

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>08-07-2021</b>	<b>B</b>
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>1(64)</b>	

### RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	Daniel Alfonso Guerrero León. Jhony Jacome González		
<b>FACULTAD</b>	Ingenierías		
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	Tecnología en Obras Civiles		
<b>DIRECTOR</b>	Joaquín Harley Cáselles Ibáñez		
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	Elaboración de una guía rápida de procedimientos de diseño y construcción para viviendas sismo resistentes de 1 y 2 pisos.		
<b>TITULO EN INGLES</b>	Preparation of a quick guide to design and construction procedures for earthquake-resistant 1 and 2-story houses.		
<b>RESUMEN</b>			
<p>Esta monografía, estudio la Elaboración de una guía rápida de procedimientos de diseño y construcción para viviendas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, es decir, La Elaboración de una guía rápida de procedimientos constructivos para dichas viviendas, por consiguiente, será una buena herramienta para mejorar los malos hábitos constructivos de la población que no tiene los recursos para realizar una supervisión técnica a sus construcciones. Ya que es necesario conocer si la normativa actual, permite un desarrollo correcto de este tipo de construcciones y de esta forma determinar la guía de construcción.</p>			
<b>RESUMEN EN INGLES</b>			
<p>This monograph studies the Development of a quick guide to design and construction procedures for 1 and 2-story earthquake-resistant homes, that is, the Development of a quick guide to construction procedures for said homes, therefore, it will be a good tool for improve the bad construction habits of the population that does not have the resources to carry out technical supervision of their constructions. Since it is necessary to know if the current regulations allow the correct development of this type of construction and in this way determine the construction guide.</p>			
<b>PALABRAS CLAVES</b>	Guía de Construcción, obras civiles, viviendas, sismo resistente, procedimientos constructivos.		
<b>PALABRAS CLAVES EN INGLES</b>	Construction Guide, civil works, housing, earthquake resistant, construction procedures.		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 64	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 6	CD-ROM: 0



**Elaboración de una guía rápida de procedimientos de diseño y construcción para  
viviendas sismo resistentes de 1 y 2 pisos.**

**Daniel Alfonso Guerrero León.**

**Jhonny Plata Jacome**

**Facultad de ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña**

**Obras civiles**

**Ing. Joaquín Harley Caselles Ibáñez**

**24 noviembre de 2023**

## Índice

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	7
1. Generalidades.....	10
1.1 Planteamiento del problema.....	10
1.2 Justificación .....	11
1.3 Objetivos .....	12
1.3.1 Objetivo general.....	12
1.3.2 Objetivos específicos .....	12
1.4 Metodología .....	13
2. Aspectos generales a tener en cuenta para construir viviendas sismo resistentes de 1 y 2 pisos. .....	14
2.1 Qué es un terremoto .....	14
2.2 Qué es la amenaza sísmica.....	14
2.3 Qué es la sismo resistencia.....	14
2.4 Los principios de sismo resistencia.....	15
2.4.1 Forma regular.....	15
2.4.2 Bajo peso.....	16
2.4.3 Mayor rigidez.....	16
2.4.4 Buena estabilidad .....	16
2.4.5 Suelo firme y buena cimentación.....	16
2.4.6 Estructura apropiada .....	17
2.4.7 Materiales competentes.....	17
2.4.8 Calidad en la construcción .....	17
2.4.9 Capacidad de disipar energía .....	17
2.4.10 Fijación de acabados e instalaciones.....	18
2.5 Zonas de amenaza sísmica .....	18
3. Especificaciones mínimas de los materiales a utilizar en la construcción de viviendas de 1 y 2 pisos .....	22
3.1 Materiales de construcción .....	22
3.1.1 Unidades de mampostería .....	22

	4
3.1.2 Concreto estructural .....	22
3.1.3 Cemento .....	23
3.1.4 Agregados .....	23
3.1.5 Mortero de pega .....	24
3.1.6 Acero de refuerzo.....	24
3.1.7 Madera .....	25
4. Procedimientos constructivos de los diferentes elementos que forman parte de la estructura sismo resistente de las viviendas de 1 y 2 pisos.....	26
4.1 Cimentación .....	26
4.2 Muros .....	27
4.3 Elementos de confinamiento en mampostería confinada.....	28
4.4 Placas de entrepiso .....	28
5. Guía grafica para la construcción de viviendas sismo resistentes de uno y dos pisos, con la información recopilada .....	30
Conclusiones .....	58
Referencias.....	61

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> <i>Clasificación por zona de amenaza sísmica y valores de <math>A_a</math> y <math>A_v</math> para ciudades capitales de departamento (AIS, 2010)</i> .....	20
<b>Tabla 2</b> <i>Dosificación del concreto</i> .....	35
<b>Tabla 3</b> <i>Designación del acero corrugado</i> .....	39
<b>Tabla 4</b> <i>Longitudes de desarrollo y de empalmes por traslapo</i> .....	40
<b>Tabla 5</b> <i>Unidades de medida</i> .....	41
<b>Tabla 6</b> <i>Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones</i> .....	45
<b>Tabla 7</b> <i>Altura máxima del muro en viviendas de un piso y dos pisos</i> .....	51
<b>Tabla 8</b> <i>Refuerzo mínimo en losas macizas</i> .....	52
<b>Tabla 9</b> <i>Refuerzo mínimo para viguetas de losas aligeradas</i> .....	54

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Zonas de amenaza sísmica aplicable a edificaciones en Colombia.....	19
<b>Figura 2</b> Componentes estructurales de una vivienda de un piso.....	32
<b>Figura 3</b> Unidades de mampostería unidas con mortero de pega .....	33
<b>Figura 4</b> Materiales empleados para la mezcla de concreto .....	34
<b>Figura 5</b> Prueba de la bola .....	36
<b>Figura 6</b> Vibrado de la mezcla de concreto .....	37
<b>Figura 7</b> Curado de la mezcla de concreto .....	38
<b>Figura 8</b> Características del acero corrugado en cumplimiento con la norma NTC 2289.....	39
<b>Figura 9</b> Esquema en planta del sistema reticular de vigas que configuran anillos cerrados y continuos.....	42
<b>Figura 10</b> Ganchos de anclaje en vigas de cimentación.....	43
<b>Figura 11</b> Configuración de la cimentación .....	44
<b>Figura 12</b> Viga de cimentación de una vivienda de dos pisos .....	45
<b>Figura 13</b> Sobrecimiento anclado a la cimentación .....	46
<b>Figura 14</b> Muros estructurales en mampostería confinada .....	47
<b>Figura 15</b> Continuidad y alineamiento de muros estructurales.....	47
<b>Figura 16</b> Adecuada construcción de elementos de confinamiento .....	48
<b>Figura 17</b> Distribución del refuerzo en la sección de la columneta de confinamiento.....	49
<b>Figura 18</b> Diafragma estructural continuo y discontinuo. Diafragmas adecuados en el nivel de cimentación y de cubierta .....	50
<b>Figura 19</b> Losa maciza.....	52
<b>Figura 20</b> Losa aligerada.....	53
<b>Figura 21</b> Losa maciza con muros intermedios .....	54
<b>Figura 22</b> Refuerzo longitudinal para la zona 1 de la losa maciza .....	55
<b>Figura 23</b> Refuerzo longitudinal para la zona 2 de la losa maciza .....	55
<b>Figura 24</b> Detalles de la cubierta.....	56

## Introducción

Los eventos sísmicos de los últimos 25 años que han ocurrido en el país afectaron significativamente el giro de los acontecimientos y la ejecución de una serie de normas que impulsarían el desarrollo de estructuras a prueba de terremotos. A raíz de los graves daños y desgracias humanas ocurridos en el sismo de 1983 en Popayán, se acogió en el país una serie de lineamientos contenidos en las Normas Colombianas para el Plan y Desarrollo Sismo Seguro (NSR-10), en el desglose de los requisitos previos básicos para el plan y desarrollo de nuevas estructuras, así como la estrategia de restauración de las estructuras existentes.

Teniendo en cuenta que algunas estructuras se encuentran en zonas de riesgo sísmico medio según el agrupamiento de la norma sismo resistentes (NSR-10), y que las estructuras fabricadas años atrás, época para la cual no se habían investigado lógicamente la realización de dichas construcciones y mucho menos no se pensó en la actividad sísmica por los temblores sobre los diseños, es básico evaluar la debilidad sísmica por medio de un manual para decidir si es necesario hacer el sostenimiento y recuperación de la estructura, con el objetivo de llevarlos a los grados básicos de seguridad y conducta recomendados por las normas vigentes.

En el país, los mayores archivos de población se rastrean en la región andina. Se destaca que (39,7%) vive en regiones con extrema peligrosidad sísmica y (47,3%) en regiones con peligro sísmico medio vial, circunstancias que, además de las altas debilidades de los desarrollos, ponen a los dominios en determinadas situaciones en alta peligros sísmicos, sin duda en las ocasiones que se mantuvieron en Popayán en el año 1983 y en el Distrito Expreso, en el año 1999 con los temblores que fueron colosales aquí de Colombia. (UNGRD, 2021).

Por otra parte, una enorme parte de la cantidad de habitantes de la Ribera Atlántica de Colombia y el Caribe se encuentran expuestas a enormes peligros por el evento de tornados, como

ejemplo tenemos la sección de (tifón Partícula) del 16 de noviembre de 2020, a través de la Archipiélago de San Andrés. Estas condiciones han causado algunos impactos tanto económicos como físicos y humanos, sin representar los retrasos y rupturas en las mejoras que estos eventos han supuesto.

Los escenarios sociales y sociales en Colombia han fabricado el desarrollo de la comunidad metropolitana en regiones en las que es claro el poder de las estructuras desde la perspectiva “casual”, creada por procesos de autodesarrollo donde verdaderamente y en su mayor parte no existen seguros sin refinar. Los materiales están disponibles en relación con el resultado de los diferentes eventos sísmicos y los flujos de tifones. Estas circunstancias se han convertido en prácticas habituales en las comunidades urbanas más débiles, poniendo en riesgo a los propietarios de estas estructuras, así como sus propios recursos.

Es difícil mediar directamente en torbellinos y temblores sísmicos, lo que debe ser posible es disminuir los peligros que estos producen, lo significativo en estos casos particulares es la intercesión de las condiciones que hacen estas debilidades reales en este tipo de estructuras, para dar seguridades a las poblaciones de las regiones, la mejora en el bienestar de vida, en el compromiso con el giro económico y la prosperidad, como lo establece (Reglamento 1523, 2012, obra. 6).

Sin embargo, hemos planificado una ayuda que nos permitirá orientar a aquellas personas que se autoconstruyen unidades de alojamiento de primer y segundo piso, de esta manera estén seguras y protegidas, decididas a disminuir las condiciones de delicadeza y la posibilidad de sufrir daños. en las situaciones de temblores sísmicos o tormentas, a través de los diversos propósitos de los métodos de desarrollo a la luz de las pautas de desarrollos seguros contra terremotos.

Además, en dicha guía, el papel principal no es instar a los particulares a autoformarse sin ajustarse a los requisitos exigidos por los lineamientos, alejándose de la obligación de los fabricantes o propietarios de las obras, tal como lo señala el estudio geotécnico, los planos de edificación, los planos fundacionales, las actualizaciones del plano para el visado de las licencias de desarrollo contempladas en la (Ley 400 de 1997), y la (Ley 388 de 1997), y su directriz particular, los rumbos de los desarrollos dados por los peritos habilitados que establece la Ley, pero que cumple como un aparato rector, de mente simple para los particulares que son responsables del desarrollo de viviendas de 1 y 2 pisos.

Esta monografía tuvo como objetivo de elaborar una guía rápida de procedimientos constructivos para viviendas sismo resistente de 1 y 2 pisos, para dar cumplimiento a la pregunta problema que genero dicha investigación ¿La Elaboración de una guía rápida de procedimientos constructivos para viviendas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, será una buena herramienta para mejorar los malos hábitos constructivos de la población que no tiene los recursos para realizar una supervisión técnica a sus construcciones?.

Dicha monografía se dividió en cinco capítulos de la siguiente manera: Capítulo 1. Generalidades, Capítulo 2. Aspectos generales a tener en cuenta para construir viviendas sismo resistentes de 1 y 2 pisos. Capítulo 3. Especificaciones mínimas de los materiales a utilizar en la construcción de viviendas de 1 y 2 pisos. Capítulo 4. Procedimientos constructivos de los diferentes elementos que forman parte de la estructura sismo resistente de las viviendas de 1 y 2 pisos. Capítulo 5. Guía grafica para la construcción de viviendas sismo resistentes de uno y dos pisos, con la información recopilada. Para lograr la elaboración de una guía rápida de procedimientos de diseño y construcción para viviendas sismo resistentes de 1 y 2 pisos.

## 1. Generalidades

### 1.1 Planteamiento del problema

Colombia está ubicada sobre la placa Sudamericana y está rodeada por la placa de Nazca y la placa del Caribe, lo que lo convierte en un país propenso a sufrir terremotos. Norte de Santander es un departamento que ha sufrido cinco grandes terremotos de 5.2. Ha quedado en la historia de todo el país. (Servicio Geológico de Colombia, 2017); Un terremoto fuerte se considera mayor a 6 en la escala de Richter. Esto significa que el 9,6% de los terremotos más grandes de Colombia ocurrieron en Norte de Santander.

En el municipio de Ocaña, en especial los corregimientos y barrios en zonas periféricas, en donde los recursos son muy limitados y no se cuenta con los materiales adecuados ni con la mano de obra calificada, se presentan casos de construcciones con una serie de irregularidades, que hacen que tengan una vulnerabilidad alta, todo esto debido a la

Falta de estándares de diseño y desconocimiento de los procesos técnicos de construcción por parte de constructores experimentados, sin expertos que monitoreen y supervisen la construcción. Por ello, es muy importante concienciar a los vecinos sobre la estructura y mala calidad de la construcción de las viviendas, la pérdida del patrimonio por los fuertes terremotos y los graves problemas que provoca. En el peor de los casos, puede producirse la pérdida de vidas humanas.

