

Señor

Juez 31 Civil Municipal de Cali

j31cmcali@cendoj.ramajudicial.gov.co

E. S. D.

Referencia: Proceso Verbal de Responsabilidad Civil Extracontractual
Demandante: Luis Carlos Rebolledo Noriega (C.C. No. 16'631.128)
Demandados: Nueva-Inversión S.A.S. (NIT 900.363.764-0)
EMECE Ingeniería S.A.S. (NIT 900.963.807-3)
Aseguradora Solidaria de Colombia (NIT 860.524.654-6)
Radicación: **76001400303120180029300**

Pedro José Henao Montes, mayor de edad, domiciliado y residente en Cali, identificado con la cédula de ciudadanía número 16'739.586 expedida en Cali, abogado titulado y en ejercicio, con Tarjeta Profesional número 131.336 del Consejo Superior de la Judicatura, obrando como apoderado judicial de la sociedad **Nueva-Inversión S.A.S.**, domiciliada en Santiago de Cali, identificada con NIT. 900.363.764-0, constituida por Documento privado del 3 de mayo de 2010 de Cali, Inscrito en la Cámara de Comercio de Cali el 16 de junio de 2010, bajo el número 7127 del Libro IX, con Matrícula Mercantil número 793885-16 del 17 de junio de 2010, según poder especial conferido por **María Isabel Cadena Ríos**, mayor de edad, domiciliada y residente en la ciudad de Cali, identificada con la Cédula de Ciudadanía No. 66'829.783 expedida en Cali, en su calidad de Representante Legal Principal de dicha sociedad, según poder especial aportado el cinco (5) de noviembre de 2020 mediante correo electrónico, el cual ya consta en el expediente, procedo oportunamente a **contestar la demanda** propuesta por el demandante **Luis Carlos Rebolledo Noriega**, de acuerdo con lo establecido por el artículo **96** del Código General del Proceso y demás normas concordantes.

En cuanto a los Hechos.

Al Hecho 1º: Aparece como prueba en el proceso una fotocopia simple de una tarjeta profesional que sería del señor Rebolledo Noriega.

Sin embargo, por obligación los profesionales prestadores de salud tienen la obligación de inscribirse en el registro único nacional del talento humano en salud (RETHUS), para poder ejercer legalmente su profesión de acuerdo con la Ley 1164 de 2007.

Sobre el particular ha considerado la Honorable Corte Constitucional en Sentencia T-206 de 2004, con ponencia de Manuel José Cepeda Espinosa:

“...la inscripción en el registro especial de prestadores de servicios de salud conlleva la autorización para ejercer la medicina. De tal manera, quien no esté inscrito en este registro, no podrá prestar servicios de salud, a pesar de que ostente los títulos que acreditan su formación en educación superior

Carrera 57 #2A-39, Barrio Cuarto de Legua
Teléfonos. 889 49 12 - 889 49 13
313-669 00 52 / 312-258 92 49
Cali - Valle
www.plye.net / pedro@plye.net

como médico o como profesional de la salud (v.gr. odontólogo, enfermero, etc.)”.

Así pues, no prueba el demandante estar inscrito en alguno de estos registros que son más que su tarjeta profesional la prueba conducente para probar la calidad de médico y la posibilidad de ejercer legalmente la profesión.

Al Hecho 2º: No nos consta que el señor Fernando A Rico quien es el arrendador en el contrato que aparece en el expediente, sea el propietario del inmueble.

De igual manera, al no haber acreditado el señor Rebolledo Noriega su inscripción en los registros pertinentes, tampoco nos consta que ejerza legalmente la medicina en ese espacio.

Al Hecho 3º: Es parcialmente cierto, ese día en efecto ocurrió un desprendimiento de un muro, que se estaba construyendo, sin embargo, no nos consta que el demandante se encontrara desarrollando una consulta médica en ese momento.

Sin embargo, advertimos que omite mencionar el demandante dos circunstancias de crucial importancia para el desarrollo de este proceso:

La primera de ellas, que, a pesar de que se cumplieron con todos los protocolos de seguridad que el ejercicio de la ingeniería civil demanda, el muro que sufrió el desprendimiento se había construido ese mismo día, en consecuencia, el cemento que lo mantenía unido se encontraba fresco, sin conformarse, y por la simple lógica, habida cuenta de su juventud, aún era frágil y propenso a la fatiga ante una fuerza externa desmedida.

La segunda de ellas, que el día 7 de noviembre, ocurrió en Cali, un fenómeno climatológico atípico, imprevisible, irresistible, sorpresivo, consistente en la ocurrencia de fuertes vientos, que, causaron daños en varios lugares de la ciudad.

Como muestra de lo anterior, el portal de Noticias 90 Minutos publicó un artículo titulado “Árboles caídos y fallas en los circuitos eléctricos dejó vendaval en Cali”, del que se cita el vínculo y en el cual se encuentra contenida la siguiente imagen¹:



¹ Tomada de la página web: <https://90minutos.co/arboles-caidos-fallas-circuitos-electricos-vendaval-cali-07-11-2017/>. La misma noticia fue publicada por el periódico El País de Cali, el mismo día, como se aprecia en el siguiente vínculo: <https://www.elpais.com.co/cali/arbol-cae-sobre-un-carro-en-el-norte-de-cali.html>

De igual forma el Noticiero Noti5 publicó un artículo titulado “Fueres vientos afectan sistema eléctrico en Cali”, el mismo que puede leerse con cuidado en el vínculo: <https://noti5.tv/principales/fueres-vientos-afectan-sistema-electrico-en-cali/>

Al Hecho 4º: No nos constan los dichos del demandante pues no cumple con la carga de probar la ocurrencia del daño y su cuantía. Deberá probar el demandante la ocurrencia de estos daños y su cuantía.

Al Hecho 5º: No nos consta, el señor fue atendido en Imbanaco, sin embargo, no nos consta si la remisión a Imbanaco fue por iniciativa de los Bomberos o preferencia del demandante.

Al Hecho 6º: Es cierto.

Al Hecho 7º: Aparece como prueba en el proceso una copia de la Historia Clínica del demandante, sin embargo, cabe preguntarse si es que acaso el señor Rebolledo Noriega no se encontraba afiliado al sistema de seguridad social en salud, lo cual, cuando menos, representaría una omisión de la obligación de mitigación del daño.

Al Hecho 8º: Consta lo indicado en la Historia Clínica aportada.

Al Hecho 9º: Consta la orden de los medicamentos. Respecto del precio cabe preguntarse si es que acaso el señor Rebolledo Noriega no se encontraba afiliado al sistema de seguridad social en salud, lo cual, cuando menos, representaría una omisión de la obligación de mitigación del daño.

Al Hecho 10º: No nos consta, tampoco probó de manera alguna el demandante qué bienes supuestamente tenía, cuáles fueron dañados, cuál fue el alcance de ese daño, el soporte de la propiedad de los mismos y el valor concreto de ellos.

Al Hecho 11º: No es cierto, el demandante aporta unas cotizaciones por unos valores, sin embargo, no prueba el daño, habida cuenta que no prueba qué bienes supuestamente tenía, cuáles fueron dañados, cuál fue el alcance de ese daño, el soporte de la propiedad de los mismos y el valor concreto de ellos.

Al Hecho 12º: No nos consta cuál es el alcance de la suspensión de las labores, tampoco lo prueba más allá de los cinco días de incapacidad.

Al Hecho 13º: No nos consta, pero, es relevante manifestar que el certificado de contador aportado por el demandante no es prueba conducente, útil o pertinente para demostrar la cuantía de sus supuestos ingresos, habida cuenta que, por ese supuesto monto de ingresos, debería allegar su declaración de renta. Tampoco es suficiente señalar una suma de dinero hipotética o aproximada o promedio de ingreso para demostrar el lucro cesante pues tal rubro corresponde a la pérdida de un ingreso cierto que dejó de percibirse, así pues, no demostró caso a caso los ingresos ciertos que perdió hasta completar la suma en la que tasa el lucro cesante.

Considera el suscrito pertinente hacer notar al señor Juez que cifras exactas, simétricas, fácilmente divisibles como aquella en que tasa el demandante su ingreso mensual son de ocurrencia imposible para quien desarrolla una profesión de forma liberal e independiente, que en la gran mayoría de los casos corresponden en cambio a cifras inexactas, asimétricas y de impráctica división.

Al Hecho 14º: Aparece un recibo por tal concepto, sin embargo, es de recalcar que no existe una orden médica para tal tratamiento ni particular ni de una EPS o una entidad médica prepagada. Cabe preguntarse si el señor Rebolledo Noriega no se encontraba afiliado al sistema de seguridad social en salud, lo cual, cuando menos, representaría una omisión de la obligación de mitigación del daño.

Al Hecho 15º: No es cierto. No puede referir como perjuicio el cumplimiento de una obligación contractual a su cargo que proviene de una relación sustancia diversa a aquella que en marco de este proceso se ventila.

Al Hecho 16º: No es cierto, en casos como el presente el daño moral no se presume, es la carga del demandante demostrar más allá de sus dichos la ocurrencia del daño cuya indemnización reclama, circunstancia que en el caso presente no ocurre pues respecto del daño moral solo aparecen constancias de los dichos del demandante, y la expresión de los mismos a través de su apoderado.

Al Hecho 17º: No nos consta, tampoco lo prueba el demandante, más allá de la constancia de sus propias afirmaciones, y la expresión de las mismas a través de su apoderado.

Al Hecho 18º: No es cierto. En lo que respecta a Nueva-Inversión S.A.S., persona exenta de culpa, ha operado el fenómeno conocido como causa extraña habida cuenta que la causalidad del desprendimiento del muro es adjudicable a un evento de fuerza mayor, y al hecho de un tercero.

Al Hecho 19º: En nada tiene que ver tal ocurrencia con el evento que reprocha el demandante como dañino por lo que mal haría la señora Jueza en considerar lo relatado en este hecho como de alguna relevancia para el proceso.

Al Hecho 20º: No nos consta en su primera parte, y tampoco en su segunda parte, tampoco lo prueba el demandante.

Sobre las Pretensiones.

En relación con las peticiones de la demanda, no las acepto y me opongo a todas y cada una de ellas, ya que como puede verse a través de los argumentos expuestos, los documentos aportados y la práctica de pruebas en el transcurso del proceso, a la parte demandante no le asiste derecho alguno para instaurar la presente demanda. Razón por la que deben desestimarse las mismas y condenar en costas y agencias en derecho a la parte demandante.

Carrera 57 #2A-39, Barrio Cuarto de Legua
Teléfonos. 889 49 12 - 889 49 13
313-669 00 52 / 312-258 92 49
Cali - Valle
www.plye.net / pedro@plye.net

A la Primera de las Pretensiones. Me opongo a ella con fundamento en los argumentos que expondré en las excepciones de mérito.

A la Segunda de las Pretensiones. Me opongo a ella con fundamento en los argumentos que expondré en las excepciones de mérito.

A la Tercera de las Pretensiones. Me opongo a ella con fundamento en los argumentos que expondré en las excepciones de mérito.

Excepciones de Mérito.

Quiero poner de presente que al proponer y sustentar estas excepciones no se está haciendo ninguna clase de reconocimiento sobre la existencia de las supuestas responsabilidades y obligaciones motivo del presente proceso, como lo ha manifestado de manera reiterada la jurisprudencia de las altas Cortes.

1 . Inexistencia del nexo causal por haber ocurrido una causa extraña.

Para efectos de declarar la responsabilidad de determinada persona deben probarse según la doctrina clásica tres elementos fundamentales e imprescindibles: el daño, la culpa (o el fundamento de imputación), y el nexo de causalidad. Así pues, la presente excepción versa en concreto sobre la inexistencia de un nexo de causalidad entre la conducta de Nueva-Inversión S.A.S. y el daño cuya indemnización pretende la parte demandante.

