10
Argelia	76054	0.30	0.30	Alta	0.16	0.10
Bolívar	76100	0.30	0.30	Alta	0.16	0.10
Buenaventura	76109	0.40	0.35	Alta	0.13	0.08
Buga	76111	0.25	0.20	Alta	0.11	0.07
Bugalagrande	76113	0.25	0.25	Alta	0.13	0.08
Caicedonia	76122	0.25	0.20	Alta	0.14	0.08
Calima	76126	0.30	0.30	Alta	0.10	0.07
Candelaria	76130	0.25	0.20	Alta	0.10	0.07
Cartago	76147	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Dagua	76233	0.25	0.25	Alta	0.09	0.06
El Águila	76243	0.30	0.30	Alta	0.16	0.10
El Cairo	76246	0.30	0.30	Alta	0.16	0.10
El Cerrito	76248	0.25	0.20	Alta	0.11	0.07
El Dovio	76250	0.30	0.30	Alta	0.18	0.10
Florida	76275	0.25	0.20	Alta	0.10	0.06
Ginebra	76306	0.25	0.20	Alta	0.11	0.07
Guacarí	76318	0.25	0.25	Alta	0.12	0.08
Jamundí	76364	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
La Cumbre	76377	0.25	0.25	Alta	0.11	0.08
La Unión	76400	0.25	0.25	Alta	0.16	0.13
La Victoria	76403	0.25	0.25	Alta	0.15	0.10
Obando	76497	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Palmira	76520	0.25	0.20	Alta	0.12	0.07

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

Pradera	76563	0.25	0.20	Alta	0.12	0.06
Restrepo	76606	0.25	0.25	Alta	0.11	0.08
Riofrío	76616	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Roldanillo	76622	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
San Pedro	76670	0.25	0.25	Alta	0.12	0.08
Sevilla	76736	0.25	0.20	Alta	0.13	0.08
Toro	76823	0.25	0.25	Alta	0.16	0.14
Trujillo	76828	0.25	0.25	Alta	0.15	0.10
Tuluá	76834	0.25	0.20	Alta	0.12	0.07
Ulloa	76845	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Versalles	76863	0.30	0.30	Alta	0.16	0.10
Vijes	76869	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Yotocó	76890	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Yumbo	76892	0.25	0.25	Alta	0.16	0.10
Zarzal	76895	0.25	0.25	Alta	0.14	0.10

Departamento del Vaupés

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Mitú	97001	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Carurú	97161	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Pacoa	97511	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Papunahua	97777	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Taraira	97666	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Yavarate	97889	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02

Departamento del Vichada

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Puerto Carreño	99001	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Cumaribo	99773	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
La Primavera	99524	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02
Santa Rosalía	99624	0.05	0.05	Baja	0.04	0.02



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia

Guía para la construcción de viviendas sismo resistentes de mampostería confinada de uno y dos pisos en Colombia



Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres
Av. Calle 26 No. 92-32, Edificio Gold 4 - piso 2
Línea gratuita de atención: 01 8000 11 32 00
PBX: (57 1) 5529696
Bogotá D.C. - Colombia
www.gestiondelriesgo.gov.co



EDICIÓN
2021