Teniendo presente que muchos de los errores en los procedimientos constructivos ocurren por falta de los principios técnicos a la hora de construir, es necesario desde la academia generar herramientas sencillas y de fácil manejo, como cartillas, guías didácticas o manuales para brindar a la comunidad la posibilidad de conocer cómo realizar un buen procedimiento constructivo en viviendas unifamiliares de 1 y 2 pisos, tomando como referente las consideraciones de diseño del

Título E de la norma sismo resistente colombiana 2010, así como cada uno de los procesos constructivos que interfieren en el desarrollo de este tipo de edificaciones, pero de una manera simplificada y con gráficos ilustrativos, que funcione como una herramienta simple para comprender cada una de las etapas de la construcción de este tipo de estructuras.

De lo anteriormente expuesto surge la siguiente pregunta de investigación: ¿La Elaboración de una guía rápida de procedimientos constructivos para viviendas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, será una buena herramienta para mejorar los malos hábitos constructivos de la población que no tiene los recursos para realizar una supervisión técnica a sus construcciones?

## **1.2 Justificación**

La elaboración de una cartilla ilustrada sobre los procedimientos de construcción adecuados para edificios residenciales individuales tiene como objetivo guiar a los residentes sobre la manera correcta de construir casas seguras y resistentes a los terremotos, es decir, para edificios "sísmicos" de gran altura edificio de hasta 2 niveles.

Se hace énfasis en la adecuada partición de muros para soportar cargas y sismos, así como en las buenas prácticas constructivas y evitar errores en la construcción de viviendas para reducir el riesgo de pérdida de vidas.

La cartilla también presenta una serie de paradigmas a la hora de construir, instruyendo fácil y gráficamente los diferentes aspectos a tener en cuenta para tener una casa sismo resistente. Las recomendaciones del folleto están dirigidas principalmente a salvar las vidas de los habitantes de la casa durante un terremoto. Es posible que sean necesarios algunos ajustes dependiendo de la calidad de los materiales y la mano de obra disponibles y de los códigos de construcción y otras regulaciones obligatorias que se aplican en su área. En este conjunto de

ideas, es importante señalar que la mayoría de los folletos se basan en el tema NSR-10 E, el único tema en el mundo que permite diseñar y construir casas de uno y dos pisos. Se guardan, modifican y actualizan para realizar ajustes basados en requisitos empíricos sin la necesaria participación de un ingeniero estructural. NSR-10. (AIS, 2010)

Por otro lado, es importante resaltar que la cartilla presentará cada uno de los procesos constructivos necesarios, para llevar a cabo la construcción de viviendas de 1 y de 2 pisos desde la cimentación hasta las instalaciones y acabados, así como las especificaciones técnicas de cada uno de los materiales, según la normatividad colombiana.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Elaborar una guía rápida de procedimientos constructivos para viviendas sismo resistente de 1 y 2 pisos.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Recopilar los aspectos generales a tener en cuenta para construir viviendas sismo resistentes de 1 y 2 pisos.

Determinar las especificaciones mínimas de los materiales a utilizar en la construcción de viviendas de 1 y 2 pisos.

Establecer los procedimientos constructivos de los diferentes elementos que forman parte de la estructura sismo resistente de las viviendas de 1 y 2 pisos.

Crear una guía grafica para la construcción de viviendas sismo resistentes de uno y dos pisos, con la información recopilada.

## **1.4 Metodología**

Para realizar la presente monografía de investigación que tiene como objetivo principal determinar si los supuestos normativos existentes hasta la fecha en Colombia tienen la capacidad de proteger y dar seguridad al comprador de vivienda nueva, sobre todo en lo referente a la reglamentación de la supervisión técnica a edificaciones privadas, inicialmente se hace una recopilación y estudio profundo de los antecedentes que llevaron a la configuración de lo que se conoce como Ley de Vivienda Segura y, por ende, el marco jurídico en el que se desarrolla la supervisión técnica a las edificaciones privadas junto con los aportes que le realiza la interventoría de contratos estatales en el ámbito de vacíos legales.

En segundo lugar, se contrasta detalladamente la normatividad actual en lo referente al sector privado de la construcción para identificar vacíos tales como límites, alcance, procedimientos y responsabilidad del supervisor, con el objetivo de examinar de qué manera dejan dichos vacíos en un estado de indefensión jurídica al comprador de vivienda nueva en el evento de perjuicios que se deriven de fallas estructurales en la edificación.

Por último, nos adentramos de forma concreta en el problema planteado, es decir, la protección del comprador de vivienda nueva a través de la Ley de Vivienda Segura y demás normatividad relacionada con la materia, tomando en consideración que a nuestro criterio la supervisión técnica debe implementarse durante todas las etapas del proyecto de edificación, motivo por el cual, se hace especial énfasis en la implementación de dicha supervisión en las etapas que no se ha aplicado como una posible solución a la protección patrimonial del comprador.

## **2. Aspectos generales a tener en cuenta para construir viviendas sismo resistentes de 1 y 2 pisos.**

### **2.1 Qué es un terremoto**

Se refiere a una disminución inesperada de la energía sísmica concentrada en el suelo debido a deformaciones o tensiones permanentes que ocurren en el suelo, lo que resulta en vibraciones u ondas en el suelo. Un terremoto o un sismo inducido puede provocar accidentes graves, especialmente si no se ha realizado una evaluación preventiva de la resistencia sísmica del edificio. Los terremotos son extraños fenómenos regulares provocados por placas tectónicas o fallas geomórficas que cubren la Tierra. También los proporciona la actividad volcánica. Colombia juega un papel central en el Anillo de Fuego del Pacífico, una de las regiones más propensas a los terremotos y extremadamente peligrosas de la Tierra, o al menos una región donde ocurren regularmente terremotos, algunos de los cuales pueden ser trascendentales (AIS, 2020).

### **2.2 Qué es la amenaza sísmica**

En el momento en que existe la probabilidad de que ocurran sismos de cierta gravedad en un lugar y tiempo determinado, se expresa que existe un peligro sísmico. El peligro o peligro sísmico fluctúa de un lugar a otro, por lo que el riesgo sísmico no es equivalente en todas partes. Hay áreas de mayor riesgo sísmico, o al menos, regiones o donde se supone que los sismos ocurren con mayor regularidad y con mayor potencia (AIS, 2020).

### **2.3 Qué es la sismo resistencia**

Una estructura se considera sismorresistente si está diseñada y utilizada en una configuración inicial satisfactoria, con miembros laterales adecuados y materiales con suficiente capacidad de expansión y blindaje para soportar la acción de fuerzas resultantes de sismos de

larga duración. En cualquier caso, mientras una estructura esté planificada y sea consistente con cada una de las necesidades demostradas por el plan de seguridad contra terremotos y los principios de desarrollo, siempre existe la posibilidad de un temblor sísmico mucho más fundamentado que los que se han pronosticado y que deben ser opuesta al desarrollo. trabajando sin daño. Por lo tanto, no existen estructuras completamente seguras contra temblores. No obstante, la obstrucción sísmica es una propiedad o límite que se le otorga a la estructura para salvaguardar la vida y bienes de las personas que la poseen (AIS, 2020).

Independientemente de si se producen daños, en caso de un terremoto excepcionalmente impresionante, una estructura a prueba de temblores sísmicos no se caerá y no aumentará el número de muertos ni la pérdida total de propiedad. Una estructura que no es segura contra temblores está indefensa, o al menos, vulnerable o propensa a sufrir daños reales o caerse efectivamente en caso de un sismo. El gasto adicional que implica la oposición al temblor sísmico es insignificante suponiendo que el desarrollo se complete con precisión y sea totalmente legítimo, ya que implica la seguridad de las personas en caso de un sismo y la garantía de su legado, que muchas veces es la estructura misma (AIS, 2020).

## **2.4 Los principios de sismo resistencia**

### ***2.4.1 Forma regular***

Las matemáticas de la estructura deben ser sencillas en planta y altura. Las formas alucinantes, impredecibles o torcidas causan una forma terrible de comportarse mientras la estructura es sacudida por un temblor sísmico. Un cálculo esporádico se inclina hacia la construcción para experimentar el giro o intentar pivotar de manera dislocada. La ausencia de consistencia hace que sea fácil para ciertos rincones encontrar convergencias extremas de poder, que pueden ser difíciles de enfrentar (AIS, 2020).

### **2.4.2 Bajo peso**

Cuanto más ligera es una estructura, menos fuerza puede soportar durante un terremoto. Cuando ocurre un terremoto, las fuerzas que actúan sobre partes de la estructura se vuelven más importantes porque masas o cargas más grandes se mueven con mayor violencia. Por ejemplo, si la parte superior de la estructura es muy pesada, se mueve como un péndulo modificado, provocando tensiones y deformaciones muy importantes en los componentes de soporte (AIS, 2020).

### **2.4.3 Mayor rigidez**

Es útil que la construcción se tuerza un poco cuando se mueve bajo la actividad de un temblor. Una construcción adaptable o inestable, cuando se desfigura sin razón, favorece el daño a las paredes o divisiones no subyacentes, terminaciones de ingeniería y construcción que generalmente son componentes delicados que no soportan dobleces significativos (AIS, 2020).

### **2.4.4 Buena estabilidad**

Las estructuras deben ser robustas y mantener el equilibrio cuando se exponen a vibraciones sísmicas. Los diseños inestables y poco sólidos pueden derribar o deslizarse en caso de una construcción desafortunada. La falta de seguridad y la naturaleza inflexible tiende a que las estructuras contiguas choquen entre sí de forma obstaculizadora en caso de que no haya suficiente separación entre ellas (AIS, 2020).

### **2.4.5 Suelo firme y buena cimentación**

Los cimientos deben soportar de forma segura el peso de la estructura hasta el suelo. Asimismo, si el material de cobertura es firme y seguro, será efectivo. Los suelos débiles aumentan las ondas sísmicas y provocan asentamientos destructivos de los cimientos, lo que puede afectar el diseño y el rendimiento durante los terremotos. (AIS, 2020).

#### ***2.4.6 Estructura apropiada***

Para que una estructura resista un terremoto, debe ser sólida, uniforme, uniforme, fuerte o fuertemente unida. Los cambios inesperados en la apariencia, la naturaleza inflexible, la falta de armonía, la composición descuidada o los tonos extremos actúan junto con la centralización de fuerzas destructivas, torceduras y deformaciones que pueden provocar daños graves o rupturas de la estructura. (AIS, 2020).

#### ***2.4.7 Materiales competentes***

Los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una resistencia satisfactoria y la capacidad de la estructura para absorber y disipar la energía del impacto transmitida a la estructura durante la sacudida. Es un material muy inseguro, discontinuo y débil que se daña fácilmente con las vibraciones sísmicas. Es muy peligroso un muro o muro de barro, tierra o barro, bloques o bloques sin soportes, varillas y pilares. (AIS, 2020).

#### ***2.4.8 Calidad en la construcción***

Deben satisfacerse las necesidades de calidad y resistencia del material y deben apearse a las determinaciones del plan y desarrollo. La ausencia de control de valor en el desarrollo y la escasez de una gestión especializada han sido la causa del daño y la ruptura de estructuras que claramente cumplen con diferentes atributos o estándares de obstrucción por temblor sísmico. Los terremotos descubren descuidos y errores que se han cometido durante la construcción (AIS, 2020).

#### ***2.4.9 Capacidad de disipar energía***

Un diseño debe ser apto para soportar desfiguraciones en sus partes sin dañarlas verdaderamente ni corromper su solidaridad. Cuando un diseño no es flexible y extremo, se rompe bien cuando su deformación comienza debido a la actividad sísmica. A medida que su

inflexibilidad y obstrucción lo corrompen, pierde su seguridad y puede implosionar abruptamente (AIS, 2020).

#### ***2.4.10 Fijación de acabados e instalaciones***

Las partes no estructurales, por ejemplo, las paredes de los segmentos, las construcciones, los exteriores, las ventanas y los aparatos deben unirse o asociarse de manera segura y no deben conectarse con el diseño. Si no están todos conectados, se desconectarán fácilmente en caso de un temblor sísmico (AIS, 2020).