Es inexistente el nexo causal en las circunstancias anteriormente referidas habida cuenta que ha operado el fenómeno jurídico denominado “causa extraña”, esto es una situación ajena a las partes del proceso que es “causalmente significativa para la producción del daño”, sobrevinientes entre el acto del agente cuya declaratoria de responsabilidad se persigue, en este caso Nueva-Inversión S.A.S., y el daño mismo.

Los elementos de este fenómeno son: la irresistibilidad, la imprevisibilidad y la exterioridad, y se materializan dependiendo de la identidad de la causa, en el hecho exclusivo de la víctima, la fuerza mayor o caso fortuito y el hecho de un tercero.

De ellas son relevantes para el caso que nos ocupa, en primer lugar, la fuerza mayor o caso fortuito y en segundo lugar el hecho de un tercero, circunstancias ambas que han sobrevenido con posterioridad a cualquier conducta que haya podido desarrollar Nueva-Inversión S.A.S.

La circunstancia que motiva la vinculación de Nueva-Inversión S.A.S. al presente proceso, radica en que al momento de las circunstancias objeto de la demanda era propietaria del bien inmueble en el que se desarrollaban las obras civiles referidas por el demandante, sin embargo, la sociedad que represento en este proceso no desarrolló por sí misma la obra civil pues de hecho contrató los servicios de un tercero independiente y no subordinado para desarrollar dicha labor, mediante un contrato de obra a todo costo. Así, ninguna culpa se presenta en el actuar de Nueva-Inversión S.A.S. por cuanto la obra se adelantó por un tercero contratista.

Carrera 57 #2A-39, Barrio Cuarto de Legua
Teléfonos. 889 49 12 - 889 49 13
313-669 00 52 / 312-258 92 49
Cali - Valle
www.plye.net / pedro@plye.net

Expresada la ausencia de culpa de Nueva-Inversión S.A.S. se hace necesario evaluar una a una las causas extrañas acaecidas:

1.1 Sobre la inexistencia del nexo causal por haber ocurrido fuerza mayor o caso fortuito.

La fuerza mayor o caso fortuito (que la jurisprudencia civil trata como un único fenómeno) consiste en el hecho externo o exterior que es irresistible e imprevisible para el agente y que en consecuencia cercena el nexo de causalidad entre éste y el daño. Un ejemplo clásico de fuerza mayor es la acción de las fuerzas de la naturaleza sobre las personas y las cosas.

Así pues, el día 7 de noviembre de 2017, hacia el final de la tarde e inicio de la noche se precipitó sobre la ciudad de Cali un fortísimo vendaval que escapó de toda preparación o previsión tanto para los particulares como para las autoridades públicas, fue tal la magnitud de la ventisca que los medios de comunicación de la ciudad reportaron cómo sus titulares: “Árboles caídos y fallas en los circuitos eléctricos dejó vendaval en Cali”, “Fuertes vientos afectan sistema eléctrico en Cali” y “Árbol cae sobre un carro en el norte de Cali”.

De forma anecdótica, pero, seguramente relacionada por la cercanía geográfica ese mismo día en Corinto, Cauca, ocurrió el desbordamiento del río Paila, como consecuencia de fuertes vendavales.

Es decir, no es común que la brisa característica de Cali incluso en los días de mayor fuerza derive en la caída de árboles, en el daño de infraestructura eléctrica, contrario a lo que ocurrió el 7 de noviembre de 2017.

Lo acontecido ese día en la ciudad de Cali fue un evento atípico, en el que la agencia de las fuerzas de la naturaleza causó estragos a lo largo de la ciudad, circunstancia que sin lugar a dudas fue sorpresiva, imposible de prever y mucho menos resistir. Y es que ni siquiera al más diligente de los seres humanos puede exigírsele que prediga la ocurrencia de un evento futuro de tan anormales magnitudes.

Uno de los estragos causados por este fenómeno meteorológico fue el desprendimiento de parte de uno de los muros de la construcción que a todo costo venía realizando la sociedad EMECE Ingeniería en predios de Nueva-Inversión S.A.S. Ese muro había sido levantado el día anterior y como se expresó en el acápite de contestación de los Hechos, en consecuencia, el cemento que lo mantenía unido se encontraba fresco, sin conformarse, y por la simple lógica, habida cuenta de su juventud, aún era frágil y propenso a la fatiga ante una fuerza externa desmedida, como terminó por ocurrir. Es de resaltar que el Título D de la Norma Colombiana de Sismo-resistencia indica que la resistencia de la mampostería debe medirse 28 días después de la mezcla, esto ocurre pues es solo a partir del día 28 que el cemento alcanza un punto de resistencia óptimo.

EMECE Ingeniería implementó todas las medidas de precaución necesarias para que en circunstancias previsibles el muro terminara su proceso de secado y fragua, y lograra la rigidez y consistencia suficiente para resistir las inclemencias del clima con solvencia, estado que apenas alcanzaría pasados 28 días a partir de la construcción,

Carrera 57 #2A-39, Barrio Cuarto de Legua
Teléfonos. 889 49 12 - 889 49 13
313-669 00 52 / 312-258 92 49
Cali - Valle
www.plye.net / pedro@plye.net

sin embargo, las circunstancias climatológicas del día 7 de noviembre de 2017 fueron todo menos comunes superando con creces las magnitudes previsibles de las corrientes de aire.

Así, es claro que el 7 de noviembre de 2017 ocurrió un fenómeno climatológico externo a todos quienes son parte en el proceso, que por su sorpresiva ocurrencia y la magnitud de la fuerza del viento fue además imprevisible e irresistible y que fue ese fenómeno climatológico lo que en efecto causó el desprendimiento del muro en concreto y su precipitación sobre un inmueble contiguo a la obra, de tal manera que se cercenó el nexo de causalidad entre la conducta de Nueva-Inversión S.A.S. y EMECE Ingeniería, y el daño que se habría producido por la caída del muro.

De suerte que, en virtud de la ausencia de uno de los elementos indispensables para predicar responsabilidad de mi mandante, y de las demás partes, en concreto el nexo causal debe desestimar la señora Juez, en lo que a Nueva-Inversión S.A.S. y a las demás personas que integran el litisconsorcio demandado respecta, las pretensiones de la parte demandante.

1.2 Sobre la inexistencia del nexo causal por haber ocurrido el hecho de un tercero.

Si acaso considerare la señora Juez que no ocurrió la fuerza mayor o caso fortuito que se alega y prueba en el presente proceso, existe una segunda causa extraña que puede oponer mi poderdante para efectos de demostrar la inexistencia del nexo causal: la ocurrencia del hecho de un tercero.

El hecho de un tercero consiste en la acción u omisión de un sujeto de derechos diverso a aquel a quien se imputa la responsabilidad, y que por tal circunstancia es externo, imprevisible, e irresistible. Es esta conducta de un tercero aquella que en realidad está atada causalmente al resultado dañino y es en consecuencia ese tercero el responsable del daño.

Retomando lo dicho anteriormente la circunstancia que pretende hacer valer como nexo de causalidad para endilgar responsabilidad a Nueva-Inversión S.A.S. es su calidad de propietaria de un inmueble al momento de ocurridos los hechos, sin embargo, tal circunstancia por sí sola no es suficiente en este caso para soportar los dichos del demandante.

Para tal efecto debe entender la señora Juez que Nueva-Inversión S.A.S. ninguna experiencia o experticia tiene en materia de ingeniería civil, y que, en consecuencia, para el desarrollo de la obra civil en concreto suscribió un contrato de obra civil a todo costo de fecha 22 de agosto de 2017 con EMECE Ingeniería S.A.S., documento que se aporta como prueba.

De dicho contrato es relevante lo siguiente:

1. En su clausulado, especialmente en la cláusula décima, es el entendimiento de las partes que el contratista es una persona independiente del contratante y entre ellos no existe relación alguna de jerarquía o subordinación que permita predicar la existencia

de responsabilidad vicaria o por el hecho de un tercero que pueda predicarse de Nueva-Inversión S.A.S.

2. En el párrafo segundo de la cláusula primera que trata del objeto, fue pactado de mutuo acuerdo que el contratista suministraba los materiales, en concordancia con la obligación establecida en el numeral cuarto de la cláusula quinta que establece las obligaciones del contratista, motivo por el cual no puede predicarse de Nueva-Inversión S.A.S. responsabilidad alguna por la calidad de los materiales, habida cuenta que no los suministró.

3. Que, en la cláusula quinta, tanto en el numeral 29 como en el párrafo primero, es claro que, por desarrollarse la obra a todo costo, con materiales suministrados por el contratista es solo de EMECE Ingeniería el riesgo de la obra y, en consecuencia, suya la responsabilidad por los daños y perjuicios que con ocasión de la misma se causaren a Nueva-Inversión S.A.S. y a terceros.

Pero, esta asignación de responsabilidad exclusiva del profesional que adelanta la obra civil contratada a todo costo no es solo una característica del contrato antes mencionado, también es una regla de orden legal que produce efectos erga omnes, la norma que se anuncia es la contenida en el numeral tercero del artículo **2060** del Código Civil que en su tenor literal ordena:

“Artículo 2060. Construcción de edificios por precio único. Los contratos para construcción de edificios, celebrados con un empresario que se encarga de toda la obra por un precio único prefijado, se sujetan además a las reglas siguientes:

(...)

3. Si el edificio perece o amenaza ruina, en todo o parte, en los diez años subsiguientes a su entrega, por vicio de la construcción, o por vicio del suelo que el empresario o las personas empleadas por él hayan debido conocer en razón de su oficio, o por vicio de los materiales, será responsable el empresario; si los materiales han sido suministrados por el dueño, no habrá lugar a la responsabilidad del empresario sino en conformidad al artículo 2041, <sic 2057> inciso final” (subrayado fuera de texto).

Así mismo, el artículo **2351** del mismo Código, ordena:

“Artículo 2351. Daños causados por ruina de un edificio con vicio de construcción. Si el daño causado por la ruina de un edificio proviniera de un vicio de construcción, tendrá lugar la responsabilidad prescrita en la regla 3a. del artículo 2060”.

De suerte que la obligación de reparar el daño que se hubiera causado pesa exclusivamente sobre el empresario constructor, es decir, EMECE Ingeniería S.A.S., y no sobre Nueva-Inversión S.A.S. Tal definición de las responsabilidades es una que tiene origen legal por lo cual debe ser el criterio en virtud del cual la señora Jueza deberá trazar si se encontraren probados los demás elementos de la responsabilidad, su nexos de causalidad.

De suerte que, en virtud de la ausencia de uno de los elementos indispensables para predicar responsabilidad de mi mandante en concreto el nexo causal debe desestimarse la señora Jueza en lo que a Nueva-Inversión S.A.S. respecta, las pretensiones de la parte demandante.

2. Inexistencia del Daño.

Sin perjuicio de las argumentaciones anteriormente introducidas y sin que ello constituya confesión o reconocimiento de la responsabilidad de mi mandante es pertinente manifestar cómo además de no existir nexo causal alguno, tampoco prueba la parte demandante, sobre quien recae la carga de la prueba, los daños materiales e inmateriales cuya indemnización persigue.

En relación con la Regla técnica de la necesidad de la prueba, Hernán Fabio López Blanco, afirma lo siguiente:

“Según esta regla las decisiones judiciales deben estar soportadas en pruebas, porque no se admite el conocimiento privado del juez para definir, pues esta posibilidad privaría a las partes de la ocasión de controvertirlas, debido a la completa subjetividad que dicho conocimiento implica, de manera que si el juez conoce un hecho no le está permitido fundar su decisión en esa única circunstancia”².

2.1 Sobre los daños materiales.

Persigue el demandante la indemnización de perjuicios materiales que se habrían causado con ocasión del hecho dañino, que se resumen en tres grandes puntos, la indemnización por los bienes que habría tenido en el consultorio y que resultaron dañados; la indemnización por los costos médicos en los que supuestamente tuvo que incurrir, y la indemnización de los perjuicios derivados de la supuesta imposibilidad de ocupar el consultorio para desarrollar su actividad profesional.