### **2.5 Zonas de amenaza sísmica**

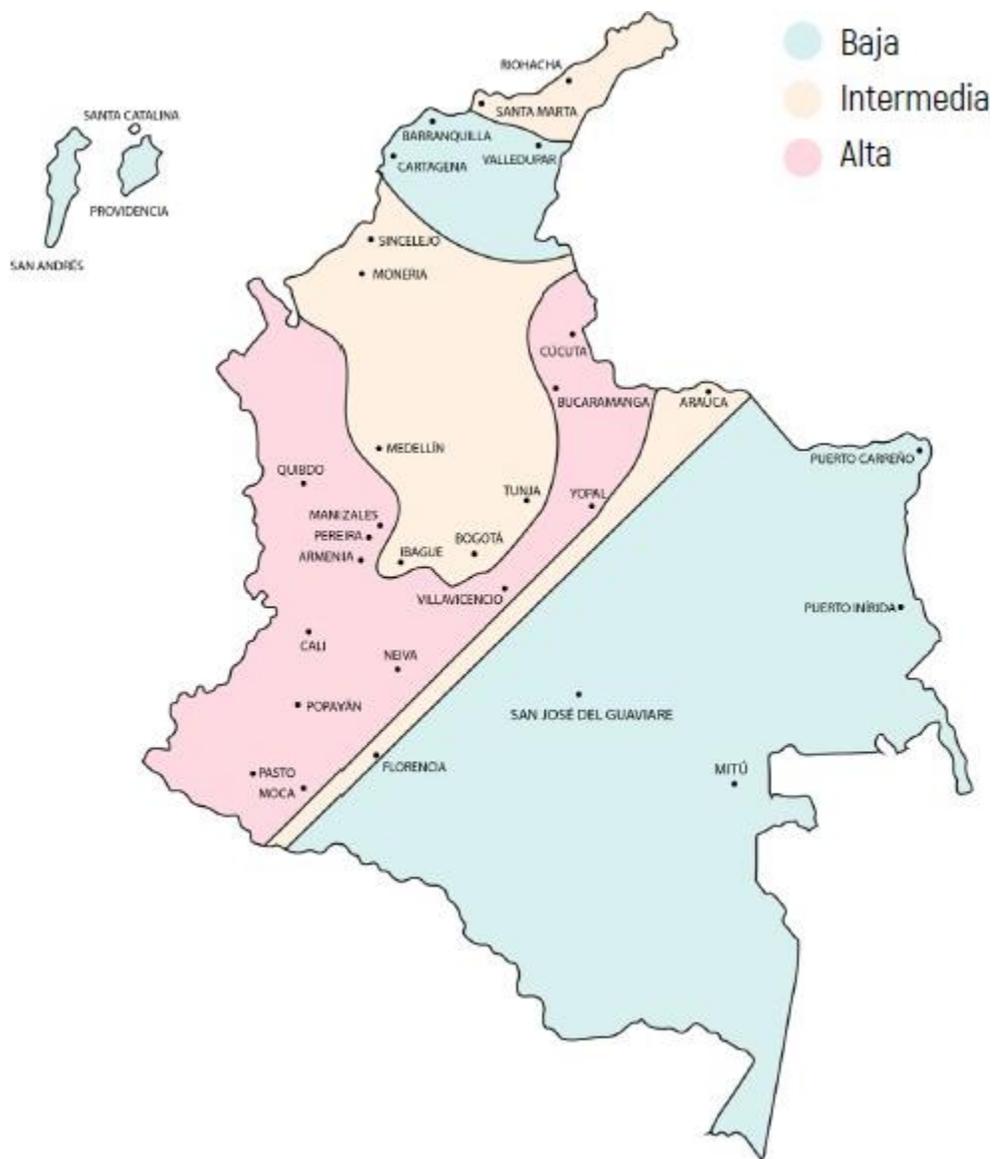
El peligro sísmico está determinado por el límite elástico calculado en función de la tasa de crecimiento esperada del lecho rocoso in situ, generalmente expresado como porcentaje de AA. Mayor velocidad gravitacional; Sin embargo, el desarrollo que se experimenta en las diferentes zonas de la ciudad también está influenciado por el tipo de suelo de cada zona.

Los terremotos o temblores provocados por terremotos pueden causar daños importantes si no se realizan evaluaciones de seguros preventivos, especialmente en lo que respecta a la resistencia sísmica de los edificios. Se acumulan en el suelo como resultado de deformaciones permanentes debidas al desarrollo de ondas en el suelo, tensiones en el suelo o la rápida disminución de la energía sísmica. (AIS, 2019).

Según la Guía Colombiana de Desarrollo Seguro Sísmico, NSR-10, el 39,7% de los colombianos vive en zonas de peligro sísmico alto, el 47,3% en zonas de riesgo sísmico medio vial y el 13% en zonas de riesgo sísmico bajo. Como tal, el 87% de los colombianos se encuentran bajo un grado considerable de riesgo sísmico, que no solo depende del nivel de peligro sísmico, sino también del nivel de debilidad de las estructuras en cada sitio. (ver figura 1 y tabla 1).

**Figura 1**

*Zonas de amenaza sísmica aplicable a edificaciones en Colombia*



Fuente: 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)*

<b>Ciudad</b>	<b>Aa</b>	<b>Av</b>	<b>Zona de Amenaza Sísmica</b>
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

Fuente: A.2.3-1 de la NSR-10.

Como se puede observar en la tabla anterior las ciudades con alto porcentaje de riesgo de amenaza sísmica en Colombia.

### **3. Especificaciones mínimas de los materiales a utilizar en la construcción de viviendas de 1 y 2 pisos.**

Se consideran sísmicamente resistentes las estructuras diseñadas y utilizadas con una configuración inicial satisfactoria, con componentes externos adecuados y elongación suficiente y materiales protectores para soportar las fuerzas resultantes de sacudidas sostenidas. En cualquier caso, mientras una estructura esté planificada y sea consistente con todas las necesidades mostradas por el plan de seguridad contra terremotos y los principios de desarrollo, siempre existe la posibilidad de un temblor sísmico mucho más fundamentado que los que se han pronosticado y que deben ser opuesta al desarrollo. trabajando sin rotura de áridos o a medias de la estructura (AIS, 2019).

#### **3.1 Materiales de construcción**

Dentro del sistema del Título E de los Lineamientos Colombianos de Desarrollo Seguro Sismo, los materiales de desarrollo para mano de obra restringida son mano de obra y cemento. Para el desarrollo de la estructura de la cubierta es normal utilizar elementos de madera o metal.

##### ***3.1.1 Unidades de mampostería***

La Directriz caracteriza las unidades de mano de obra como componentes colocados físicamente, que, junto con la argamasa de cemento, diseñan la pared de obra. Las unidades normales de trabajo de ladrillos en Colombia están terminadas en barro o cemento.

##### ***3.1.2 Concreto estructural***

Es una combinación de hormigón, agregado (arena), agregado (roca) y agua. En ocasiones se utilizan aditivos para modificar las propiedades sintéticas o reales del tejido.

El término "cemento primario" se utiliza para referirse al hormigón elaborado con alambres, barras o tirantes de acero. Básicamente, el acero debe estar totalmente implantado para que no resista el desgaste. (ARGOS, 2015).

Para casas de uno y dos pisos, se utiliza cemento primario para los cimientos, elementos de retención de ladrillos encolados, soportes y tiras del piso y techo de los diafragmas.

### **3.1.3 Cemento**

El hormigón debe ser un lote único y fresco y sus propiedades de polvo fino deben mantenerse uniformemente durante su uso.

El concreto debe almacenarse en un espacio cerrado, lejos de paredes o muros que puedan saturar el concreto. Se debe colocar sobre madera o plástico para protegerlo de la humedad desde el principio. La columna consta de 12 sacos de hormigón y no puede almacenarse más de 2 meses. Sus propiedades están especificadas en la norma. NTC 121, NTC 321 y NTC 1362 (ARGOS, 2015).

### **3.1.4 Agregados**

El agregado permanente se clasifica en agregado fino (arena) y agregado grueso (piedra). Las piedras y arena no deben contaminarse ni mezclarse con contaminantes como materiales naturales (tierra), turberas, barro, etc. Esto provoca una reducción significativa de la resistencia del material o la formación de grandes grietas en la solución.

El espesor total máximo del hormigón armado está limitado por los requisitos de penetración efectiva en la estructura y el espacio entre las barras estructurales.

Dosificación y amasado de hormigones, se dosifican las distintas partes de un conjunto de manera que el cemento posterior tenga una oposición suficiente, una adecuada razonabilidad para su vertido y un gasto mínimo. Esta última variable requiere el aprovechamiento óptimo de

la cantidad de hormigón (la más costosa de las partes) para garantizar las propiedades suficientes.

### ***3.1.5 Mortero de pega***

Su principal capacidad es pegar las unidades de obra y para ello se deben trazar las medidas adecuadas para asegurar su calidad. Según la Guía de desarrollo seguro de Colombia Tremor, las soluciones en pasta utilizadas en edificios de uno y dos pisos deben tener alta flexibilidad y consistencia y retener una cantidad mínima de agua para permitir que el concreto se humedezca.

Por este motivo, se recomienda añadir cal a la mezcla. La cal no sustituye al hormigón, pero se puede mezclar con él. La cal se debe mezclar con agua (40 kg de cal en 55 litros de agua). La protección de presión primaria después de 28 días debe ser de 7,5 MPa (75 kg/cm<sup>2</sup>), calculada para una cámara de 75 mm de ancho y 150 mm de alto. La dosificación del material de refuerzo (hormigón y cal) a la arena filtrada por la línea 8 debe ser de al menos 1:4. Las proporciones más utilizadas de hormigón, cal y arena son 1:2:6 y 1:2:10. Aproximadamente 48 horas después de la aplicación, el mortero de buena calidad rayará las uñas y el mortero de mala calidad se desintegrará.

### ***3.1.6 Acero de refuerzo***

Materiales desarrollados utilizados para soportar los componentes principales de una estructura de acuerdo con los planos y los detalles del plano.

En Colombia se produjeron dos tipos de acero: plano y laminado. El acero de soporte utilizado en el desarrollo o construcción del marco está en capas para desarrollar aún más la unión con el material y debe ser nuevo y estándar. NTC 2289.

### **3.1.7 Madera**

Para fines de desarrollo, se divide en selección inicial básica y general. La madera base seleccionada se utiliza para piezas que puedan soportar cargas importantes: perfiles, vigas, soportes, curvas, terrazas, vigas de forjado, dinteles, escalones, molduras y molduras. La madera de núcleo simple se utiliza como opciones simples y secundarias en elementos portantes adicionales como bridas, tapas, ménsulas, ménsulas, espaciadores, remates, subcimientos, ménsulas, soportes y piezas cortas.

#### **4. Procedimientos constructivos de los diferentes elementos que forman parte de la estructura sismo resistente de las viviendas de 1 y 2 pisos.**

##### **4.1 Cimentación**

La cimentación es un diseño estructural, construido a nivel de la superficial del suelo o a profundidades considerables según las características arrojadas por el estudio de suelo. Su función es enviar las cargas puntuales generadas por el peso de la vivienda y distribuirla de forma equivalente y segura al suelo. Parte de la seguridad de la casa depende de la cimentación, y el tipo de construcción a utilizar depende de la tierra donde se ensamblará la casa. Un asentamiento desafortunado provocará asentamientos en el suelo, roturas en los muros y en casos extremos, la deficiencia de alojamiento por los grandes asentamientos del suelo y su inestabilidad.

Sugerencias para una base sólida:

- Conocer la forma de comportarse de las urbanizaciones colindantes (suponiendo que tengan roturas o hayan introducido asentamientos).
- Expansión en suelo duro y manténgase alejado de suelo delicado
- No debe basarse en escombros ni rellenos.
- Verificar el estado de la suciedad haciendo un pozo a no menos de 2 metros de profundidad.
- Debido a las pendientes, La cimentación debe subir a la cimentación del vecino por la parte inferior, para evitar los empujones horizontales a las paredes del vecino.
- En el vecino más alto, asegúrese de que los cimientos de la cimentación del vecino no superen en su mayor parte la masa de la casa que se va a fabricar.

- Puede probar si el suelo es delicado o duro, puede intentar cubrir un poste número 4, si cubre bien, se considera un suelo delicado, por lo general, el suelo puede ser duro y apto para construir.

## 4.2 Muros

Los muros primarios ligados, son componentes que oponen los poderes ascendentes y los poderes planos a los que se oprimen las viviendas. Los poderes verticales se deben a: la propia carga de materiales de construcción, los componentes subyacentes como los bloques, las paredes, los rayos y las pilas de personas y muebles que poseen la casa. Los poderes pares son a causa de: los temblores a los que se oprime la casa. Tanto los poderes verticales como los pares se envían a través de las paredes al edificio, esto nos permite darnos cuenta que las paredes son fundamentales para la confiabilidad de la casa, de ahí la importancia de aceptar las determinaciones retratadas en esta sección.

La utilización de paredes de mano de obra encuadrada. Los muros subyacentes restringidos estarán delimitados en su borde por radios de construcción, vigas, secciones de represión y amarres de amarre en cubiertas inclinadas para viviendas de un piso. Los muros de planta alta, en viviendas de dos plantas, estarán delimitados en su canto, columnas de represión y amarres de amarre para cubiertas inclinadas.

Los bloques que componen el muro se dispondrán encastrados, esto implica que la junta ascendente que los acompaña es intermitente comenzando por un pilar y luego por el siguiente. No deben colocarse en un bolsillo, esto realmente pretende que haya una junta vertical consistente.

La pasta debe tener un grosor de aproximadamente 10 mm y no puede ser inferior a 7 mm ni más prominente de 13mm.

### **4.3 Elementos de confinamiento en mampostería confinada**

Los componentes de control, vigas y columnas o secciones de aprisionamiento, son hormigón soportado subyacente, asumen una parte vital en los muros, otorgándoles maleabilidad, aunque lo suficiente para no soportar grandes distorsiones del muro cuando está expuesto a la actividad de un gran terremoto. Los pilares y secciones de aprisionamiento dan la maleabilidad adecuada para distorsionar el muro sin implosionar, cuando ocurren temblores sísmicos de mediana y baja magnitud, pueden ocurrir roturas de esquina a esquina en los muros, a 45°, por la presencia de cargas maleables oblicuas o cortantes. Estos descansos se mueven entre diferentes esquinas enmarcando una X.

Las asociaciones, entrecruzadas, pilares y segmentos de restricción son definitivas por su adecuado comportamiento frente a cargas verticales, o más bien todas, cargas de tremor.

### **4.4 Placas de entrepiso**

Los bloques o placas de piso son componentes primarios de concreto construidos, que se sostienen con paredes o cimientos de cemento apoyados.

El soporte (postes, hierro) de las secciones satisface la capacidad de oponerse a las inquietudes elásticas que en ellas ocurren. Las piezas deben ser lo suficientemente flexibles para asegurar que cada una de las paredes se mueva constantemente en caso de un temblor y los techos deben estar firmes contra las cargas laterales, por lo que es importante asegurarlos a las paredes o vigas de soporte.

Básicamente se piensa en piezas fuertes sostenidas, esto implica que no se piensa en trozos con voladizos, en caso de requerirse se deben planificar de manera independiente. Tampoco se contempla como en este cuadernillo que las piezas reciban el montón de paredes entre sus soportes, ningún tipo de pared puede transportar los trozos predefinidos, ni separativos ni portantes. En caso

de hacerlo así, el trozo implosionará, y sería obligación de la persona que tomó la decisión fabricar el muro.

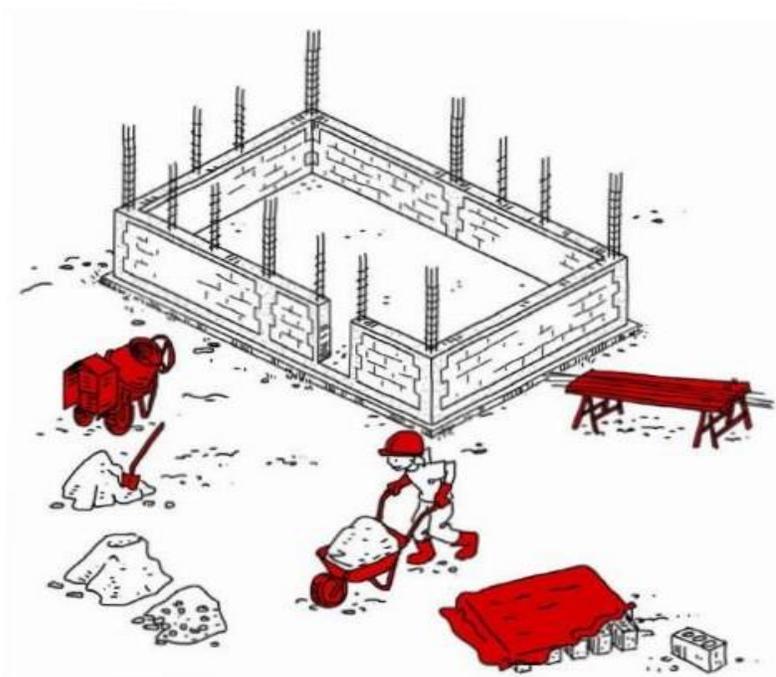
**5. Guía gráfica para la construcción de viviendas sismo resistentes de uno y dos pisos,  
con la información recopilada.**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**



Universidad Francisco  
de Paula Santander  
Ocaña - Colombia  
Vigilada Mineducación

**GUÍA RÁPIDA DE PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA  
VIVIENDAS SISMO RESISTENTES DE 1 Y 2 PISOS.**



**Versión 1.0**

**2023**

## **Introducción**

Este manual fue escrito para brindar recomendaciones para la construcción de casas cerradas de ladrillo de uno y dos pisos, teniendo en cuenta la resistencia sísmica (resistencia sísmica) para aumentar aún más la seguridad de los residentes en caso de un terremoto.

**Objetivo.** Proporcionar herramientas educativas con información relevante, específica, clara y precisa para ayudar a maestros, trabajadores de la construcción, trabajadores de la construcción y la comunidad en general a aprender cómo construir casas de uno o dos pisos resistentes a terremotos. Piedra atrapada con base en el Título E del Código de Edificación Sismorresistente de Colombia.

### **1. CONCEPTOS BÁSICOS DEL DISEÑO SISMO RESISTENTE**

#### **Cómo podemos construir viviendas sismorresistentes**

Aprender de qué partes consta la estructura de la casa, qué funciones cumple cada una de ellas, de qué materiales están hechas y cómo construirlas para que queden seguras y no colapsen.

En este folleto, brindamos al lector conceptos, ideas y sugerencias para construir casas de ladrillo cerrado de uno y dos pisos resistentes a terremotos.

#### **Sistema estructural de resistencia sísmica**

El marco principal para soportar desarrollos residenciales de uno y dos pisos es un marco de pared de ladrillo adherido como se especifica en las Pautas de desarrollo seguro sísmico de Colombia.

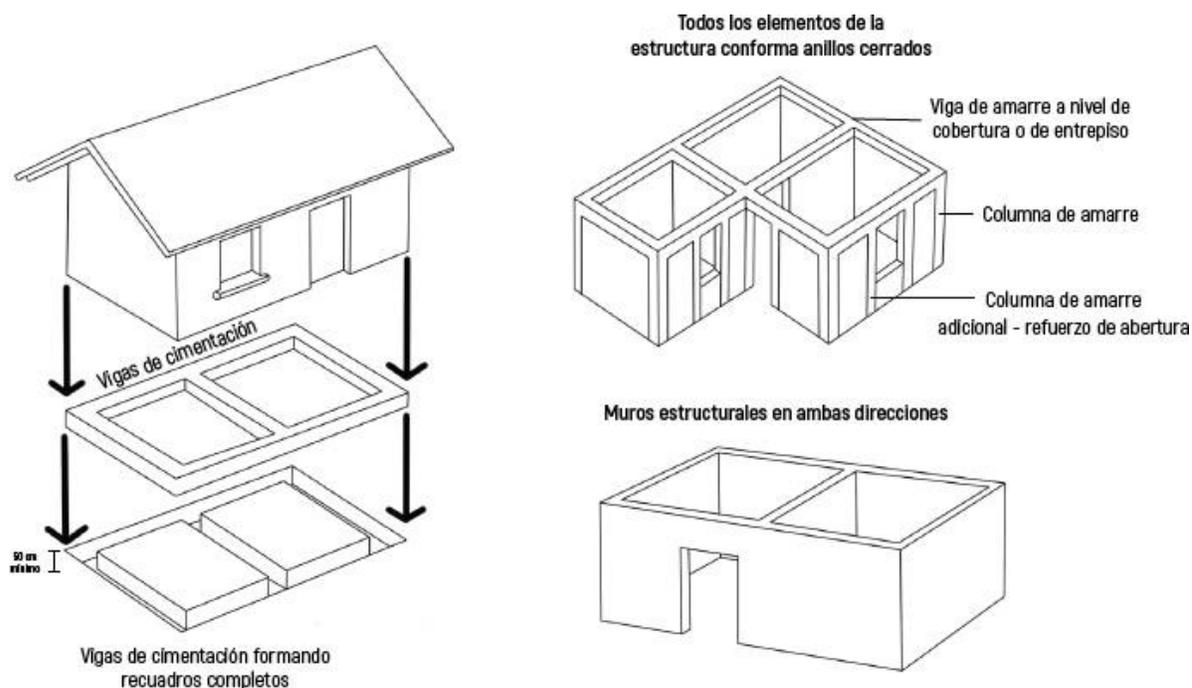
De acuerdo con esta Guía, se considera obra de fábrica restringida la que se construye utilizando muros subyacentes englobados por elementos sustanciales soportados (fugues de represión y tramos de anchura similar al espesor del muro), purgados después de la ejecución, que actúan solidariamente con Oriente.

De acuerdo con lo dispuesto en la Guía Colombiana de Desarrollo Sísmico Seguro, las unidades de mampostería utilizadas en viviendas de una y dos plantas pueden ser de hormigón, barro calentado o silico-calcárea, perforadas hacia arriba, en plano plano, perforado o fuerte. además, deberá cumplir con los detalles establecidos en los lineamientos de la NTC dictados por la Fundación Colombiana de Normas Especializadas y Acreditación (ICONTEC).

## Elementos estructurales

### Figura 2

*Componentes estructurales de una vivienda de un piso*



Fuente: (AIS, 2019)

## Materiales de construcción

Dentro de la estructura del Título E de los Lineamientos de Desarrollo Seguro de Temblor Colombiano, los materiales de desarrollo para el trabajo de mampostería son mano de obra y

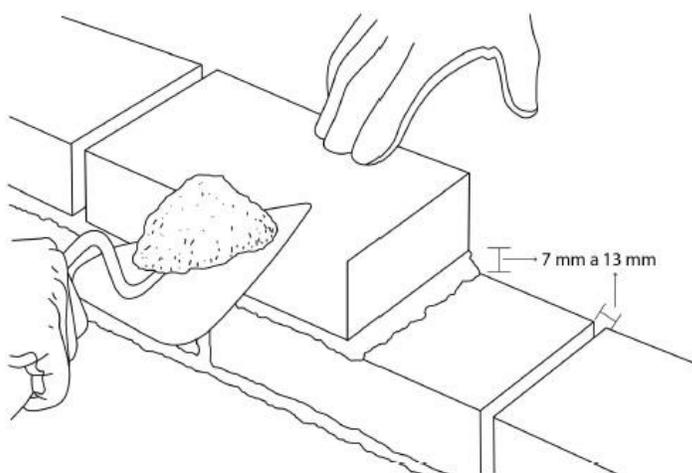
cemento. Para desarrollar la estructura del techo se acostumbra utilizar elementos de madera o metal.

### Unidades de mampostería

El manual describe las unidades de mampostería como componentes colocados físicamente que, junto con el mortero de cemento, forman un muro de mampostería, como se muestra en la Figura 3. Una planta procesadora de piedra típica en Colombia la terminará con arcilla o cemento.

### Figura 3

*Unidades de mampostería unidas con mortero de pega*



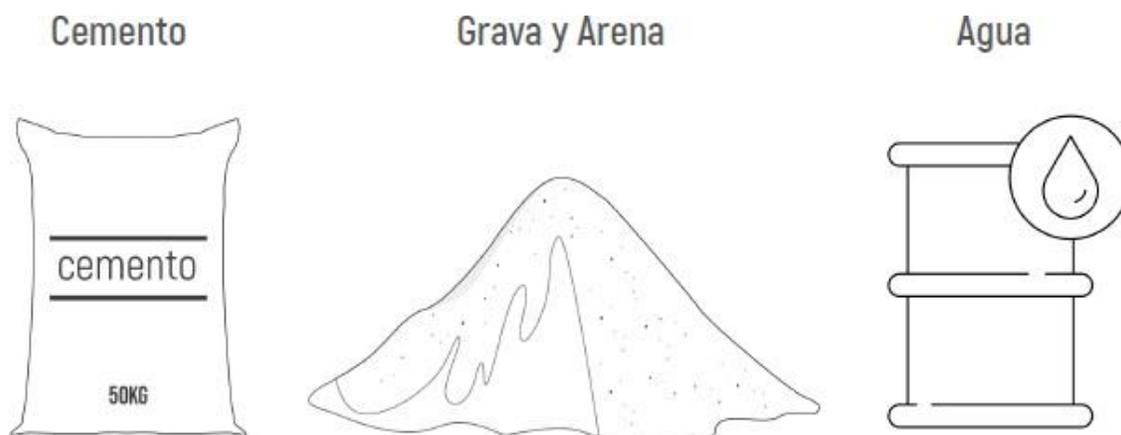
Fuente: (AIS, 2019)

### Concreto estructural

Es una combinación de hormigón, agregado (arena), agregado (roca) y agua. A veces se utilizan aditivos para cambiar ciertas propiedades de un compuesto o sustancia. El término "cemento primario" se utiliza para referirse al hormigón elaborado con alambres, barras o tirantes de acero. El metal base debe estar completamente implantado con acero para evitar la erosión. Para casas de uno y dos pisos, se utiliza cemento primario en la construcción, soportes cerrados de mampostería, ejes y vigas de cimientos de piso y techo. (ARGOS, 2015).

**Figura 4**

*Materiales empleados para la mezcla de concreto*



(AIS, 2019)

**Cemento**

El hormigón debe estar contenido en un embalaje nuevo y exclusivo y debe mantener sus propiedades como polvo fino y sin grumos durante su uso.

El concreto debe almacenarse en un espacio cerrado sin contacto con paredes o paredes que saturarían el concreto. En primer lugar, debe colocarse sobre madera o plástico para evitar la humedad. La columna consta de 12 sacos de hormigón y no puede almacenarse más de 2 meses. Sus propiedades están especificadas en la norma. NTC 121, NTC 321 y NTC 1362 (ARGOS, 2015).

**Agregados**

Los áridos comunes se clasifican en áridos finos (arena) y áridos gruesos (piedras).

Las piedras y la arena no deben contaminarse ni mezclarse con contaminantes como sustancias naturales (tierra), limo o barro. Esto resalta la capacidad de la solución para reducir significativamente las roturas.

El gran espesor total del hormigón armado está limitado por el espacio entre las barras y la necesidad de aplicar fuerzas a la estructura.

### **Dosificación y mezcla del concreto**

Las proporciones de las distintas partes de la mezcla están compuestas de manera que el cemento posterior tenga resistencia, fluidez y costo mínimo satisfactorios. Este último elemento requiere el aprovechamiento óptimo del volumen de hormigón (la parte más cara) para asegurar unas propiedades satisfactorias. Las mediciones de umbral se deben realizar con cuidado, teniendo en cuenta la Tabla 2, dependiendo del componente principal a fabricar. La cantidad de agua (en peso) debe ser aproximadamente el 50% de la cantidad de hormigón (en peso). Las piezas deben evaluarse en términos comparables (contenedor, contenedor, gabinete, etc.). Una vez obtenida una mezcla práctica de buena calidad, se debe ajustar la cantidad de agua añadida.

**Tabla 2**

*Dosificación del concreto*

<b>Elementos estructurales</b>	<b>Cemento</b>	<b>Arena lavada</b>	<b>Grava</b>
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

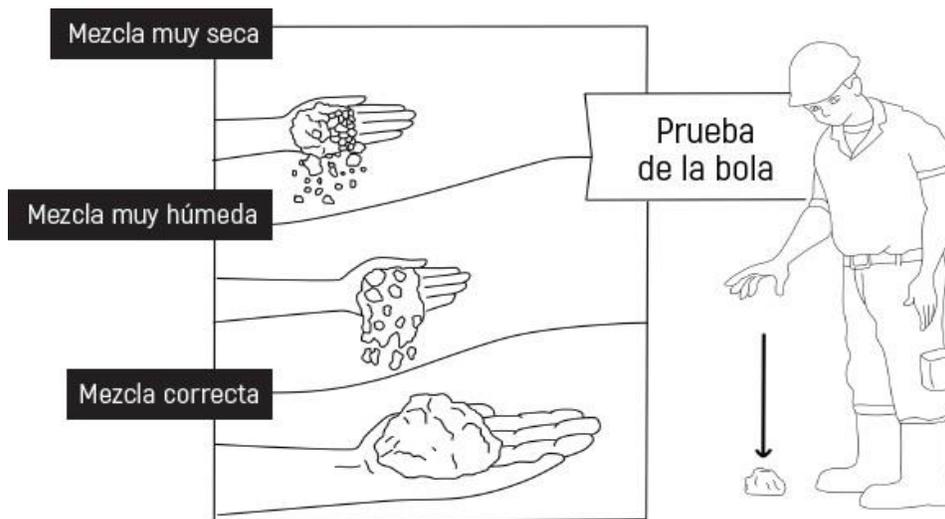
Fuente: (AIS, 2019)

En sistemas mixtos se recomienda evaluar las virutas de arena y colocarlas sobre una superficie perfecta y lisa. Luego agrega las piezas de concreto y mezcla hasta obtener un color

uniforme. Finalmente se añaden las partes de agua y piedra. Después de mezclar los ingredientes, es importante realizar la prueba de la bola haciendo rodar la mezcla hasta formar una bola (Figura 5). Si este marco biliar requiere agua o arena, requiere agua o arena, por lo que en este caso, la pelota está en la mano, porque hay mucha agua en la mezcla.