Respecto de los bienes que habría tenido en el consultorio y que resultaron dañados, no aporta prueba el demandante sobre su propiedad, así extraña el suscrito el recibo de compra de los equipos y mueblería que supuestamente resultó dañada, tampoco prueba el alcance del daño pues bien pudo ser una afectación superficial que no comprometiese su funcionalidad, o de hecho no haber acaecido daño alguno sobre ellos, circunstancia que desconocemos habida cuenta que omitió el demandante observar el estado de los bienes.

En consecuencia, mal haría la señora Jueza en reconocer unos daños que no prueba suficientemente el demandante pues tal actuación supondría complementar con la imaginación el insuficiente acervo probatorio que allega el demandante.

Respecto de los costos médicos en los que supuestamente tuvo que incurrir, cabe preguntarse si es que acaso el señor Rebolledo Noriega no se encontraba afiliado al sistema de seguridad social en salud, lo cual, cuando menos, representaría una

² LÓPEZ BLANCO Hernán Fabio, Código General del Proceso Pruebas, Bogotá D.C., Ed., 2017, Pág. 46.

omisión de la obligación de mitigación del daño, y si estuviese afiliado sería su EPS o ARL la persona llamada a indemnizar los costos que a la parte demandada busca endilgar, tampoco existe certeza sobre si tuvo la diligencia suficiente para perseguir estas indemnizaciones como es su obligación. Así, no puede pretender el demandante que se le indemnice un daño que él mismo ha sido negligente en subsanar.

Finalmente, los perjuicios derivados de la supuesta imposibilidad de ocupar el consultorio para desarrollar su actividad profesional, también carecen de sustento. A saber, reclama el demandante la indemnización por los cánones de arrendamiento que tuvo que pagar por tres meses sin poder utilizar su consultorio, sin embargo, en diferentes acápite de la demanda, confiesa el demandante a través de su apoderado que la imposibilidad de ocuparlo habría sido no de tres meses sino cuando mucho de diez días, circunstancia que tampoco prueba, por lo que solo estamos a sus dichos, que no son medio de convicción suficiente para una condena.

El segundo rubro que esta vez solicita se le indemnice a título de lucro cesante, corresponde a los ingresos que supuestamente habría dejado de percibir por el término de diez días. Sobre el particular debemos reiterar que el certificado de contador aportado por el demandante no es prueba conducente, útil o pertinente para demostrar la cuantía de sus supuestos ingresos, habida cuenta que, por ese supuesto monto de ingresos, debería allegar su declaración de renta.

Tampoco es suficiente señalar una suma de dinero hipotética o aproximada o promedio de ingreso para demostrar el lucro cesante pues tal rubro corresponde a la pérdida de un ingreso cierto que dejó de percibirse, así pues, no demostró caso a caso los ingresos ciertos que perdió hasta completar la suma en la que tasa el lucro cesante.

Considera el suscrito pertinente hacer notar a la señora Juez que cifras exactas, simétricas, fácilmente divisibles como aquella en que tasa el demandante su ingreso mensual son de ocurrencia imposible para quien desarrolla una profesión de forma liberal e independiente, que en la gran mayoría de los casos corresponden en cambio a cifras inexactas, asimétricas y de impráctica división.

Nuevamente, cabe preguntarse si es que acaso el señor Rebolledo Noriega no se encuentra afiliado al sistema de seguridad social en salud, habida cuenta que, si fuera así, su EPS o su ARL habrían cubierto la incapacidad a la que estuvo sometido reduciendo o extinguiendo el daño a indemnizar. Desconocemos también si es que, estando afiliado al sistema de seguridad social de manera voluntaria y autónoma, decidió el señor Rebolledo Noriega no cobrar sus incapacidades, en cuyo caso ya por negligencia, ya por dolo, habría incurrido en un incumplimiento de su deber de mitigación del daño.

2.2 Sobre los daños inmateriales.

Sobre los perjuicios inmateriales cuya indemnización reclama el demandante tenemos por reprochar dos circunstancias:

La primera de ellas es que el señor Rebolledo Noriega sustenta su pretensión indemnizatoria exclusivamente en constancias de sus propios dichos, no hay una prueba pericial en la que se demuestre el daño moral que alega ocurrió. Y mal haría la

Carrera 57 #2A-39, Barrio Cuarto de Legua
Teléfonos. 889 49 12 - 889 49 13
313-669 00 52 / 312-258 92 49
Cali - Valle
www.plye.net / pedro@plye.net

señora Juez en presumir la existencia de tal daño moral partiendo solo de la palabra del demandante sin elementos de juicio adicionales cuya carga pesa sobre él.

En segundo lugar, me opongo a la tasación del daño moral introducida por considerarla excesiva y desbordada, habida cuenta que reiterada jurisprudencia de la Corte Suprema de Justicia ha tenido a bien tasar la indemnización de este tipo de daños con un criterio bastante menos cuantioso. Otro criterio de referencia que permite identificar la excesiva tasación de la indemnización por daño moral realizada por el demandante son los estándares indemnizatorios introducidos por el Consejo de Estado, que para lesiones de la entidad de la que sufrió Rebolledo Noriega ha fijado un límite de diez salarios mínimos mensuales legales.

3. De declaración oficiosa e Innominadas.

De acuerdo con lo preceptuado por nuestro estatuto procesal civil³, solicito de la manera más respetuosa a su Señoría, proceder a reconocer oficiosamente la existencia de las excepciones que pudieran verse estructuradas dentro del proceso, lo cual redundaría en beneficio de la administración de justicia.

Como soporte de lo anterior, procedo a transcribir lo manifestado sobre el particular por Hernán Fabio López Blanco:

“...el artículo 282 impone al juez la obligación de declarar de oficio cualquier excepción perentoria que encuentre probada...”⁴.

“...si el demandado formula excepciones perentorias y el juez encuentra que basta una de ellas para extinguir totalmente las pretensiones del demandante, no tendrá que referirse a las demás, puesto que la finalidad perseguida se ha obtenido con ese único análisis...”⁵.

“...el deber del Juez de declarar de oficio las excepciones perentorias está complementado por las normas que lo autorizan para decretar la práctica o aporte de pruebas de oficio (art. 170). De modo que la actividad del

³ Conforme lo ordenado por el artículo 282 del Código General del Proceso, que dice: “**Artículo 282. Resolución sobre excepciones.** En cualquier tipo de proceso, cuando el juez halle probados los hechos que constituyen una excepción deberá reconocerla oficiosamente en la sentencia, salvo las de prescripción, compensación y nulidad relativa, que deberán alegarse en la contestación de la demanda.

Cuando no se proponga oportunamente la excepción de prescripción extintiva, se entenderá renunciada.

Si el juez encuentra probada una excepción que conduzca a rechazar todas las pretensiones de la demanda, debe abstenerse de examinar las restantes. En este caso si el superior considera infundada aquella excepción resolverá sobre las otras, aunque quien la alegó no haya apelado de la sentencia.

Cuando se proponga la excepción de nulidad o la de simulación del acto o contrato del cual se pretende derivar la relación debatida en el proceso, el juez se pronunciará expresamente en la sentencia sobre tales figuras, siempre que en el proceso sean parte quienes lo fueron en dicho acto o contrato; en caso contrario se limitará a declarar si es o no fundada la excepción”.

⁴ LÓPEZ BLANCO Hernán Fabio, Código General del Proceso Parte General, Bogotá D.C., Ed., 2016, Pág. 610.

⁵ LÓPEZ BLANCO Hernán Fabio, ob. cit., Pág. 611 y 612.

funcionario no consiste en esperar a que llegue el momento del fallo para estudiar las posibles excepciones perentorias que existan, sino en estar atento para que tan pronto vislumbre una de tales excepciones ordene, de ser necesario, la práctica (sic) las pruebas pertinentes para su debida demostración...”⁶.

En ese mismo sentido, manifiesta el autor que al proponer las excepciones el demandado, “recobra el juez la facultad de declararlas de oficio si se estructuran probatoriamente”.

Objeción al Juramento Estimatorio.

Dando cumplimiento al artículo **206** del Código General del Proceso, procedemos a objetar el juramento estimatorio realizado por la parte demandante en relación con los perjuicios tasados de la siguiente manera:

Respecto de los perjuicios materiales que tasa el demandante en la suma de \$13'281.114, manifestamos nuestra oposición a dicha tasación habida cuenta que no aporta el demandante prueba de la cuantía real de los supuestos daños, ni de su ocurrencia como es obligación conforme lo dispone el ya mencionado artículo **206**.

Respecto de los perjuicios inmateriales que tasa el demandante en la suma de \$39'062.100, manifestamos nuestra oposición a dicha tasación habida cuenta que la misma excede por mucho las sumas en las que ha sido tasada la reparación del daño moral en casos similares por parte de la Corte Suprema de Justicia, y el Consejo de Estado. Además, tampoco prueba el demandante la ocurrencia del daño.

Es claro que los elementos probatorios aportados no respaldan los supuestos perjuicios cuyo reconocimiento se solicita. Conforme a lo dispuesto en el Artículo **206** del Código General del proceso, en particular el inciso cuarto, que ordena: “Si la cantidad estimada excediere en el cincuenta por ciento (50%) la que resulte probada, se condenará a quien la hizo a pagar a la otra parte una suma equivalente al diez por ciento (10%) de la diferencia”, y en tanto la estimación de los perjuicios realizada en el juramento estimatorio por el apoderado de la parte Demandante no tiene sustento jurídico ni probatorio, pido a la señora Juez que se sirva condenar a la parte demandante en los términos de la mencionada norma.

Por lo anterior, pedimos al señor Juez que declare fundada la objeción propuesta frente a la determinación de perjuicios y se dé aplicación a la norma citada.

Solicitud de Cumplimiento de la Obligación de Indemnidad.

De la forma más amable solicitamos de la señora Jueza que de no aceptar las excepciones propuestas reconozca la validez y exigibilidad de la cláusula décima primera del contrato de obra civil a todo costo de fecha 22 de agosto de 2017 suscrito

⁶ LÓPEZ BLANCO Hernán Fabio, ob. cit., Pág. 612.

entre Nueva-Inversión S.A.S. y EMECE Ingeniería S.A.S., que en su tenor literal refiere:

“CLAUSULA DECIMA PRIMERA. INDEMNIDAD.- EL CONTRATISTA deberá mantener a **EL CONTRATANTE** indemne y libre de las consecuencias y perjuicios que puedan derivarse de todo reclamo, demanda, litigio, acción judicial, reivindicación y proceso de cualquier especie y naturaleza que se entable contra **EL CONTRATANTE**, por causa de las acciones u omisiones en que incurra **EL CONTRATISTA**, sus agentes, empleados, subcontratistas o proveedores durante la ejecución del presente Contrato y/o con ocasión del mismo.

PARAGRAFO PRIMERO: Si en cualquiera de los eventos antes previstos **EL CONTRATISTA** no asume la debida y oportuna defensa de **EL CONTRATANTE**, a la cual se obliga, éste podrá hacerlo directamente, previa comunicación escrita a **EL CONTRATISTA**, quien pagará todos los gastos y si así no lo hiciere, **EL CONTRATANTE** podrá hacerlo y tendrá derecho a deducir las erogaciones causadas de cualquier suma de dinero que le adeude a **EL CONTRATISTA”**.

En consecuencia, de igual forma solicitamos que si llegase a ser proferida una sentencia condenatoria en contra de Nueva-Inversión S.A.S. se ordene en dicha providencia a EMECE Ingeniería S.A.S. responder por la porción de la condena que a mi poderdante corresponda habida cuenta de la obligación de indemnidad que sobre dicha parte pesa conforme la cláusula expuesta anteriormente.

Pruebas de la Presente Contestación.

Documentales.