### Figura 5

#### *Prueba de la bola*

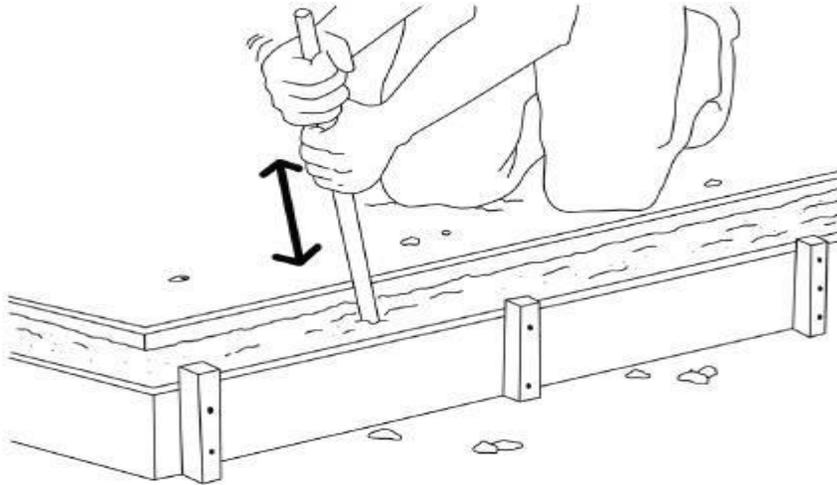


Fuente: (AIS, 2019)

Para eliminar la capa de aire del suelo, se deben eliminar las vibraciones. Una vez que el material esté en su lugar, es importante golpearlo con una palanca plana y recta a lo largo y ancho de la estructura para eliminar los espacios de aire en el material y moverlo a través de los espacios. a la materia. él es. Es un componente estructural que afecta la resistencia, la rigidez y la flexibilidad (Figura 6).

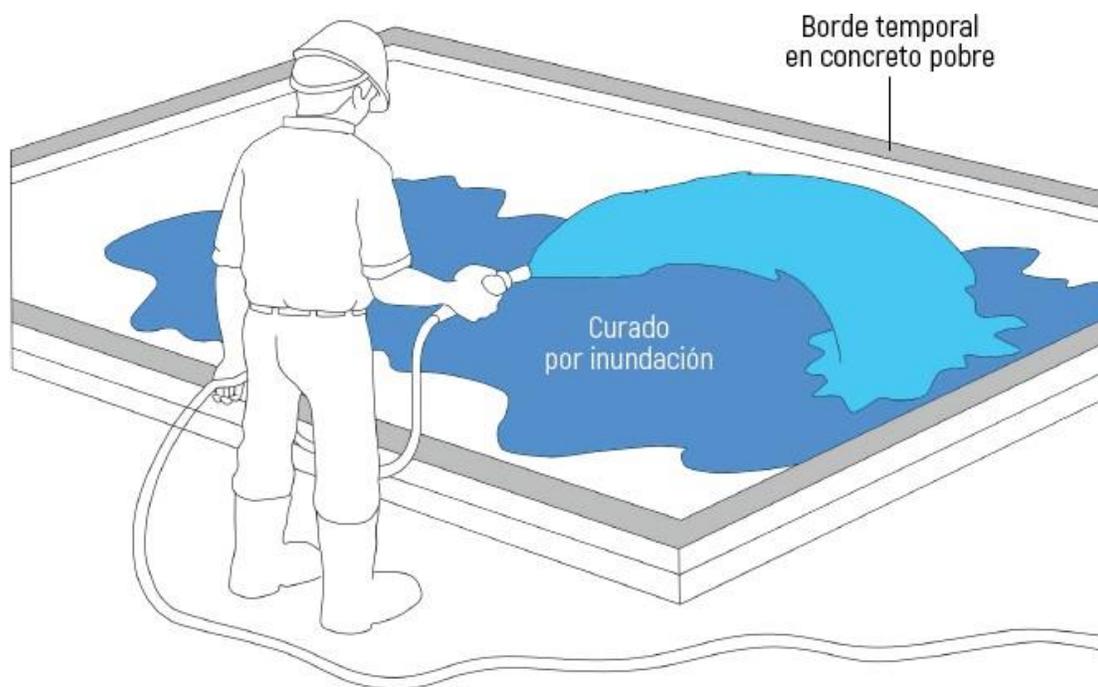
**Figura 6**

*Vibrado de la mezcla de concreto*



Fuente: (AIS, 2019)

Finalmente, se toman pasos básicos importantes para dar una idea de lo que es importante (Figura 7). En esta etapa, el objeto se protege de los efectos de la intemperie y la humedad, y se mantienen las condiciones de temperatura en el interior del objeto, permitiéndole desarrollar las propiedades para las que fue diseñado y almacenado en un ambiente pegajoso. El tiempo de ventilación es de varias semanas. Es muy importante llenar de agua la superficie auxiliar con un aspersor adecuado o manguera perforada y verterla continuamente. No permita que la superficie se seque más mientras corta.

**Figura 7***Curado de la mezcla de concreto*

Fuente: Adaptado de AIS,2019

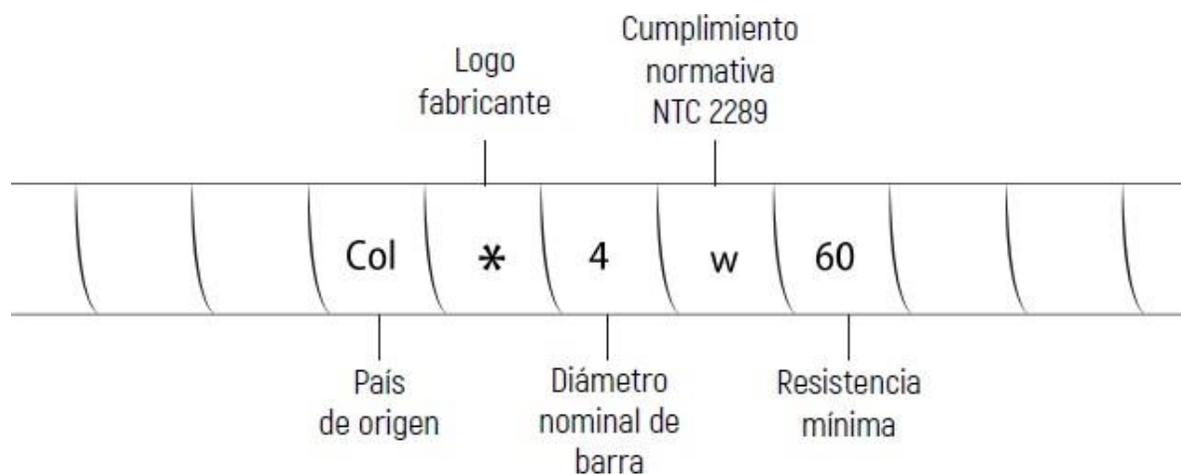
**Acero de refuerzo**

Este es un material de desarrollo que se utiliza para soportar los componentes principales de una estructura según planos de diseño y planos de detalle.

Hay dos tipos de Columbia: acero plano y acero con núcleo. El acero arquitectónico utilizado en obras de desarrollo o cimentación está ranurado para mejorar aún más la adherencia al material y debe ser nuevo y cumplir con la NTC 2289 (Figura 8).

**Figura 8**

*Características del acero corrugado en cumplimiento con la norma NTC 2289*



La tabla 3. Muestra la designación de las barras de acero de refuerzo utilizado en Colombia y su nomenclatura

**Tabla 3**

*Designación del acero corrugado*

<b>Designación de la barra</b>	<b>Diámetro (pulgadas)</b>	<b>Diámetro (milímetros)</b>
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

Fuente: (AIS,2019)

### Longitud de desarrollo

En el segmento principal donde se espera que la resistencia se intensifique, se implantará una cantidad significativa de soporte durante la duración del plan de soporte.

### Longitud de traslapo

En principio, esto debería ser igual al período de mejora. Las tiras conectadas mediante injertos valvulares inalcanzables deben extenderse dinámicamente hasta no más de 1/5 de la longitud de superposición esperada, o 200 mm.

### Gancho estándar

Gire hacia la última de una barra que cumpla con las necesidades de la Guía colombiana de desarrollo seguro contra terremotos. Cada conexión estándar está hecha de distancia de torsión transversal, punto de torsión y extensión recta.

**Tabla 4**

*Longitudes de desarrollo y de empalmes por traslapo*

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

Fuente: (AIS,2019)

## Madera

Para fines de desarrollo, se divide en selección de núcleo simple y núcleo. La madera base seleccionada se utiliza para componentes que pueden soportar cargas importantes: perfiles, vigas, soportes, curvas, balastradas, vigas de forjado, dinteles, escalones, molduras y molduras. La madera de base simple se utiliza como opciones simples y secundarias en componentes de carga adicionales, como bridas, tapas, soportes, soportes, espaciadores, remates, subbases, soportes, soportes y componentes de transición.

## Unidades de medida

Este paréntesis utiliza la Convención de Clasificación Internacional (SI), donde las unidades opuestas para cemento y acero se miden en megapascales (MPa). Sin embargo, dado que se utiliza comúnmente en el desarrollo de estructuras imperiales donde las unidades de resistencia se expresan en libras por pulgada.

**Tabla 5**

### *Unidades de medida*

<b>Unidades de medida</b>				
	<b>Sistema Internacional de Unidades (MPa)</b>	<b>Sistema Inglés (psi=lbf/in<sup>2</sup>)</b>	<b>Sistema Técnico de Unidades (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Usos</b>
<b>Conversión</b>	1	142,857	10	
	0,007	1	0,07	
<b>Resistencias y tipos de uso del concreto</b>				
<b>Concreto</b>	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	

Continuación tabla 5

	Resistencias del acero		
	240	34285,7	2400
<b>Conversión</b>	412	58857,1	4120
	420	60000	4200

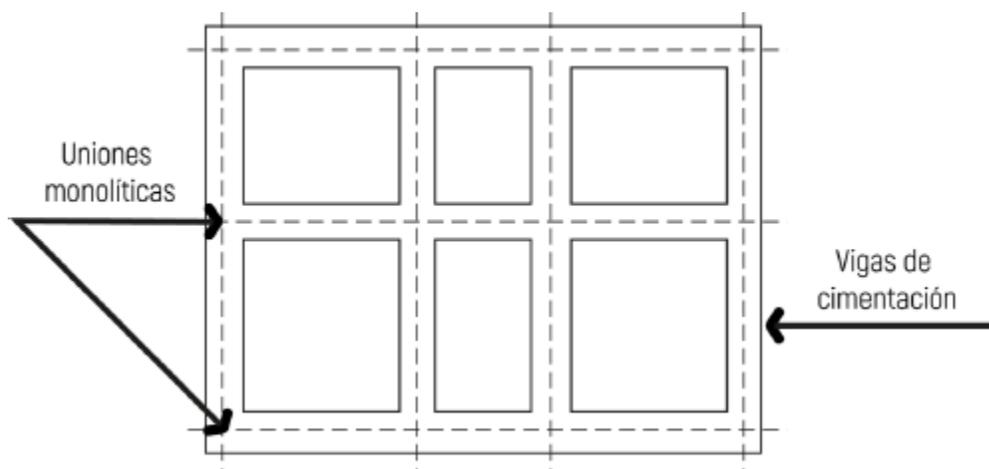
Fuente: (AIS,2019)

## 2. DISEÑO DE CIMENTACIONES

Una cimentación se describe como un grupo de componentes principales que se espera que soporten los pilotes de una estructura en el suelo o en un lecho de roca. La estructura de cimentación debe tener suficiente resistencia para evitar asentamientos diferenciales desafortunados. El kit de base debe incluir lo anterior. (AIS, 2020).