Ruego al señor Juez tener como pruebas para **Nueva-Inversión S.A.S.**, los documentos aportados con este escrito, los mismos que discrimino de la siguiente manera:

- 1.** Archivo pdf que contiene la noticia publicada el 7 de noviembre de 2017 por el Noticiero 90 minutos.
- 2.** Archivo pdf que contiene la noticia publicada el 7 de noviembre de 2017 por el Noticiero Noti5.
- 3.** Archivo pdf que contiene la noticia publicada el 7 de noviembre de 2017 por el periódico El País.
- 4.** Contrato de obra a todo costo de fecha 22 de agosto de 2017, suscrito entre Nueva-Inversión S.A.S. y EMECE Ingeniería S.A.S.
- 5.** Título D de la Norma colombiana de sismo resistencia (en el que es una constante la medición de resistencia pasados los 28 días).

Testimoniales.

Carrera 57 #2A-39, Barrio Cuarto de Legua
Teléfonos. 889 49 12 - 889 49 13
313-669 00 52 / 312-258 92 49
Cali - Valle
www.plye.net / pedro@plye.net

Con base en lo dispuesto por los artículos **212, 213** del Código General del Proceso y demás normas concordantes, pido la recepción de los siguientes testimonios, personas todas ellas mayores de edad y con domicilio en las siguientes ciudades:

1. La señora **Francy Samary Marín Pardo**, domiciliada y residente en la ciudad de Cali, identificada con la cédula de ciudadanía número 66'979.771, quien reside o puede ser citada en la dirección Calle 5B #38A-04, de la ciudad de Cali. Su correo electrónico es gerencia@mariaisabelcadena.com Con la finalidad que rinda testimonio por su conocimiento directo sobre los Hechos planteados en la demanda y su contestación particularmente en relación con lo ocurrido el día 7 de noviembre de 2017, y las gestiones que se realizaron con ocasión del siniestro.

2. El señor **Raúl Orlando Medellín González**, domiciliado y residente en la ciudad de Cali, identificado con la cédula de ciudadanía número 17'101.126 expedida en Bogotá D.C., quien reside o puede ser citado en la dirección Calle 11 Oeste #1-53, de la ciudad de Cali. Su correo electrónico es romg1@hotmail.com. Con la finalidad que rinda testimonio por su conocimiento directo sobre los Hechos planteados en la demanda y su contestación particularmente en relación con la fuerza mayor ocurrida y las circunstancias de la obra.

Me reservo el derecho de formular preguntas en su momento a los testigos citados por la parte demandante.

Interrogatorios de Parte.

Pido que sea citado el Señor **Luis Carlos Rebolledo Noriega**, en fecha y hora determinada por el Despacho, con el fin de llevar a cabo interrogatorio de parte según el cuestionario que le formularé.

Pido que sea citado el Señor Representante Legal de la sociedad demandada **EMECE Ingeniería S.A.S.**, en fecha y hora determinada por el Despacho, con el fin de llevar a cabo interrogatorio de parte según el cuestionario que le formularé.

Pido que sea citado el Señor Representante Legal de la **Aseguradora Solidaria de Colombia, Entidad Cooperativa**, en fecha y hora determinada por el Despacho, con el fin de llevar a cabo interrogatorio de parte según el cuestionario que le formularé.

Me reservo derecho de formular preguntas a la representante legal de **Nueva-Inversión S.A.S.** cuando quiera que rinda interrogatorio ante el señor Juez.

Prueba por informe.

Con base en lo previsto por el artículo **275** del Código General del Proceso, pedimos a la señora Juez que solicite informes a la **EPS SALUD TOTAL** para que le indique al Despacho si para el 7 de noviembre de 2017, el demandante **Luis Carlos Rebolledo Noriega** estaba afiliado al Sistema de Salud, y si fue cubierto el riesgo del accidente ocurrido.

Carrera 57 #2A-39, Barrio Cuarto de Legua
Teléfonos. 889 49 12 - 889 49 13
313-669 00 52 / 312-258 92 49
Cali - Valle
www.plye.net / pedro@plye.net

Pruebas por decreto Oficioso.

Solicito al señor Juez de la manera más diligente y respetuosa, con base en lo establecido en el numeral cuarto del artículo **170** del Código General del Proceso, que en el evento en que la parte demandante llegara a aportar elementos de juicio adicionales y diferentes con su pronunciamiento a la presente contestación, se sirva decretar las pruebas de oficio necesarias para verificar los hechos expuestos.

Igualmente, con base en lo previsto por el artículo **230** del Código General del Proceso, le solicito al señor Juez de la manera más comedida y respetuosa decretar de oficio la práctica de un dictamen pericial, que se convierte en una prueba necesaria e idónea para revisar y dilucidar los argumentos expuestos por las partes, y una adecuada conformación de la convicción del fallador.

Notificaciones.

La parte demandante y las demandadas que han actuado en el proceso, pueden ser notificadas en las direcciones que ya son del conocimiento del Juzgado.

Nueva-Inversión S.A.S., puede ser ubicada para notificaciones en la Carrera 69 #16-60, Apartamento 402-B, en la ciudad de Cali. Correo electrónico gerencia@mariaisabelcadena.com

Las personales las recibiré en la Secretaría de su Despacho, e igualmente puedo ser ubicado en la Carrera 57 #2A-39, barrio Cuarto de Legua, en la ciudad de Cali. Mi correo electrónico es pedro@plye.net

Del señor Juez,

Respetuosamente,

Pedro José Henao Montes
C. C. No. 16'739.586 de Cali
T. P. No. 131.336 del C. S. de la Jra.
pedro@plye.net

Carrera 57 #2A-39, Barrio Cuarto de Legua
Teléfonos. 889 49 12 - 889 49 13
313-669 00 52 / 312-258 92 49
Cali - Valle
www.plye.net / pedro@plye.net

Árboles caídos y fallas en los circuitos eléctricos dejó vendaval en Cali

Emcali confirmó que se registraron fallas en los circuitos eléctricos de los barrios : Los Álamos, Chiminangos, Los Andes, Sena, Barranquilla, La Rivera y Pacará.



📷 Crédito de foto: Foto especial gominutos.co

En la tarde del 7 de noviembre, se registraron varios incidentes principalmente en la zona norte de **Cali** producto de un vendaval.

Entre los hechos, hubo la caída de un árbol sobre un vehículo que transitaba por la Avenida 6 Norte con Calle 47 N. A pesar de que el árbol cayó cuando el vehículo se encontraba en movimiento el conductor resultó ileso.

Lea también:

Hallan cuerpo sin vida de menor de 17 años en cañaduzal del oriente de Cali



Las autoridades también reportaron la muerte de otro joven de 16 años en el barrio Alfonso López, tras recibir un impacto de bala.

Los Bomberos de Cali se encuentra en labores de remoción del árbol, por lo que en la zona se presenta una fuerte congestión vial.

Además, por los fuertes vientos, Eocali confirmó que, se registraron fallas en los circuitos eléctricos de los barrios:

- Los Álamos.
- Chiminangos.
- Los Andes.
- Sena.
- Barranquilla.
- La Rivera.
- Pacará.

Además confirmaron que los grupos de mantenimiento se encuentran en diferentes zonas de la ciudad para poder restablecer el servicio de energía.

Le puede interesar:

[#Reporte90 \(https://twitter.com/hashtag/Reporte90?src=hash&ref_src=twsrc%5Etfw\)](https://twitter.com/hashtag/Reporte90?src=hash&ref_src=twsrc%5Etfw) En imágenes: Grave emergencia en Corinto, Cauca por desbordamiento del río Paila <https://t.co/vfUU2EIUhI> (<https://t.co/vfUU2EIUhI>) [pic.twitter.com/SYrFZgC64w](https://t.co/SYrFZgC64w) (<https://t.co/SYrFZgC64w>)

— Noticiero 90 Minutos (@NotigoMinutos) [November 8, 2017](https://twitter.com/NotigoMinutos/status/928068182748868610?ref_src=twsrc%5Etfw) (https://twitter.com/NotigoMinutos/status/928068182748868610?ref_src=twsrc%5Etfw)

**PRINCIPALES**

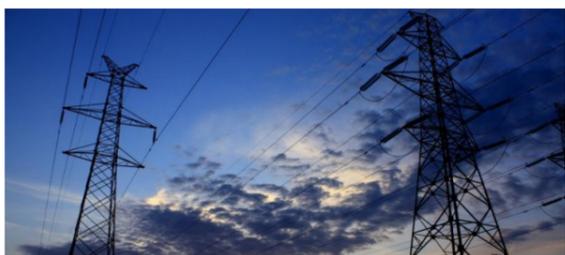
Fuertes vientos afectan sistema eléctrico en Cali



[Noviembre 14, 2017](#) / [Daniela Pulgarín](#) / [No Comments](#)



Martes, 07 de noviembre de 2017



En las últimas horas en 7 barrios del norte de Cali se encuentra suspendido el servicio de energía al parecer por fuertes vientos; los barrios afectados son Sena, Chiminangos, Álamos, Andes, Barranquilla, La Rivera y Pacara.

En la zona ya se encuentra un grupo de mantenimiento para restablecer el servicio; hasta el momento no se han presentado mayores acontecimientos por los fuertes vientos.

[Compartir en Facebook](#)[Compartir en Twitter](#)[Enviar por Correo](#)

Editor Noti5

Daniela Pulgarín



Publicaciones Anteriores

[▶ Ver Todas](#)

2020.02.13 Cali

▶ Taches y bolardos seguirán instalados en Cali

2020.02.13 Cali

▶ Refuerzan medidas de seguridad tras amenazas terroristas

2020.02.12 Cali

▶ Caleña en China habló con Noti5

2020.01.20 Principales

▶ Investigan muerte de 5 personas en Jamundí

📊 Número Vistas: 43

Noticias de Interés

[Ideas para realizar en casa durante la pandemia](#)

[Balacera en Santa Elena Cali, tres personas muertas y otra herida tras ataque sicarial](#)

[¿Cómo actúa el virus del covid-19 en nuestro organismo? y como la vacuna nos protege](#)

[América otra vez en la final](#)



Pedro Jose ▾

📌 Zona Diamante

Suscríbese

Inicio Noticias ▾ Contenido Premium Cali Entretenimiento Opinión Gaceta Deportes ▾ Clasificados ▾

Inicio
CALI

HOY: emcali | emergencias | bomberos | árboles



Escuchar este artículo

Árbol cae sobre un carro en el norte de Cali

Noviembre 07, 2017 - 07:38 p. m. |

Por:Redacción de El País

0 Un árbol cayó sobre un vehículo que pasaba por la Avenida 6Norte con Calle 47N, en la noche de este martes.

0 Aunque el árbol se derrumbó justo cuando pasaba el vehículo por dicha vía del norte de la ciudad, el conductor del carro no resultó afectado, según reportes preliminares.

El paso vehicular por el sector se encuentra bloqueado, mientras se realiza el retiro del árbol y el vehículo.

En la zona hay presencia de los Bomberos de la ciudad.

Además, por fuertes vientos que se han registrado en las últimas horas, Emcali reportó fallas en los circuitos eléctricos de los barrios Los Álamos, Chiminango:



Así quedó el vehículo sobre el que cayó un árbol cuando transitaba por el norte de Cali. Foto: Especial para El País

Emcali informó que los funcionarios del área de mantenimiento se encuentran en las calles de la ciudad para restablecer los problemas de energía registrados en esas zonas del norte de Cali.



Convierta a [El País.com.co](https://www.elpais.com.co) en su fuente de noticias

PUBLICIDAD ▾

Te puede gustar

Enlaces Patrocinados

Freidora de Aire Home Elements

linio.com.co

Haz realidad tus sueños

Homecenter CO

Zapato Cuero Brahma Hombre Arena

Tf3194-Are

Dafiti

Invertir en Amazon: por qué es buena idea y cómo hacerlo desde Colombia en 2021

Get Premium Stocks

por Taboola

[Conecta con la verdad. Suscríbete a elpais.com.co](https://www.elpais.com.co)

0 **VER COMENTARIOS** ▾

TE PUEDE INTERESAR

Invertir en Amazon: por qué es buena idea y cómo hacerlo desde Colombia en 2021

Get Premium Stocks

Enlaces Promovidos por Taboola

David Murcia Guzmán ya llegó a Colombia tras ser deportado desde Estados Unidos

El País

¡Este reloj arrasa en Patía! ¿Su precio? ¡Muy bajo!