### Figura 9

*Esquema en planta del sistema reticular de vigas que configuran anillos cerrados y continuos*



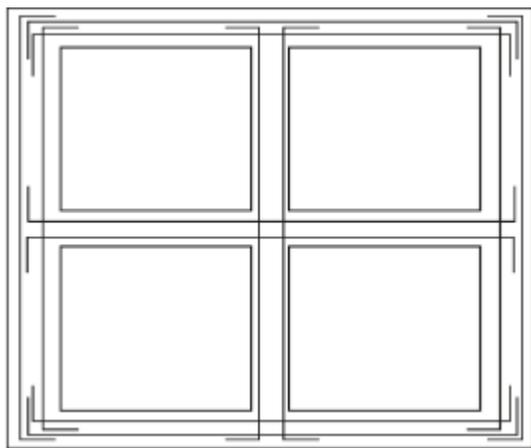
Fuente: (AIS, 2020)

Se colocarán vigas de cimentación debajo de todas las paredes del edificio en la cabecera de las dos unidades principales. Si la relación longitud/anchura de uno de los anillos del marco de cimentación es más pronunciada que la de los otros dos anillos o viceversa, las vigas de cimentación deben construirse parcialmente si los lados interiores superan los 4,0 m y soportan

todos los soportes. Para paredes, los lados principales se pueden reducir a 20 \* 20 cm. La convergencia de los componentes de la base debe ser fuerte y los accesorios deben fijarse al exterior de los componentes del terminal transversal utilizando conexiones estándar de 90°, como se muestra en la Figura 10. (AIS, 2020)

### **Figura 10**

*Ganchos de anclaje en vigas de cimentación*



Fuente: (AIS, 2020)

### **Viga de cimentación en vivienda de un piso**

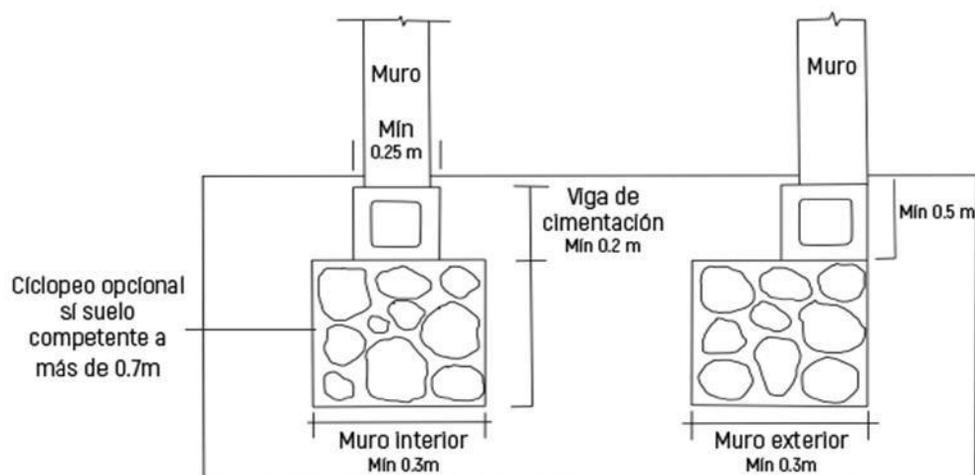
Independientemente de la zona de riesgo sísmico, la cimentación ligera de un piso debe tener un ancho de cuerpo principal de 25 cm x una altura de 20 cm. La parte inferior del radio de la base debe estar aproximadamente 20 pulgadas por debajo del nivel terminado de la capa base. En las cimentaciones radiales, las cimentaciones se construyen hasta el nivel de la capa base, donde se colocan, apoyan, pegan o hormigonan las depresiones radiales principales. Los sujetadores deben coincidir desde la base hasta los cimientos.

Cuando la tierra firme supere los 70 centímetros de profundidad, se podrá rebajar el nivel del establecimiento, poniendo el pozo del sobrecimiento sobre una carga ciclópea de gran altura

con un ancho de base de 30 centímetros y un nivel de base de 20 centímetros, como desplegado. se muestra en la figura 11.

### Figura 11

#### Configuración de la cimentación



Fuente: (AIS, 2019)

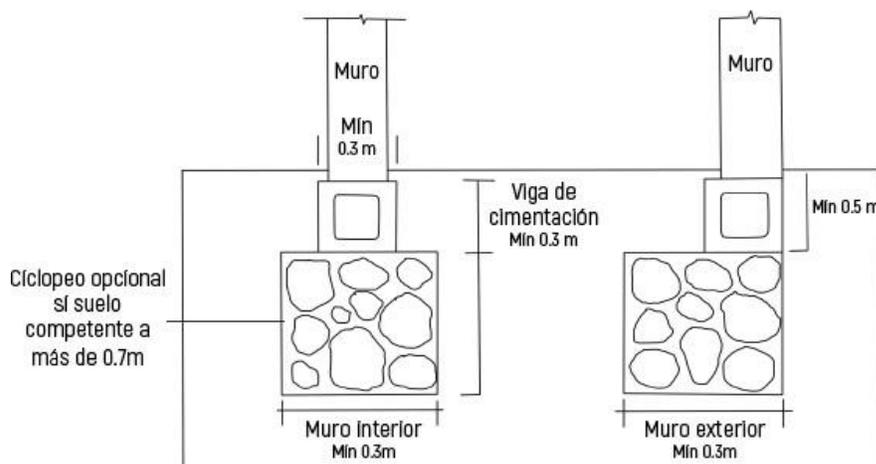
### Viga de cimentación en vivienda de dos pisos

La parte inferior del radio de la base debe estar al menos 20 pulgadas por debajo del nivel terminado del piso base. En los cimientos radiales, la restricción radial primaria se logra apoyando, pegando o moviendo un cimiento de concreto moldeado en el lugar al nivel del primer piso.

Las secciones limitantes deben ser constantes desde la cimentación hasta el zócalo. Cuando el suelo técnico esté a más de 70 centímetros de profundidad, el nivel del zócalo se puede reducir colocando el pozo del edificio sobre una carga ciclópea de gran altura con un ancho de base de 30 centímetros y un nivel de base de 20 centímetros, como desplegado. en la figura 12.

**Figura 12**

*Viga de cimentación de una vivienda de dos pisos*



Fuente: (AIS, 2019)

**Tabla 6**

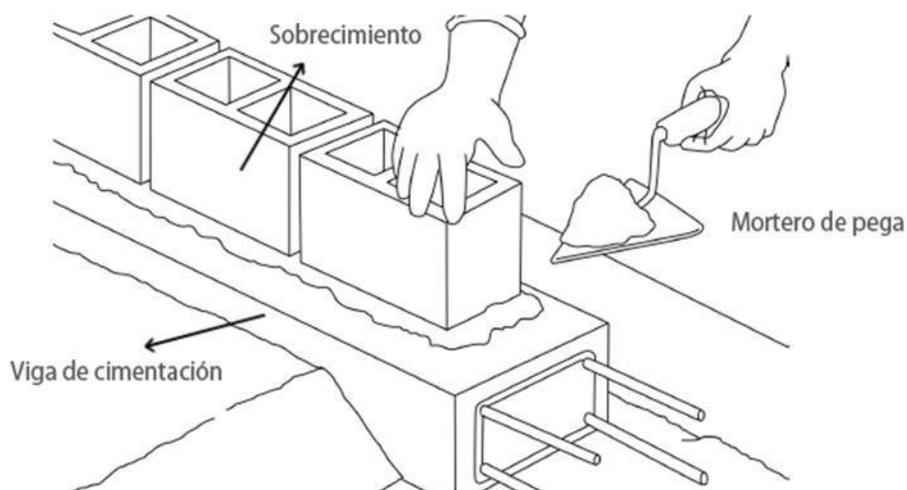
*Valores mínimos para dimensiones, resistencia de materiales y refuerzo de cimentaciones*

	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	
Estribos	No. 2 a 200 mm	No. 2 a 200 mm	240	17,5
Acero para anclaje de muros	No. 3	No. 3	412	

Fuente: (AIS, 2019)

### **Sobrecimientos**

La calidad base de los cimientos debe irradiar una profundidad de base de 20 pulgadas por debajo de la calidad terminada de la capa base. Deberá descansar sobre una base que puede consistir de mano de obra mixta, apuntalamiento u concreto de acuerdo con los requisitos del Título D, E o C de la Guía de Columbia para el Desarrollo Seguro en Terremotos mayores a aproximadamente 80 cm. La tierra sale. Básico. nivel de acabado del piso (Figura 13).

**Figura 13***Sobrecimiento anclado a la cimentación*

Fuente: (AIS, 2019)

### 3. MUROS ESTRUCTURALES Y MUROS DIVISORIOS

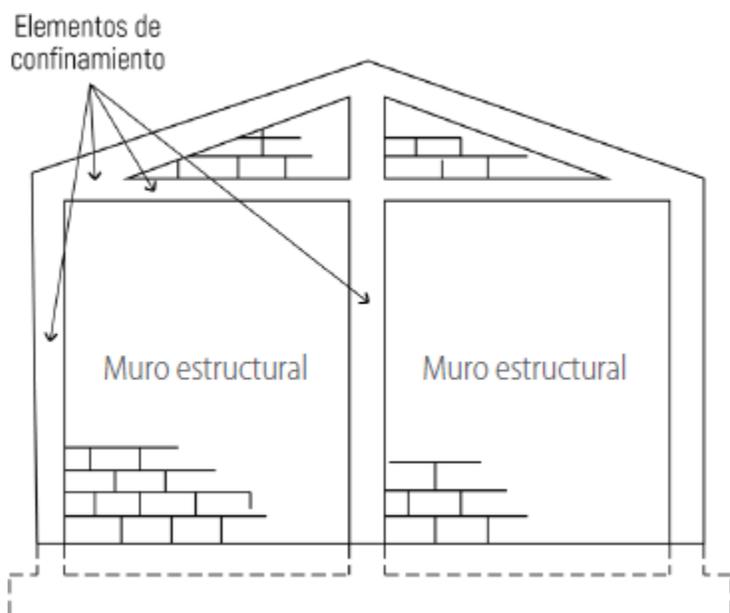
#### Muros estructurales

La ubicación de los muros de base se dispondrá de manera que proporcione una protección adecuada contra los efectos sísmicos en el plano en los dos planos de base del plan, teniendo en cuenta únicamente la resistencia de cada muro en ese plano.

Los muros principales resisten fuerzas planas horizontales equilibradas desde el nivel urbanizado hasta el anclaje, cargas verticales desde el techo y el entrepiso, y el peso propio.

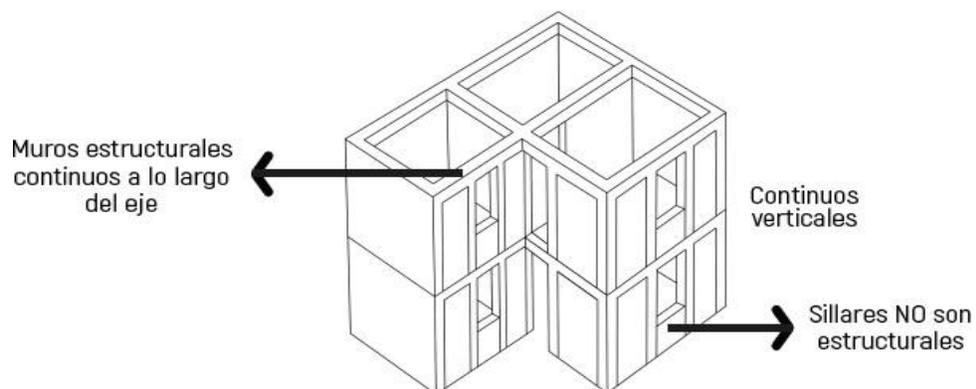
(AIS, 2020).

Los muros individuales soportan cargas laterales que están principalmente equilibradas en planta, por lo que es importante que el muro esté ubicado en dos frentes simétricos o que sea aproximadamente simétrico cuando se ve en planta. Las paredes deben tener aproximadamente la misma longitud y al mismo tiempo tener una longitud de al menos 100 cm. (AIS, 2020).

**Figura 14***Muros estructurales en mampostería confinada*

Fuente: (AIS, 2019)

En un nivel dado, un muro primario es un muro que muestra una progresión vertical desde los cimientos hasta la abertura superior de ese nivel sin ningún tipo de abertura. (ISA, 2020).

**Figura 15***Continuidad y alineamiento de muros estructurales*

Fuente: (AIS, 2019)

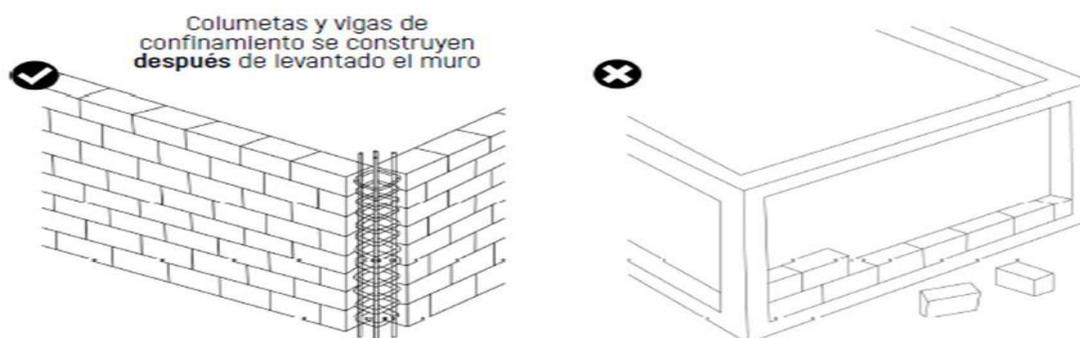
#### 4. CONFINAMIENTO VERTICAL

##### **Columnetas de confinamiento**

Los postes de cerca son por defecto de hormigón armado porque su principal resistencia estructural es mantener unidos los muros y limitar su desarrollo durante los terremotos. Una prioridad mucho mayor es una resistencia a la compresión de al menos 17,5 MPa (2500 psi). (AIS, 2020).