Salud con tecnología

"Al carro le dieron veinte minutos de fusil", el duro relato con detalles sobre el asesinato de Karina García

El País

No creerás cuánto puedes ganar potencialmente con una simple inversión de 700.000 pesos en acciones de Amazon

The Flying Stock

El video con el que Jenny Ambuila presumía su Lamborghini en Miami

El País

Freidora de Aire Home Elements

linio.com.co

En video: con artistas de todos los géneros, los caleños se gozaron la Calle de la Feria - 500 Empresas

El País

AHORA EN PORTADA



▶ ULTIMO MINUTO

Ospina propone compra de vacunas contra covid-19 en Cali hasta por \$30.000 millones



▶ COLOMBIA

"Ya está garantizada la vacunación de 29 millones de colombianos", asegura Minsalud

Advertisement



▶ CALI

Al 97,5% asciende el nivel de ocupación de camas UCI en Cali



▶ VALLE

Valle sigue alistándose para vacunación contra covid-19



▶ VALLE

Cuatro futbolistas del Orsomarso de Palmira resultaron ilesos tras aparatoso accidente



▶ MUNDO

Congreso de EE.UU. inicia los debates sobre el juicio político de Trump



▶ COLOMBIA

Ministro de Defensa fue hospitalizado en Barranquilla, de manera preventiva



▶ CALI

Las quejas y reclamos de artistas que participaron de la Feria de Cali virtual

PUBLICIDAD ▶

MAPA DEL SITIO

SERVICIO AL CLIENTE	SECCIONES	TEMAS	MULTIMEDIA	REPORTAJE 360	CLASIFICADOS
Anuncie	Principal	Pico y Placa en Cali	Destacados	Oiga mire vea	Edictos El País
Suscríbase o renueve su suscripción a El País	Cali	América de Cali	Videos	Cali, una industria salsera	Venta de Casas
Faqs Registro	Valle	Deportivo Cali	Fotos	Cali, la ciudad que no duerme	Venta de Apartamentos
Faqs suscripciones digitales	Opinión	Liga Águila	Infografías	La Hoja Sagrada	Alquiler de Casas
Usuarios registrados vs suscriptores digitales	Colombia	Copa América 2019	Especiales	Detrás del camuflado	Venta de Lotes
Contáctenos	Economía	Fútbol Internacional	ESPECIALES	CLUB SELECTA	Alquiler de Apartaestudios
Iniciar sesión	Deportes	Maurice Armitage	Feria de Cali 2018	Automotriz	Alquiler de Locales
Regístrese	Judicial	COPA AMÉRICA 2019	Venezuela, crimen sin frontera	Calzado y Ropa	Bolsa de empleos
Información de versión móvil	Mundos	Calendario	Por Cali lo Hago Bien	Descuentos en restaurantes	Negocios establecidos
Ir a versión móvil	METRO X METRO	Selección Colombia	Cali Sabe Bien	Descuentos en Entretenimiento	Prestamos e hipotecas
Versión iPad	Vivienda nueva	Videos de la Copa	Río Cali	Descuentos en Salud y Belleza	Perros y mascotas
Síguenos en facebook	Proyectos de vivienda nueva en Cali	PLAN CIUDAD	500 empresas más Exitosas del Valle	Deportivo	Publicar aviso clasificado
	Proyectos de vivienda nueva en Jamundi	Eventos en Cali	Cali se Ve		AUDIENCIAS

Síguenos en Youtube	Proyectos de vivienda nueva en Palmira	Restaurantes en Cali	Marcas de Corazón	Audiencias El País
SERVICIOS		Bares y discotecas en Cali		PROCESO REORGANIZACIÓN
Pico y Placa Cali		Conciertos en Cali		

Síguenos en:

El País S.A. © 2014 | Cra. 2 No.24-46 Tel. (+572) 898 7000 | Cali, Colombia
Política y Tratamiento de Datos | Aviso Legal | Política de Cookies
Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia
Publicidad en Bogotá - Cadenacol
Tel. 6420800, Dirección: Carrera 14 # 85 - 68 Ofic 307

Advertisement



CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

I. LAS PARTES.

LA CONTRATANTE: NUEVA INVERSION S.A.S., sociedad constituida mediante documento privado de fecha 3 de Mayo de 2010, inscrito en la Cámara de Comercio de Cali el día 16 de Junio de 2010, bajo el número 7127 del Libro IX, con Matrícula Mercantil número 793885-16, con NIT. 900.363.764-0, representada legalmente por **MARÍA ISABEL CADENA RIOS**, mayor de edad domiciliada y residente en la ciudad de Cali, identificada con cedula de ciudadanía número 66.829.783, tal como consta en el certificado de existencia y representación legal.

2. EL CONTRATISTA: EMECE INGENIERIA S.A.S., sociedad constituida mediante documento privado del 04 de abril de 2016 de Cali, inscrita en la Cámara de Comercio de Cali el 20 de abril de 2016, bajo el número 5429 del libro IX, con Matrícula Mercantil número 952214-16, con NIT. 900.963.807-3, debidamente representada por el señor **EMERSON MONTAÑO CAICEDO**, mayor de edad, domiciliado y residente en la ciudad de Cali, identificado con la cédula de ciudadanía número 94.517.187.

Las Partes hemos convenido suscribir el presente Contrato de Obra a todo costo que se regirá por las normas pertinentes del Código Civil, Código de Comercio y especialmente por las cláusulas que se enuncian en este documento.

II. CONSIDERACIONES:

PRIMERO: DECLARACIONES Y MANIFESTACIONES DEL CONTRATISTA.- EL CONTRATISTA, a la fecha de celebración del Contrato, hace las siguientes declaraciones y manifestaciones:

1. Que **EL CONTRATISTA** se encuentra debidamente constituido de conformidad con las leyes de Colombia.
2. Que el Contrato es válido, legal y obligatorio para **EL CONTRATISTA y EL CONTRATANTE**.
3. Que la celebración de este Contrato, y el cumplimiento del mismo no contraviene ninguna disposición de ley, ni de los estatutos de **EL CONTRATISTA** ni de **EL CONTRATANTE**.
4. Que **EL CONTRATISTA** cuenta con todos los conocimientos, experiencia y logística necesarios para cumplir con el objeto del presente Contrato.
5. Que **EL CONTRATISTA** se ha asesorado, ha estudiado y acepta los términos del presente Contrato y sus anexos.
6. Que **EL CONTRATISTA** cuenta con sus propios profesionales o sus subcontratistas, con la capacidad y experiencia necesaria para cumplir con los requerimientos del Contrato.
7. Que **EL CONTRATISTA** cuenta con suficiente capacidad legal y con las autorizaciones necesarias (corporativas, contractuales, reglamentarias o de cualquier otra índole) para celebrar y ejecutar este Contrato.

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

8. Que **EL CONTRATISTA** conoce, y ha realizado visita a la sede de **CLINISALUD-CADENA**, ubicada en la Calle **5B # 38 A - 04**, en la ciudad de Cali – Valle, lugar donde ejecutarán las obras que se describen más adelante en el presente contrato, motivo por el cual declara que conoce las condiciones en las cuales desarrollará el objeto contractual.

9. Que **EL CONTRATANTE** lo contrata partiendo del hecho de que conoce y acepta los requisitos y especificaciones técnicas y necesidades requeridas por **EI CONTRATANTE**.

Las Partes reconocen que las anteriores declaraciones y manifestaciones constituyen una causa fundamental para la celebración de este Contrato y que su incumplimiento constituye un incumplimiento grave del mismo. Las Partes serán responsables por la inexactitud, falsedad o incumplimiento de sus declaraciones y garantías y, según el caso, indemnizarán los perjuicios que tal inexactitud, falsedad o incumplimiento causen a la otra parte.

III. CLAUSULAS.

CLÁUSULA PRIMERA: OBJETO.- En desarrollo del presente Contrato **EL CONTRATISTA** se obliga para con **EL CONTRATANTE**, bajo la modalidad de Contrato de Obra a Todo Costo sin ajustes y plazo fijo, a realizar las obras de construcción las losas de entepiso, obras que se encuentran detalladas en los Anexos del presente contrato y que corresponden en un todo a los términos, cantidad y precio contenidos en la propuesta 1708-06 de agosto 11 de 2017, remitida por **EL CONTRATISTA** a **EL CONTRATANTE**.

PARAGRAFO PRIMERO: Las obras a que dice relación la presente clausula serán ejecutadas por **EL CONTRATISTA** en la sede de **CLINISALUD-CADENA**, ubicada en la Calle 5B # 38 A - 04, en la ciudad de Cali – Valle del Cauca, todo lo cual se ejecutará de acuerdo con los Anexos del presente contrato.

PARAGRAFO SEGUNDO: **EL CONTRATISTA** suministrará los materiales, equipos, herramientas y mano de obra necesarias para la cumplida entrega de la Obra descrita en la presente Cláusula, bien sea que dichos trabajos y suministros aparezcan expresamente descritos en el presente Contrato o correspondan a la naturaleza del mismo dentro de su alcance en los términos previstos en este documento y sus anexos.

PARAGRAFO TERCERO: DOCUMENTOS DE EL CONTRATO.- Para determinar con claridad el objeto contratado y las obligaciones de LAS PARTES, se detallan a continuación los documentos que se llamarán "Documentos del Contrato" a cuyo tenor literal se ceñirá **EL CONTRATISTA** en el desarrollo y ejecución del mismo, en la medida en que no contradigan lo dispuesto en este Contrato:

ANEXO No. 1: Propuesta No. 1708-06 de agosto 11 de 2017, presentada por **EL CONTRATISTA**, la cual contiene el valor de la obra a todo costo.

ANEXO No. 2: Certificado de Existencia y Representación Legal de cada una de las partes.

En todo caso las partes acuerdan que cualquier discrepancia entre los textos de los denominados documentos del contrato y el texto de éste contrato primará siempre las disposiciones contenidas en este último.

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

CLAUSULA SEGUNDA - PLAZO: El plazo para ejecutar las actividades objeto de este Contrato serán los establecidos en la Propuesta No. 1708-06 de agosto 11 de 2017, para cada labor a realizar los cuales serán contados a partir del día siguiente a aquel en que se suscriba el acta de inicio de obra entre **EL CONTRATANTE** y **EL CONTRATISTA**.

PARAGRAFO PRIMERO: En el evento en que se presenten aplazamientos solicitados por el contratante, se realicen cambios en los diseños y/o en las especificaciones del proyecto [por aumento de las cantidades de obra como consecuencia de obras no previstas, o por aumento de las cantidades de obra contractuales, o por la ejecución de obras adicionales que se convengan]; o por motivos de fuerza mayor o caso fortuito, **LAS PARTES** convendrán el plazo adicional y el ajuste de precios que sea necesario para la culminación de los trabajos contratados. En el evento de ampliación del plazo de ejecución de la obra, como consecuencia de una o varias de las causas señaladas anteriormente **LAS PARTES** deberán suscribir un acta en la que conste el plazo adicional y el ajuste del precio cuando sea necesario.

CLAUSULA TERCERA – VALOR DEL CONTRATO: El valor del presente Contrato es por la suma de Doscientos Veinticinco Millones Quinientos Doce Mil Quinientos Ochenta y Ocho Pesos Moneda Corriente (\$225.512.588) IVA y AIU incluido, el cual se pacta bajo la modalidad de Todo Costo, sin ajustes y plazo fijo, de acuerdo con lo establecido en los presupuestos contenidos en la Propuesta No. 1708-06 de agosto 11 de 2017.

CLÁUSULA CUARTA: FORMA DE PAGO.- El valor del contrato será cancelado conforme se indica a continuación, siempre y cuando se dé cumplimiento al cronograma de obra:

1. Un anticipo del Treinta por Ciento (30%) del valor de las propuestas aprobadas contenidas en la Propuesta No. 1708-06 de agosto 11 de 2017, es decir, Sesenta y Siete Millones Seiscientos Cincuenta y Tres Mil Setecientos Setenta y Seis Pesos Moneda Corriente (\$67.653.776).
2. El saldo será cancelado en actas parciales contra entrega a satisfacción de los trabajos contratados. A partir de la suscripción del acta de inicio de obras **LAS PARTES** medirán en actas de obras cada quincena las cantidades de obra ejecutadas y con base en dichas mediciones se reflejará el valor total a facturar por cada uno de dichos periodos.
4. El último pago se hará a la liquidación final y definitiva del contrato y cuando la totalidad de la obra haya sido recibida a entera satisfacción de **EL CONTRATANTE** y de la **INTERVENTORÍA**, lo cual se hará constar mediante la firma del acta de recibo correspondiente. Además, deberá haberse constituido previamente las pólizas de estabilidad
4. Los pagos se realizarán una vez radicada la respectiva factura acompañada del acta de obra que le sirva de soporte.
5. Si a juicio de **EL CONTRATANTE**, existieren modificaciones, adiciones o aclaraciones que deban hacerse a los informes de avance de obra, como obligación de **EL CONTRATISTA**, éste tendrá que hacerlas y sólo hasta el momento en que se incluyan y tengan el visto bueno de **EL CONTRATANTE**, se considerarán entregados en debida forma.

PARÁGRAFO: REAJUSTES: No habrá ningún tipo de reajustes, salvo lo indicado en el párrafo primero de la cláusula Segunda.

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

CLAUSULA QUINTA. OBLIGACIONES DE EL CONTRATISTA: Las obligaciones del **CONTRATISTA** serán las siguientes:

1. Acogerse y cumplir con todas las obligaciones, requerimientos y especificaciones necesarios para dar cabal cumplimiento al presente contrato. Todo lo anterior de acuerdo con los términos y especificaciones técnicas contenidas en los Anexos del presente contrato y de conformidad con los planos y programa de obra detallados en el mismo.
2. Ejecutar con autonomía técnica, administrativa y bajo su responsabilidad y riesgo, todas las labores que sean necesarias para el cumplimiento del objeto contratado.
3. Iniciar los trabajos tan pronto **EL CONTRATANTE** lo haya autorizado previa legalización del acta de iniciación y las condiciones comerciales.
4. Suministrar a **EL CONTRATANTE**, materiales que cumplan con las condiciones técnicas, características y especificaciones contenidas en los Anexos del presente contrato.
5. Poner a disposición de la obra la maquinaria necesaria y suministrar los materiales con los cuales se adelantará la misma y verificar su óptimo funcionamiento y calidad, respectivamente.
6. Permitir a **EL CONTRATANTE** inspeccionar la sujeción de **EL CONTRATISTA** a las especificaciones de los materiales, así como también permitir realizar control de calidad e idoneidad de los trabajos ejecutados durante todo el tiempo que dure la obra. Esta inspección no liberará en ningún modo a **EL CONTRATISTA** del adecuado y oportuno cumplimiento de sus obligaciones bajo este Contrato.
7. Operar y mantener la maquinaria, los equipos y los materiales que sean necesarios o apropiados para la adecuada ejecución del Contrato, de acuerdo con las necesidades del Programa de Obra.
8. Mantener con carácter itinerante en el sitio de la obra un Ingeniero Residente debidamente capacitado y calificado para el alcance de los trabajos.
9. Realizar la obra por sus propios medios, por lo tanto el personal que ocupe **EL CONTRATISTA** en ningún momento se consideraran como trabajadores de **EL CONTRATANTE** y no tendrán con este ninguna vinculación de carácter laboral.
10. Contratar por su cuenta y riesgo todo el personal necesario para la ejecución de la obra a desarrollar que se requieran en número, calidad y condiciones que garanticen la correcta ejecución del presente Contrato, el cual será de su libre nombramiento, contratación, remoción y escogido teniendo en cuenta las capacidades y aptitudes del trabajo a realizar.
11. Pagar por su cuenta y con dineros propios a los trabajadores vinculados a la obra todos los salarios, prestaciones sociales, seguridad social, indemnizaciones o incapacidades de cualquier clase que consagre la reglamentación vigente, contribuciones parafiscales, elementos de seguridad industrial y demás cargas laborales. Afiliar al personal contratado al sistema integral de seguridad social y riesgos profesionales de acuerdo con los términos legales.

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

12. Acordar previamente con **EL CONTRATANTE** cualquier modificación respecto a los planos y/o especificaciones que por alguna razón deba hacerse.
13. Atender las observaciones e instrucciones que indique **EL CONTRATANTE**, las cuales se darán por escrito o se anotaran en la bitácora de obra.
14. Cumplir con todas las normas de salud ocupacional y seguridad industrial, aplicables a este tipo de trabajos, y obligar a su personal a utilizar los elementos de protección personal necesarios. Igualmente tendrá debidamente uniformado e identificado a su personal. En caso de que no lo hiciera **EL CONTRATISTA** autoriza expresamente **EL CONTRATANTE** para su compra y descuento inmediato del acta de obra.
15. Suministrar a **EL CONTRATANTE** toda la documentación necesaria y requerida relacionada con la maquinaria pesada puesta en funcionamiento en la obra.
16. Ejecutar cualquier obra adicional y/o complementaria que sea solicitada y aprobada por **EL CONTRATANTE**, previo acuerdo sobre su valor y plazo.
17. Ejecutar las pruebas o ensayos de laboratorio que solicite **EL CONTRATANTE** a los trabajos realizados. Los ensayos se elaborarán en lo referente a procedimiento, momento y frecuencia, siempre de acuerdo a las especificaciones de obra. Estos ensayos no tendrán ningún costo para **EL CONTRATANTE**.
18. Asistir a las reuniones de obra programadas por **EL CONTRATANTE**, de lo contrario se descontará de las actas de obra o de la liquidación final el equivalente a un salario mínimo mensual legal vigente por cada día de inasistencia como multa. La programación del comité de obra se pactará al inicio de esta y las reuniones extraordinarias se programaran por escrito con 36 horas de anticipación; esta función corresponderá **EL CONTRATANTE** o su representante.
19. Constituir todas las pólizas de seguros estipuladas en la presente oferta y pagar las primas correspondientes.
20. Suministrar toda la logística, transporte, y retiro de la obra de escombros y/o desechos que se generen producto de excavaciones o de cualquier otra actividad relacionada con el objeto contractual, realizando su depósito final en lugares debidamente autorizados.
21. Realizar la reparación de los vehículos, equipos y demás maquinaria utilizada en la obra en un lugar diferente del predio objeto del presente contrato, salvo autorización escrita de **EL CONTRATANTE**.
22. Reportar al contratante toda desviación o incumplimiento de las especificaciones respecto de la calidad esperada del trabajo contratado.
23. Realizar entregas parciales de obra cuando **EL CONTRATANTE** lo requieran, previo a la entrega parcial deberá ser programado y planificado entre el **CONTRATANTE** y el **CONTRATISTA**.
24. **EL CONTRATISTA** reparara a su costo y en forma inmediata las obras mal ejecutadas. Se entiende por obra mal ejecutada la que no cumpla las especificaciones y lo acordado en este contrato como objeto del mismo.

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

25. **EL CONTRATISTA** facilitara el trabajo simultáneo de los otros frentes y/o contratistas de la obra.

26. **EL CONTRATISTA** dará aviso a cualquier condición anormal que encuentre en el desarrollo de su trabajo.

27. Utilizar para el desarrollo del trabajo objeto del presente contrato, materiales de la mejor calidad existente en el mercado.

28. **EL CONTRATISTA** se compromete a ejecutar las obras de acuerdo con las normas más elevadas de competencia e integridad ética y profesional. **EL CONTRATISTA** deberá reemplazar sin demora a cualquier empleado que haya sido asignado a un trabajo en virtud de este Contrato cuyo desempeño sea considerado insatisfactorio para **EL CONTRATANTE**.

29. Responder por daños y perjuicios que por su culpa o la del personal a su cargo se causaren al contratante o terceros en la ejecución de la obra contratada.

PARÁGRAFO PRIMERO. EL CONTRATISTA se hará responsable y mantendrá indemne a **EL CONTRATANTE** frente a cualquier daño o perjuicio ocasionado a **EL CONTRATANTE** o a terceros por parte de sus directivos, personal y/o subcontratistas. **EL CONTRATISTA** manifiesta expresamente que sus obligaciones serán de resultado y no de medio.

PARÁGRAFO SEGUNDO: Para la ejecución del presente contrato **EL CONTRATISTA** deberá suministrar personal idóneo y calificado [directivos, profesionales, técnicos, administrativos y obreros] que se requiera para terminar la obra dentro del plazo acordado.

CLAUSULA SEXTA. - RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA: **EL CONTRATISTA** es el único responsable por la vinculación del personal, construcción de la obra, adquisición de materiales, combustibles, lubricantes, repuestos y servicios, para la ejecución del trabajo objeto del presente contrato, lo cual hace por su cuenta y riesgo, sin que **EL CONTRATANTE** tenga responsabilidad alguna en este sentido.

CLAUSULA SEPTIMA. CESIÓN Y SUBCONTRATACIÓN. **EL CONTRATISTA** no podrá sin autorización previa escrita de **EL CONTRATANTE** ceder total o parcialmente los derechos y obligaciones derivados del presente Contrato; El incumplimiento de esta obligación dará derecho a **EL CONTRATANTE** Para terminar el Contrato en forma automática.

PARAGRAFO PRIMERO: - EL CONTRATISTA asumirá íntegramente y en forma irrestricta la responsabilidad por los actos u omisiones de sus subcontratistas y proveedores como si fueran actos u omisiones propios. La circunstancia de que **EL CONTRATISTA** ejecute sus obligaciones a través de uno o más subcontratistas y/o proveedores en nada afectará o disminuirá la responsabilidad de **EL CONTRATISTA**.

PARAGRAFO SEGUNDO: Las partes acuerdan que **EL CONTRATANTE** no asumirá responsabilidad alguna en frente de los subcontratistas y/o proveedores de **EL CONTRATISTA**.

PARAGRAFO TERCERO: **EL CONTRATISTA** se obliga a incluir en los contratos que celebre con sus subcontratistas, una cláusula por la cual estos declaren expresamente que no tienen relación contractual

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

alguna con EL CONTRATANTE y que renuncian irrevocablemente a favor de **EL CONTRATANTE** a ejercer cualquier acción en su contra.

CLAUSULA OCTAVA. – SUPERVISOR DE OBRA: **EL CONTRATANTE** o la persona que este designe expresamente supervisará la ejecución del trabajo contratado y podrá formular en forma oportuna las observaciones del caso, con el fin de analizarlas conjuntamente con **EL CONTRATISTA** y efectuar por parte de este último las modificaciones o correcciones a que hubiere lugar. El supervisor de la Obra tendrá a su cargo las siguientes actividades:

- (i) Exigir a **EL CONTRATISTA** el cumplimiento del Contrato.
- (ii) Exigir el buen uso de los recursos asignados a la Obra.
- (iii) Suscribir y certificar en nombre y representación de **EL CONTRATANTE** las actas de obra de que trata la cláusula séptima del presente contrato.
- (iv) Suministrar la información técnica actualizada y clara para la ejecución de la obra
- (v) Hacer las veces de intermediario entre los diseñadores técnicos y el contratista para efectos de especificaciones, consultas y solicitud de aclaraciones

CLAUSULA NOVENA. POLIZAS. **EL CONTRATISTA** se obliga a constituir dentro de los cinco días siguientes a la suscripción del presente contrato, por su cuenta a favor de **EL CONTRATANTE** las siguientes garantías o seguros otorgados por compañías de seguros legalmente establecidas en Colombia y que tengan vigente calificación de fortaleza financiera:

A) POLIZA DE MANEJO DE ANTICIPO, Con esta póliza se garantiza la estricta ejecución del anticipo, Se constituirá por una suma equivalente al 100% del valor del mismo y con vigencia por el término del presente contrato.