##### **Figura 16**

*Adecuada construcción de elementos de confinamiento*



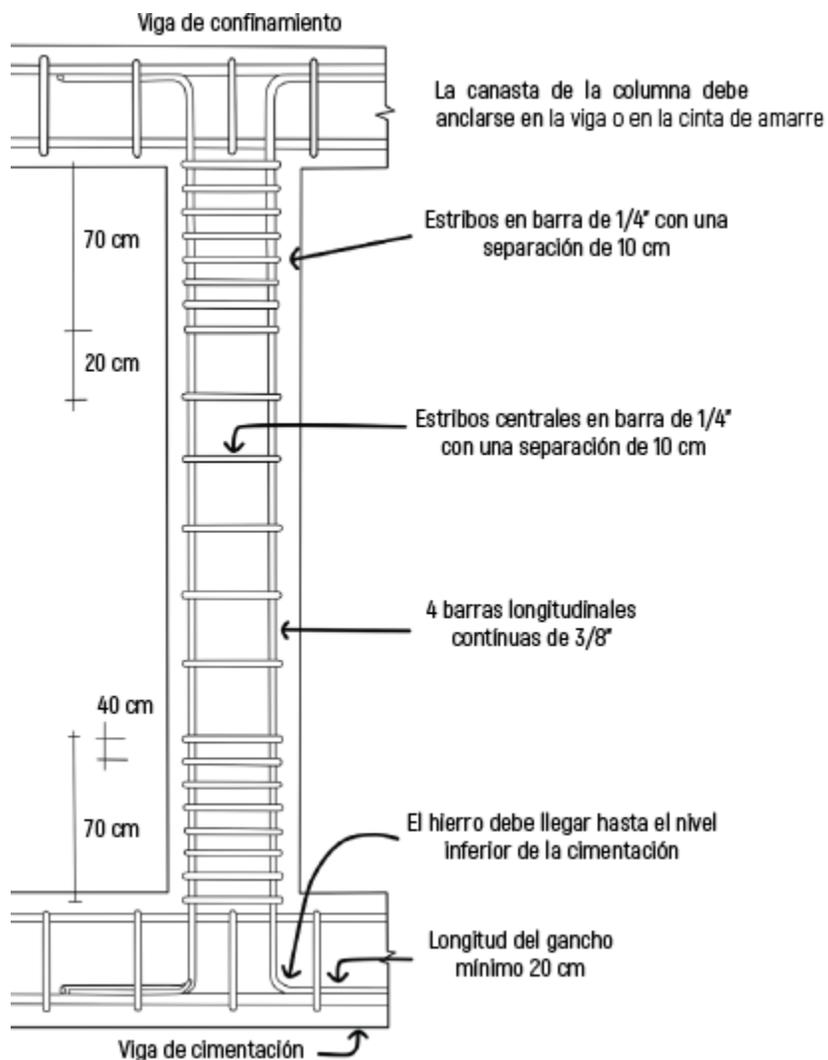
Fuente: (AIS, 2019)

El segmento de control debe tener una base horizontal de 200 centímetros cuadrados (200 cm<sup>2</sup>). (AIS, 2020)

La Figura 17 muestra la distribución del refuerzo para restricciones verticales.

**Figura 17**

*Distribución del refuerzo en la sección de la columneta de confinamiento*



Fuente: (AIS, 2019)

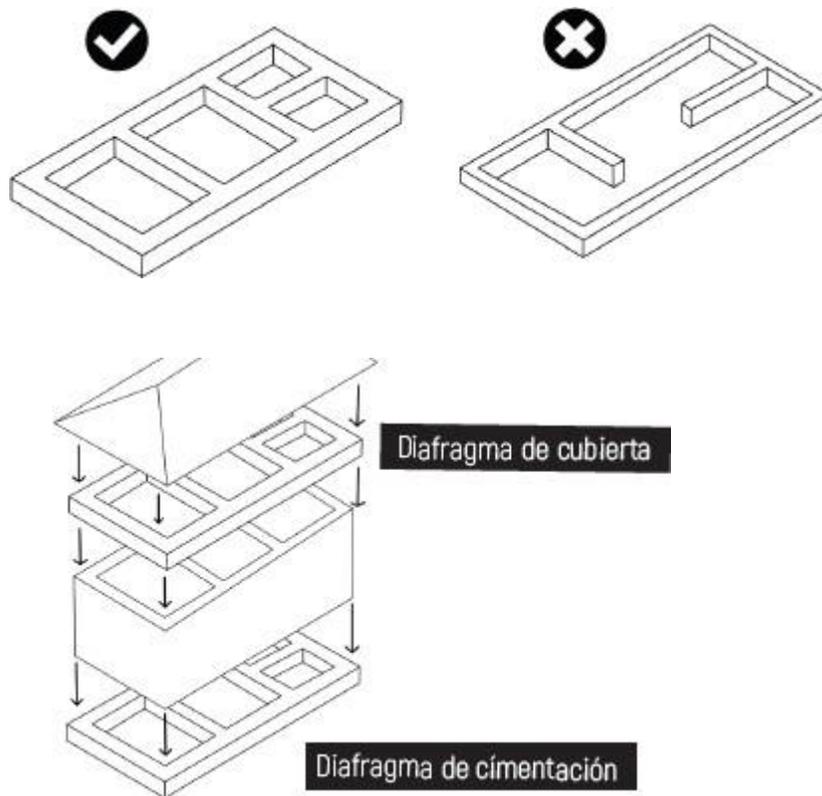
## 5. CONFINAMIENTO HORIZONTAL

### Diafragmas horizontales

Una carcasa plana continua que forma un circuito cerrado en los cimientos, el entrepiso y el techo debe estar provista de vigas de unión donde haya paredes y vigas sin paredes. (AIS, 2020)

**Figura 18**

*Diafragma estructural continuo y discontinuo. Diafragmas adecuados en el nivel de cimentación y de cubierta*



Fuente: (AIS, 2019)

Otro cálculo para evaluar la altura final de los muros de edificios de dos pisos para diferentes zonas de riesgo sísmico, teniendo en cuenta la altura máxima de los muros de los edificios de un piso y el espesor mínimo aparente de los muros de los edificios de dos pisos para muros subyacentes en un solo nivel.

**Tabla 7***Altura máxima del muro en viviendas de un piso y dos pisos*

<b>Vivienda de un piso</b>	<b>Zona de amenaza sísmica</b>		
	<b>Alta</b>	<b>Intermedia</b>	<b>Baja</b>
Espesor muro (m)	11	10	9.5
Altura máxima del muro (cm)	275	250	237.5
<b>Vivienda de dos pisos</b>			
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

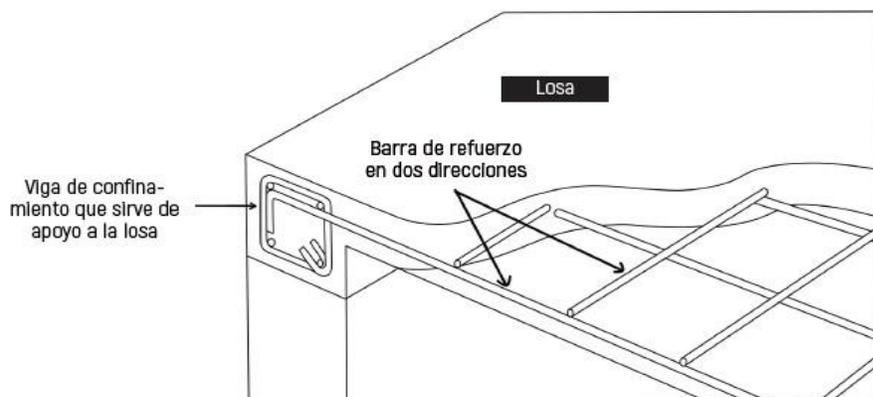
Fuente: (AIS, 2019)

## 6. LOSA DE ENTREPISO

La estructura del piso de casas de uno y dos pisos con un interior plano en un entrepiso se puede diseñar con secciones sólidas o transversales. La resistencia a la compresión básica de los materiales estructurales subterráneos es de 2500 psi (17,5 MPa). La resistencia de la base de los soportes transversales y longitudinales del eje y la viga es de 420 MPa (60 000 psi). Los soportes transversales (puntales y conexiones) de barras y vigas tendrán una resistencia máxima de 240 MPa (35.000 psi). (AIS, 2020).

### Losa Maciza

Consta de tramos longitudinales de hormigón armado en dos direcciones.

**Figura 19***Losa maciza*

Fuente: (AIS, 2019)

La Tabla 8 a continuación muestra el espesor de la placa rígida requerida en función de la distancia entre apoyos en la dirección principal o luz de diseño y la cantidad mínima de refuerzo requerida tanto en la dirección principal como en la auxiliar. (AIS, 2020)

**Tabla 8***Refuerzo mínimo en losas macizas*

Luz de Diseño (m)	Espesor Mínimo (mm)	Refuerzo Mínimo	
		Principal	Secundario
1.0 - 2.0	80	1N° 4 cada 300 mm	1N° 2 cada 200 mm
2.1 - 2.5	100	1N° 4 cada 300 mm	1N° 2 cada 150 mm
2.6 - 3.0	120	1N° 4 cada 250 mm	1N° 3 cada 250 mm
3.1 - 3.5	150	1N° 4 cada 250 mm	1N° 3 cada 200 mm
3.6 - 4.0	180	1N° 4 cada 200 mm	1N° 2 cada 150 mm, arriba y abajo

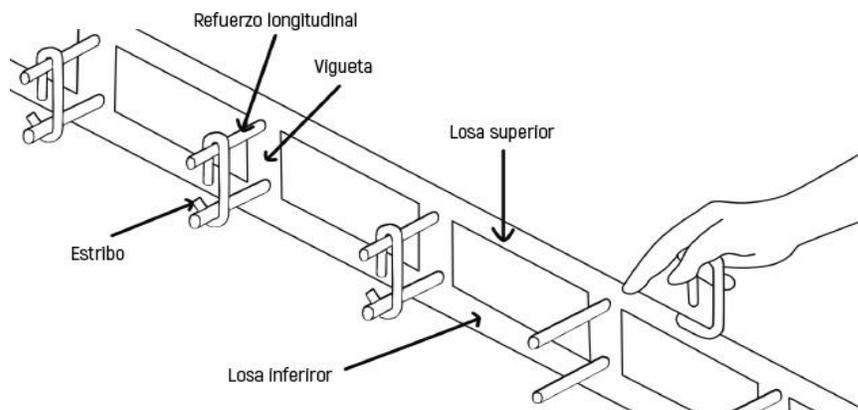
Fuente: (AIS, 2020)

## Losa aligerada

Se hace cuando se espera que alcance una distancia mayor que la que puede alcanzar la parte más fuerte. Consiste en sustituir parte de la superficie importante por material de iluminación (cajas, bloques o tacos de madera). (AIS, 2020).

### Figura 20

#### *Losa aligerada*



Fuente: (AIS, 2019)

La cantidad mínima de refuerzo de acero para vigas de placa liviana (Tabla 19) se determina de la siguiente manera (AIS, 2020).

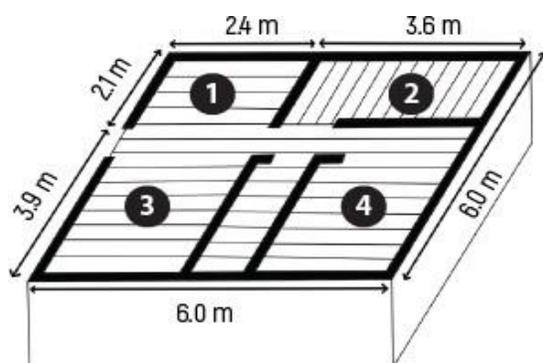
**Tabla 9***Refuerzo mínimo para viguetas de losas aligeradas*

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

Fuente: (AIS, 2020)

**Losa prefabricada**

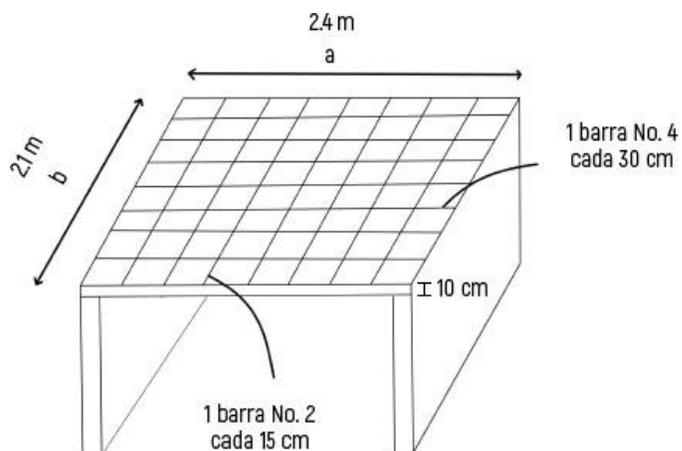
A partir de piezas inutilizables, fuertes o relajadas utilizando materiales similares. Después de 28 días, cuando la resistencia a la compresión del material alcanza aproximadamente 7,5 MPa, se coloca el perfil prefabricado en la pared, seguido de las vigas finales.

**Figura 21***Losa maciza con muros intermedios*

Fuente: (AIS, 2019)

**Figura 22**

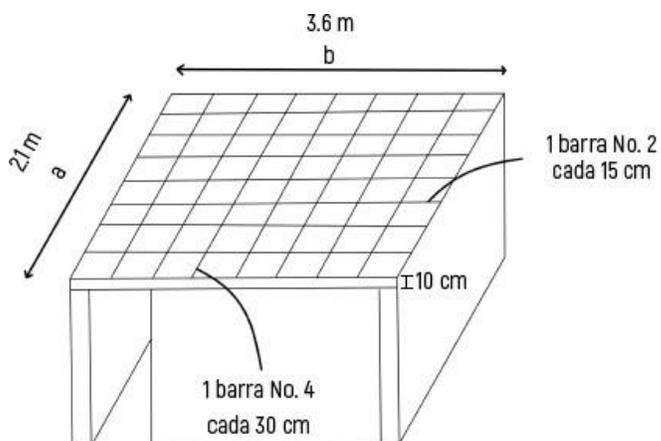
*Refuerzo longitudinal para la zona 1 de la losa maciza*



Fuente: (AIS, 2019)

**Figura 23**

*Refuerzo longitudinal para la zona 2 de la losa maciza*



Fuente: (AIS, 2019)

## 7. CUBIERTAS

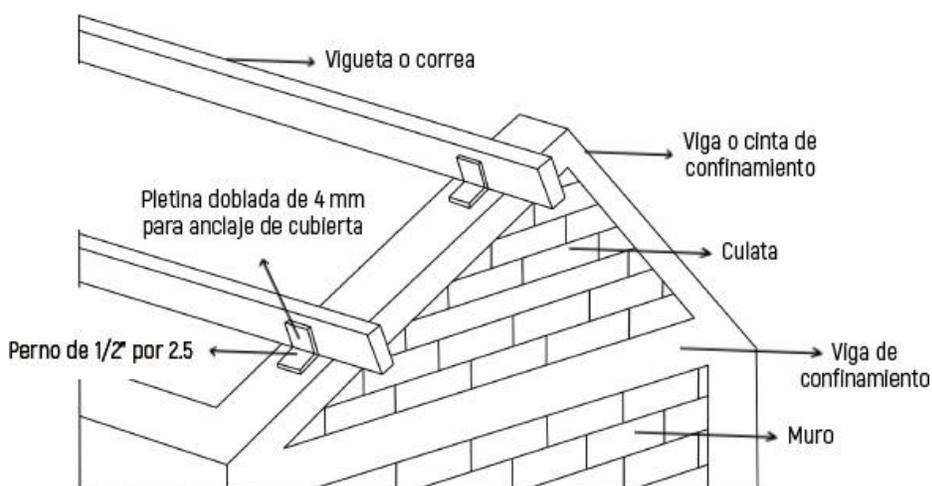
Los elementos del techo de todos los materiales deben formar bloques estables contra cargas horizontales. Por lo tanto, para garantizar la estabilidad general, es importante utilizar

elementos de soporte adecuados, como tirantes, cuerdas y soportes en el marco y la viga fija.