B) Cumplimiento del Contrato: Con esta póliza se garantiza el estricto, oportuno y fiel cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones que adquiere **EL CONTRATISTA** en virtud de este Contrato. Se constituirá por una suma equivalente al veinte por ciento (20%) del Precio del Contrato y deberá tener una vigencia desde la fecha prevista del Acta de Inicio hasta la fecha prevista para la terminación de la Obra y seis (6) meses más.

D) Responsabilidad civil extracontractual: Esta póliza ampara los daños que **EL CONTRATISTA**, en desarrollo del presente Contrato, cause a terceros en su integridad personal o en sus bienes, por una suma equivalente al veinte por ciento (20%) del Precio del Contrato. Su vigencia será desde la fecha de celebración del Contrato y hasta la fecha prevista para la terminación de la Obra y seis (6) meses más.

E) Salarios, prestaciones sociales e indemnizaciones de las personas vinculadas a EL CONTRATISTA: Por una suma equivalente al veinte por ciento (20%) del Precio del Contrato y con vigencia desde la fecha de celebración del Contrato y hasta la fecha prevista para la terminación de la Obra y tres (3) años más.

F): Estabilidad y calidad de la Obra: Con esta póliza se garantiza la estabilidad y calidad de la Obra que ejecutará **EL CONTRATISTA** en virtud de este Contrato. Se constituirá por una suma equivalente al veinte por ciento (20%) del Precio del Contrato, y deberá tener una vigencia de tres (3) años contados a partir del Acta de Recibo de la Obra.

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

PARÁGRAFO PRIMERO: Cualquier daño en la estabilidad y calidad de la obra hasta por un término de cinco (5) años contados a partir de la fecha de entrega de las obras, y que se presente dentro del inmueble, incluyendo su zona urbanística, por los trabajos efectuados en el desarrollo del objeto de este contrato, serán reparados en forma inmediata por **EL CONTRATISTA**, con dineros de su propio peculio.

PARAGRAFO PRIMERO:- Las pólizas mencionadas en los numerales (a), (b), (c), (d) y (e) anteriores, junto con su comprobante de pago expedido por la respectiva compañía de seguros, serán entregadas por **EL CONTRATISTA** al **CONTRATANTE** dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes a la celebración del presente Contrato.

PARAGRAFO SEGUNDO:- La póliza mencionada en el literal (f) anterior, junto con su comprobante de pago expedido por la respectiva compañía de seguros, será entregada por **EL CONTRATISTA** a **EL CONTRATANTE** en la fecha de suscripción del Acta de Liquidación del Contrato y será requisito para su suscripción y pago del saldo del contrato.

PARAGRAFO TERCERO: - Los seguros de que trata esta cláusula no podrán ser cancelados sin la autorización escrita de **EL CONTRATANTE**. **EL CONTRATISTA** deberá mantener vigentes las garantías y serán a su cargo todas las primas y erogaciones para su constitución, prórroga o adición cuando fuere necesario. En caso de que se autoricen prórrogas o se adicione el contrato en nuevos ítems o cantidades, **EL CONTRATISTA** cancelará el incremento del valor de las primas.

PARAGRAFO CUARTO:- En caso de incumplimiento o demora por parte de **EL CONTRATISTA** en el cumplimiento de las obligaciones estipuladas en esta cláusula, **EL CONTRATANTE** tomará las medidas necesarias para renovar o adecuar las garantías y descontará su valor de las cuentas que deba pagar a **EL CONTRATISTA**.

PARAGRAFO QUINTO:- Cada vez que por el pago de cualquiera de los siniestros o eventos amparados por cada una de las garantías disminuya el monto asegurado **EL CONTRATISTA** hará la reposición de las sumas garantizadas.

PARAGRAFO SEXTO: Los valores correspondientes a deducibles que se generen por la ocurrencia de eventuales siniestros y afectaciones de las garantías y seguros serán asumidos en su totalidad por el **CONTRATISTA**.

CLAUSULA DECIMA. INDEPENDENCIA DEL CONTRATISTA. - De conformidad con la naturaleza, características, objeto y demás obligaciones derivadas del presente Contrato, **EL CONTRATISTA** obrará en forma independiente y desarrollará las actividades necesarias para la entrega de la Obra objeto del presente Contrato con plena autonomía e independencia técnica, financiera y administrativa. Por lo anterior **LAS PARTES** dejan constancia de que **EL CONTRATISTA** es una persona independiente y por tal razón no existe relación alguna entre sus empleados, subcontratistas o cualquier otra persona a él vinculada con **EL CONTRATANTE**.

CLAUSULA DECIMA PRIMERA. INDEMNIDAD.- **EL CONTRATISTA** deberá mantener a **EL CONTRATANTE** indemne y libre de las consecuencias y perjuicios que puedan derivarse de todo reclamo, demanda, litigio, acción judicial, reivindicación y proceso de cualquier especie y naturaleza que se entable contra **EL CONTRATANTE**, por causa de las acciones u omisiones en que incurra **EL CONTRATISTA**, sus agentes,

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

empleados, subcontratistas o proveedores durante la ejecución del presente Contrato y/o con ocasión del mismo.

PARAGRAFO PRIMERO: Si en cualquiera de los eventos antes previstos **EL CONTRATISTA** no asume la debida y oportuna defensa de **EL CONTRATANTE**, a la cual se obliga, éste podrá hacerlo directamente, previa comunicación escrita a **EL CONTRATISTA**, quien pagará todos los gastos y si así no lo hiciere, **EL CONTRATANTE** podrá hacerlo y tendrá derecho a deducir las erogaciones causadas de cualquier suma de dinero que le adeude a **EL CONTRATISTA**.

CLAUSULA DECIMA TERCERA- TERMINACIÓN: El presente contrato se podrá dar por terminado por las siguientes causales:

- 12.1 Por haberse ejecutado completamente su objeto.
- 12.2 Por decisión judicial o arbitral debidamente ejecutoriada.
- 12.3 Por mutuo acuerdo de las partes.
- 12.4 Por las demás causales previstas en la ley y en este contrato.

No obstante, las causales de terminación señaladas en precedencia, el contrato podrá terminarse de manera anticipada por cualquiera de las causas relacionadas a continuación:

1. Por incumplimiento de **EL CONTRATISTA** de cualquiera de sus obligaciones derivadas del presente Contrato. Para este efecto, **EL CONTRATANTE** requerirá previamente a **EL CONTRATISTA** para que subsane el incumplimiento dentro del plazo máximo de cinco (5) días hábiles.
2. Por incumplimiento de **EL CONTRATANTE** de cualquiera de sus obligaciones derivadas del presente Contrato. Para este efecto, **EL CONTRATISTA** requerirá previamente a **EL CONTRATANTE** para que subsane el incumplimiento dentro del plazo máximo de cinco (5) días hábiles.
3. Si **EL CONTRATISTA**, a juicio fundado de **EL CONTRATANTE**, mostrare grave incapacidad técnica o administrativa para cumplir en forma completa y oportuna sus obligaciones derivadas del presente Contrato.
4. Si **EL CONTRATANTE**, a juicio fundado de **EL CONTRATISTA**, mostrare grave incapacidad administrativa o financiera para cumplir en forma completa y oportuna sus obligaciones derivadas del presente Contrato.
5. Si cualquiera de **LAS PARTES** incurriere en causales de disolución, o en situación de insolvencia, sin perjuicio de las disposiciones que en materia de insolvencia resulten aplicables.
6. Si **EL CONTRATISTA** no entregará las pólizas y/o garantías establecidas en este Contrato.
7. Si la suspensión de las obligaciones a cargo de **EL CONTRATISTA** derivadas del Contrato, continúa por más de diez (10) días calendario, continuos o acumulados, debido a razones de caso fortuito o fuerza mayor.
8. En el evento que cualquiera de **LAS PARTES** sea incluida en la Lista de Nacionales Especialmente Designados y Personas Bloqueadas (*Specially Designated Nationals and Blocked Persons List*) expedida por la Oficina de Control de Activos Extranjeros del Departamento del Tesoro de los Estados Unidos de América

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

("OFAC") y/o en cualquier lista similar expedida por la OFAC de acuerdo con cualquier autorización, orden ejecutiva o regulación.

9. Por las demás causales previstas en la ley

CLAUSULA DECIMA CUARTA. ACTAS DE AVANCE DE OBRAS Y RECIBO PARCIAL, ACTA FINAL DE RECIBO DE OBRA Y ACTA DE LIQUIDACION DEL CONTRATO.

ACTAS DE AVANCE DE OBRAS Y RECIBO PARCIAL: A partir de la suscripción del acta de inicio de obra **LAS PARTES** medirán quincenalmente las cantidades de obra ejecutadas y con base en dichas mediciones levantarán actas de obra en las que se reflejará el valor total a facturar.

PARAGRAFO PRIMERO: En el evento en que **EL CONTRATANTE** no se encuentre satisfecho con las obras ejecutadas, en las fechas de entregas parciales, **EL CONTRATANTE** entregará a **EL CONTRATISTA** un documento descriptivo con sus objeciones ("Acta de Inconformidad") y **EL CONTRATISTA** se obligará entonces a realizar los ajustes y reparaciones necesarios en un plazo no mayor de quince (15) días calendario. Los ajustes deberán ser aprobados por **EL CONTRATANTE**. En caso de que **EL CONTRATISTA** no realice los ajustes y reparaciones necesarios, o los realice fuera de tiempo, se considerará que **EL CONTRATISTA** se encuentra incurso en incumplimiento de sus obligaciones. Una vez aprobados estos ajustes y cuando la Obra hubiere culminado a entera satisfacción de **EL CONTRATANTE**, se llevará a cabo la firma del Acta final de Recibo de la Obra.

ACTA FINAL DE RECIBO DE OBRAS: Ejecutadas la totalidad de las obras objeto del presente contrato **LAS PARTES** suscribirán un acta de recibo final de las obras.

ACTA DE LIQUIDACION DEL CONTRATO. Recibidas las obras por parte de **EL CONTRATANTE** se procederá entonces a la elaboración y suscripción del acta de liquidación del contrato, documento que constituirá finiquito y/o paz y salvo de las obligaciones a cargo de **LAS PARTES**, previa entrega a **EL CONTRATANTE** por **EL CONTRATISTA** de la garantía correspondiente a la estabilidad de obra.

CLAUSULA DECIMA QUINTA. MULTAS Y CLAUSULA PENAL: En el evento que **EL CONTRATISTA** incumpla con alguna de sus obligaciones por mora o retraso en el cumplimiento del contrato, **EL CONTRATANTE** podrá imponer multas equivalentes al uno por ciento (1.0%) del valor del contrato, por cada día de incumplimiento o mora, sin que en su totalidad excedan el treinta por ciento (30%) del mismo.

En todo caso, para la aplicación de la multa se debe surtir el siguiente procedimiento previo:

EL CONTRATANTE deberá notificar por escrito a **EL CONTRATISTA**, el hecho, evento y/o las razones por las cuales existe incumplimiento. Con base en esta comunicación, **EL CONTRATISTA** deberá explicar la justificación del incumplimiento o realizar los actos necesarios para solucionar el mismo dentro de los TRES (3) días calendario siguientes al recibo de la comunicación de la parte cumplida. Si transcurridos estos TRES (3) días **EL CONTRATANTE** encuentra que el incumplimiento no es superado, ya sea porque las razones esgrimidas no son valederas o porque no se presentaron explicaciones, o encuentra que no se tomaron las acciones necesarias y el incumplimiento continúa, se entenderá que existió un incumplimiento para los efectos de la presente cláusula.