(ISA, 2020).

### Figura 24

#### *Detalles de la cubierta*



Fuente: (AIS, 2019)

Las correas o componentes que comunican las cargas del techo con los muros primarios de carga del montón deben planificarse de modo que transmitan las cargas verticales y de nivel y se amarren en el eje que se une al muro de unión. (ISA, 2020)

La cubierta es el componente principal que no es muy importante para la resistencia a los terremotos. Su capacidad es proteger la estructura de condiciones climáticas adversas (lluvia, granizo, viento, caída de escombros, cambios de temperatura, etc.). Por lo tanto, es importante pensar en un gran plan para garantizar que su edificio no se derrumbe y afecte a los inquilinos. Las viguetas o viguetas de lámina deberán estar soportadas por una placa base de 4 mm de espesor, girada en un punto y asegurada a los soportes o correas de tope con tornillos maestros de 1/2" de ancho por 2,5" de largo.



**Universidad Francisco  
de Paula Santander**  
Ocaña - Colombia  
Vigilada Mineducación

**Tecnología en Obras Civiles**

**2023**

## Conclusiones

A partir de la monografía realizada, se tiende a razonar que gran parte de los daños significativos a las estructuras abiertas y privadas han sido el resultado de la falta o inexistencia de estudios de suelo, baja calidad de los materiales, modelo compositivo y subyacente deficiente, falta de marcos de desarrollo. y supervisión de obras. Debido a que no se pueden evitar los temblores sísmicos, se deben tomar todas las medidas pertinentes para evitar el número de muertos tanto como sea posible y limitar los daños materiales. Seguir las sugerencias de lo que se debe terminar antes, durante y después de un evento sísmico. Debido a que se presenta el plan de una estructura esporádica, es fundamental buscar el asesoramiento de maestros expertos en el área. La adquisición de datos sobre la ejecución segura contra temblores de construcciones de 1 y 2 pisos es de vital importancia.

Una breve guía para los procedimientos de diseño y construcción de casas de uno y dos pisos resistentes a terremotos. Fue desarrollado como un recurso educativo para mejorar las prácticas de construcción sísmica y para clases prácticas de albañilería interior, especialmente cuando se realizan construcciones residenciales sin supervisión técnica. Posteriormente se utilizó en trabajos de construcción, ya que proporcionaba recomendaciones simples pero importantes sobre cómo construir casas seguras utilizando tecnología de albañilería limitada.

El manual está diseñado principalmente para apoyar el trabajo de los trabajadores de la construcción en casas afectadas por el terremoto, pero también puede ser útil para gobiernos locales, organizaciones no gubernamentales, organizaciones humanitarias internacionales y otras agencias de desarrollo.

Se dispone una serie de muros de cimentación para proporcionar una protección adecuada contra choques sísmicos en el plano en ambas caras de cimentación del arreglo, considerando

solo la resistencia longitudinal de cada muro. El muro inferior resiste eficazmente las fuerzas horizontales alineadas en el plano de la estructura desde la altura a la que está construido, las cargas verticales debidas a la cubierta y entrepiso y su propio peso.

Un arreglo de diafragmas que potencia labrado por las paredes primarias trabajando juntas, a través de lazos que envían a cada pared la potencia horizontal que debe soportar. Los durmientes para la actividad del diafragma deberán estar situados en el interior de la cubierta y entrepisos y planeados según las determinaciones dadas.

Un marco de construcción que comunica las pilas obtenidas de la capacidad subyacente de cada pared al suelo. El marco de construcción debe tener la firmeza adecuada para evitar asentamientos diferenciales no deseados.

Para que un muro sea considerado muro principal, debe estar anclado durante la construcción. Cada muro principal debe encajar entre la estructura y la abertura rápidamente dominante, ya sea un entrepiso o un techo. En una casa de dos pisos, la pared principal que pasa por el entrepiso debe ser continua hasta el techo para que se considere la base del siguiente piso. Sin embargo, no debe reducirse a la mayor parte de su longitud. Los niveles principales están determinados por si las paredes están hechas por separado de piedras afiladas o marcadas con baharek, hasta que se cumplan los requisitos de cada nivel. Las paredes del segundo piso que no se ajusten a la estructura no pueden considerarse paredes primarias. Si la estructura es un muro de conexión y se extiende a lo largo del entrepiso hasta el techo, su longitud será más visible en el segundo piso que en el primer piso y aparecerá como la masa principal del siguiente piso, o más bien su longitud será mayor. visible en el segundo y primer piso.

La anomalía matemática en el plan debe evitarse. Para ello, se deberá comprobar que se cumplan los impedimentos previstos, para las anomalías de 1P y 2P y manténgase alejado de

algún otro tipo de anomalía en el plano. Las formas impredecibles podrían transformarse, por desintegración, en unas pocas formas normales, consintiendo al detalle de juntas sísmicas, anomalías y alejamiento de algún otro tipo de anomalía en el nivel. En el momento en que la construcción tiene una forma esporádica en nivel, muy bien puede separarse en formas normales segregadas, siguiendo el detalle para juntas sísmicas dadas.

Los aumentos externos o los cambios internos en los materiales y los marcos de desarrollo únicos en relación con el resto de la estructura deben mantenerse alejados o convenientemente aislados. El exterior del edificio Baharek no estará sujeto a trabajos de albañilería ni modificaciones. Además, para estructuras construidas con cocinas, baños o bahareks, se deben evitar opciones como habitaciones de ladrillo adicionales. Todas las extensiones y modificaciones a las estructuras de Bahareque deben construirse con este material alternativo, a menos que la extensión o alteración esté lo suficientemente aislada del resto de la estructura para permitirle operar libremente y protegerse y superar la seguridad y la interrupción.

## Referencias

- AIS. (2010). Bogotá, M.P. [Dr. Jorge Iván Palacio Palacio]: Comisión Asesora Permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes. Obtenido de <https://www.oas.org/es/cidh/mandato/Basicos/13.CONVENCION.BELEN%20DO%20P ARA.pdf>
- AIS. (2019). Bogotá, M.P. [Dr. Manuel José Cepeda Espinosa]: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Obtenido de <https://www.corteconstitucional.gov.co/T-025-04/AUTOS%202008/91.%20Auto%20del%2014-04-2008.%20Auto%20092.%20Protecci%C3%B3n%20mujeres%20v%C3%ADctimas%20del%20desplazamiento.pdf>
- AIS. (2020). Bogotá, M.P. [Dr. Gabriel Eduardo Mendoza Martelo]: Comisión Asesora Permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes. Obtenido de <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2012/C-253A-12.htm>
- ARGOS. (2015). Guía para la construcción de vivienda tradicional de uno y dos pisos. Obtenido de <http://www.360enconcreto.com/DesktopModules/EasyDNNNews/DocumentDownload.aspx?portalid=3&moduleid=8315&articleid=1379&documentid=5323>
- ASTM C129. (2011). ASTM SPECIFICATIONS FOR CONCRETE MASONRY UNITS. Obtenido de <https://ncma.org/resource/astm-specifications-for-concrete-masonry-units/>
- ASTM C212. (2021). Standard Specification for Structural Clay Facing Tile. Obtenido de <https://www.astm.org/c0212-21.html>
- ASTM C216. (2021). Standard Specification for Facing Brick (Solid Masonry Units Made from Clay or Shale). Obtenido de <https://www.astm.org/c0216-21.html>
- ASTM C34. (2017). Standard Specification for Structural Clay Loadbearing Wall Tile. Obtenido de <https://www.astm.org/c0034-17.html>
- ASTM C55. (2017). Standard Specification for Concrete Building Brick. Obtenido de <https://www.astm.org/c0055-17.html>
- ASTM C56. (2013). Obtenido de [https://global.ihs.com/doc\\_detail.cfm?document\\_name=ASTM%20C56&item\\_s\\_key=00014810](https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=ASTM%20C56&item_s_key=00014810)

- ASTM C62. (2017). Standard Specification for Building Brick (Solid Masonry Units Made From Clay or Shale). Obtenido de <https://tienda.aenor.com/norma-astm-c62-01-001514>
- ASTM C652. (2021). Standard Specification for Hollow Brick (Hollow Masonry Units Made From Clay or Shale). Obtenido de <https://www.astm.org/c0652-21.html>
- ASTM C90. (2021). Standard Specification for Loadbearing Concrete Masonry Units. Obtenido de <https://www.astm.org/c0090-21.html>
- Build. C. (2015). Manual de Evaluación y Reforzamiento Sísmico para Reducción de Vulnerabilidad en Viviendas. Obtenido de [https://buildchange.org/app/uploads/2016/04/15-11-05BC\\_Manual-de-Evaluacion-y-Reforzamiento.pdf](https://buildchange.org/app/uploads/2016/04/15-11-05BC_Manual-de-Evaluacion-y-Reforzamiento.pdf)
- Ley 1523. (2012). 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. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>
- Ley 387. (1997). Por la cual se adoptan medidas para la prevención del desplazamiento forzado; la atención, protección, consolidación y estabilización socioeconómica de los desplazados internos por la violencia en la República de Colombia. Obtenido de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0387\\_1997.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0387_1997.html)
- Ley 388. (1997). Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>
- Ley 400. (1997). por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=336>
- Ley 82. (1993). "Por la cual se expiden normas para apoyar de manera especial a la mujer cabeza de familia". Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4640#:~:text=El%20Estado%20definir%C3%A1%20mediante%20reglamento,por%20excepci%C3%B3n%20de%20manera%20gratuita.>
- NTC 121. (1982). Obtenido de [https://www.academia.edu/39006642/NORMA\\_T%C3%89CNICA\\_NTC\\_COLOMBIANA\\_121](https://www.academia.edu/39006642/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_121)

- NTC 1362. (1977). CEMENTO PÓRTLAND BLANCO. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/421930549/NTC-1362>
- NTC 2050. (2020). contec lanza al mercado el nuevo Código Eléctrico Colombiano 2050: 2020. Obtenido de <https://www.conte.org.co/icontec-lanza-al-mercado-el-nuevo-codigo-electrico-colombia-2050-2020/#:~:text=La%20nueva%20versi%C3%B3n%20del%20C%C3%B3digo,implementar%20en%20las%20instalaciones%20el%C3%A9ctricas.>
- NTC 2289. (2015). BARRAS CORRUGADAS Y LISAS DE ACERO DE BAJA ALEACIÓN, PARA REFUERZO DE CONCRETO. Obtenido de [https://members.wto.org/crnattachments/2017/TBT/COL/17\\_0121\\_01\\_s.pdf](https://members.wto.org/crnattachments/2017/TBT/COL/17_0121_01_s.pdf)
- NTC 321 . (1982). INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA. CEMENTO PÓRTLAND. ESPECIFICACIONES QUÍMICAS. Obtenido de <https://fddocuments.in/document/ntc-321-cemento-portland-especificaciones-quimicas.html>
- NTC 4026. (1997). INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA. UNIDADES (BLOQUES Y LADRILLOS) DE CONCRETO, PARA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL. Obtenido de <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4017/Anexo%208%20NTC-4026.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- NTC 4076. (1997). INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA. UNIDADES (BLOQUES Y LADRILLOS) DE CONCRETO, PARA MAMPOSTERÍA NO ESTRUCTURAL INTERIOR Y CHAPAS DE CONCRETO. Obtenido de <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4017/Anexo%207%20NTC-4076.pdf?sequence=8&isAllowed=y>
- NTC 4205. (2000). INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA. UNIDADES DE MANPOSTERÍA DE ARCILLA COCIDA. LADRILLOS Y BLOQUES CERÁMICOS. Obtenido de <http://www.cytarcillasyprefabricados.com/wp-content/uploads/2017/02/NTC-4205-Unidades-de-mamposteria-de-arcilla-ladrillos-y-bloques-ceramicos.pdf>
- UNGRD. (2015). Obtenido de [http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/preparativos\\_frente\\_sismo\\_UNGRD.pdf&ved=2ahUKEwi3p7rli6bsAhUowlkKHdQKBF8QF-jAOegQIARAB&usg=AOvVaw1-9V1rOcuTOke7zcFQT0rN](http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/preparativos_frente_sismo_UNGRD.pdf&ved=2ahUKEwi3p7rli6bsAhUowlkKHdQKBF8QF-jAOegQIARAB&usg=AOvVaw1-9V1rOcuTOke7zcFQT0rN)

UNGRD. (2021). Guía para la construcción de viviendas sismo resistentes de mampostería confinada de uno y dos pisos: Guía de estudio Componentes estructurales que garantizan la sismo resistencia. Obtenido de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/32754>