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

En caso de incumplimiento parcial o total de las obligaciones por una de las Partes, la parte incumplida se obliga a pagar a la parte cumplida, una suma igual al veinte por ciento (20%) del valor del Contrato a título de cláusula penal pecuniaria, suma que se hará efectiva, previa declaratoria del incumplimiento, directamente por compensación de los saldos entre las partes si los hubiere, o podrá acudir a la jurisdicción competente. Lo anterior, sin perjuicio que se pida el cumplimiento de la obligación principal y la consecuente indemnización de perjuicios. Es entendido por las partes que el cobro de la cláusula penal aquí prevista y/o la terminación del Contrato no excluye ni impide el cobro de la totalidad de los perjuicios ocasionados con el incumplimiento y, en consecuencia, la Parte cumplida tendrá derecho a cobrar la totalidad de los perjuicios ocasionados más la pena que aquí se establece. Para los efectos de la presente cláusula, este Contrato presta mérito ejecutivo.

CLAUSULA DECIMA SEXTA. COMPENSACION. EL CONTRATISTA autoriza a EL CONTRATANTE para que realice compensaciones y/o cruces de cuentas, respecto de saldos económicos existentes a su favor, frente a las obligaciones que EL CONTRATANTE tenga pendientes a favor de EL CONTRATANTE, con ocasión al presente contrato, estén contenidas o no en títulos valores, ordenes de servicios, cuenta de cobro o facturas comunes, recibos de caja, actas de obra o cualquier otro que provenga de EL CONTRATISTA.

CLAUSULA DECIMA SEPTIMA. CLAUSULA COMPROMISORIA: Toda diferencia que surja entre LAS PARTES con ocasión a la interpretación del presente contrato, su ejecución, su cumplimiento, su terminación o las consecuencia futuras del mismo, no pudiéndose arreglar amigablemente entre LAS PARTES, se resolverá definitivamente por un tribunal de arbitramento, de acuerdo con las siguientes reglas:

17.1 El tribunal estará integrado por tres (3) árbitros designados de común acuerdo por LAS PARTES y, en su defecto, por el Centro de Arbitraje y Conciliación de la Cámara de Comercio de Cali, conforme al procedimiento establecido por este Centro.

17.2 Las tarifas y honorarios del tribunal se sujetarán a las reglas y tarifas previstas para el efecto por el Centro de Arbitraje y Conciliación de la Cámara de Comercio de Cali.

17.3 El tribunal funcionará en Cali, en la sede del Centro de Arbitraje y Conciliación de la Cámara de Comercio de Cali.

17.4 El tribunal fallará en derecho y se regirá en todo caso por las disposiciones legales sobre la materia.

17.5 Los gastos totales que causare el proceso arbitral serán por cuenta de la parte vencida.

CLAUSULA DECIMA OCTAVA. PROTECCIÓN DE DATOS: En la medida en que las partes en cumplimiento del presente contrato procesen cualquier Dato Personal, deberán, cumplir con lo siguiente. Bajo ninguna circunstancia las partes procesarán o realizarán el tratamiento de Datos Personales en nombre de la otra. En todo caso las partes se obligan a lo siguiente:

1. Procesar los Datos Personales únicamente en nombre de cada una, y únicamente con el fin de cumplir con el presente contrato, de conformidad a lo establecido en el presente contrato.

2. No modificar, enmendar o alterar el contenido de los Datos Personales o divulgar o permitir la divulgación de cualquier Dato Personal a ningún tercero, salvo en los casos en que exista obligación de ley de revelar tal información.

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

3. Cumplir en todo momento con la Legislación de Protección de Datos y, con ello, proporcionar una descripción escrita de los métodos técnicos y organizacionales empleados por las partes para el procesamiento de los Datos Personales e implementar las medidas técnicas y organizacionales apropiadas para proteger los Datos Personales contra procesamiento no autorizado o ilegal y contra la pérdida accidental, destrucción, daño, alteración o divulgación.

4. Tomar medidas razonables para garantizar la fiabilidad de cualquier miembro del Personal de las partes que tenga acceso a los Datos Personales.

5. Obtener el consentimiento previo y por escrito del Titular de los Datos antes de transferir los Datos Personales a cualquier Subcontratista u otros terceros.

6. Asegurarse que sólo aquellas personas del Personal de las partes que necesitan tener acceso a los Datos Personales obtengan acceso a estos datos y únicamente para los fines de la ejecución del presente contrato y que todo el Personal de las partes que deba tener acceso a los Datos Personales haya sido capacitado y/o instruido en el cuidado y manejo de los Datos Personales, se encuentren informados acerca de la naturaleza confidencial de los Datos Personales y cumpla con las obligaciones establecidas para el caso.

7. No publicar, revelar o divulgar ningún Dato Personal a ningún tercero.

8. No transferir ningún Dato Personal por fuera de Colombia sin el consentimiento del Titular de la Información y, si el Titular de la Información autoriza dicha transferencia, cumplir con las obligaciones de Responsable, de acuerdo con el significado de las normas aplicables vigentes en Colombia, proporcionando un nivel de protección adecuado a la Información Personal transferida.

9. Las Partes reconocen que cada una es el "Responsable" y "Encargado" de los Datos Personales (tal como dichos términos se encuentran definidos en la Legislación sobre Protección de Datos).

Todo ello de conformidad con lo establecido por la Ley 1581 de 2012, el Decreto 1377 de 2013 y las demás normas que la modifiquen, adicionen o complementen.

CLAUSULA DECIMA NOVENA. CONFIDENCIALIDAD Y NO DIVULGACIÓN. Las Partes se comprometen a guardar la debida reserva y confidencialidad sobre toda la información que le será entregada en virtud de este contrato, preservando dicha información en su carácter de confidencial y reservada y utilizándola para los fines propios de su labor, y se obligan a no divulgar a terceros de cualquier manera la existencia del mismo, salvo que sean requeridas por autoridad competente. Para efectos del presente contrato se entiende como Información Confidencial cualquiera y toda información confidencial existente en cualquier forma o formato, incluyendo, pero sin limitarse a todo dato, reporte, interpretación, pronóstico, diagnóstico, practicas, proceso, know-how, secretos industriales, bases de datos, registros y especificaciones, listas de proveedores, listas de clientes, relaciones con los clientes e información sobre el cliente (datos personales, propiedad intelectual, etc.), estrategias de adquisición, crecimiento e inversiones, información relacionada con el personal, con las ventas, con las estrategias de mercadeo, con el comportamiento financiero, modelos de negocios, información técnica, jurídica, financiera, comercial, de mercado, estratégica, y cualquiera otra relacionada con las operaciones de las partes de sus filiales, subsidiarias, empleados, accionistas, clientes, vendedores, agentes, productos y derechos de propiedad intelectual, que haya sido revelada de cualquier manera al receptor o a sus filiales, subsidiarias y/o sus directores, empleados, agentes

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

y/o asesores de cualquier clase (sus Agentes), así como cualquier análisis desarrollado por el receptor de la información y/o sus Agentes, que se derive de la información recibida, sea o no explícitamente designada como información confidencial.

PARAGRAFO PRIMERO. Las partes se obligan a no revelar a terceras personas, la Información confidencial que reciban en ejecución o con ocasión del presente contrato y, en consecuencia, se obligan a mantenerla de manera confidencial y privada y a protegerla para evitar su divulgación, ejerciendo el mismo grado de control que utilizarían para proteger la información confidencial de su propiedad. Las partes, no utilizarán la Información Confidencial para fines comerciales y sólo la utilizarán para efectos de este contrato. Esta obligación de no revelar la Información Confidencial estará vigente durante el término del contrato y cinco (5) años más.

CLAUSULA VIGESIMA. DOMICILIO CONTRACTUAL Y NOTIFICACIONES.- Para todos los efectos legales, el domicilio contractual será el Municipio de Santiago de Cali. Para todos los efectos de este contrato y para efectos judiciales, cualquier aviso o notificación entre las partes, para que tenga validez se enviará a las siguientes direcciones, a menos que cualquiera de las partes suministre por escrito una nueva dirección:

EL CONTRATANTE:

Dirección: Carrera 69 No. 16 -60 Apto 402 D de Cali
Teléfono: 558-6550
E-mail: gerencia@mariaisabelcadena.com

EL CONTRATISTA:

Dirección: Calle 42 No. 67 52 de Cali.
Teléfono: 3754147
E-mail: emece.ingenieria@gmail.com

CLAUSULA VIGÉSIMA PRIMERA. ACUERDO TOTAL Y MODIFICACIONES. El Contrato constituye el acuerdo total entre las partes en relación objeto del mismo, y sustituye todos los acuerdos previos entre las partes, ya sean verbales o escritos relacionados con dicho asunto, los cuales se dan por terminado por mutuo acuerdo de las partes. Las modificaciones, enmiendas o adiciones hechas al contrato solo serán efectivas si están suscritas por ambas partes. Las aprobaciones y consentimientos que deba dar alguna parte conforme al contrato también deben ser por escrito.

CLAUSULA VIGÉSIMA SEGUNDA. CUMPLIMIENTO IMPERFECTO. El hecho de que una de Las Partes permita, una o varias veces, que la otra incumpla sus obligaciones, o las cumpla imperfectamente, o en forma distinta de la pactada o no insista en el cumplimiento exacto de tales obligaciones, o no ejerza oportunamente los derechos contractuales o legales que le corresponden; no equivaldrá la medicación del presente Contrato, ni impedirá que dicha parte insista en el cumplimiento fiel y exacto de las obligaciones de la otra, o ejerza los derechos contractuales o legales de los que sea titular.

Vo. Bo. Jur

CONTRATO DE OBRA A TODO COSTO

CLAUSULA VIGÉSIMA TERCERA. MÉRITO EJECUTIVO: El presente contrato presta merito ejecutivo en los términos del artículo 422 del Código General del Proceso, y demás normas concordantes que adicionen, deroguen o complementen.

De conformidad con lo aquí expresado, las partes suscribe el presente documento en dos ejemplares, a los 22 días del mes de agosto de dos mil quince (2017), en Santiago de Cali Valle.

EL CONTRATANTE,**MARÍA ISABEL CADENA RIOS**

C.C. No. 66.829.783

Representante Legal

NUEVA INVERSION S.A.S

NIT. 900.363.764-0

EL CONTRATISTA,**EMERSON MONTAÑO CAICEDO**

C.C. No. 94.517.187

Representante Legal

EMECE INGENIERIA S.A.S.

NIT. 900.963.807-3



Vo. Bo. Jurídico

idico

**COMISION ASESORA PERMANENTE PARA EL REGIMEN
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

NSR-10



TÍTULO D – MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

**COMISION ASESORA PERMANENTE PARA EL REGIMEN
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES
(Creada por la Ley 400 de 1997)**

NOTAS:



TÍTULO D

MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

ÍNDICE

CAPÍTULO D.1 – REQUISITOS GENERALES	D-1
D.1.1 – ALCANCE	D-1
D.1.1.1 – ALCANCE	D-1
D.1.1.2 – ESTRUCTURAS ESPECIALES	D-1
D.1.1.3 – PROPOSITO	D-1
D.1.1.4 – COMPLEMENTO	D-1
D.1.1.5 – REQUISITOS MINIMOS	D-1
D.1.1.6 – PROCEDIMIENTO DE DISEÑO	D-1
D.1.2 – PLANOS Y MEMORIAS	D-1
D.1.2.1 – PLANOS ESTRUCTURALES	D-1
D.1.2.2 – MEMORIAS	D-2
D.1.3 – SUPERVISIÓN TÉCNICA	D-2
D.1.3.1 – OBLIGATORIEDAD DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA	D-2
D.1.3.2 – ALCANCE DE LA SUPERVISIÓN	D-2
D.1.3.3 – REGISTRO DE LAS LABORES DE SUPERVISIÓN	D-2
D.1.4 – REQUISITOS GENERALES PARA LAS ESTRUCTURAS EN MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	D-2
D.1.4.1 – RESISTENCIA ANTE CARGAS HORIZONTALES EN DOS DIRECCIONES ORTOGONALES EN PLANTA	D-2
D.1.4.1.1 – Diferencia en rigidez entre las dos direcciones principales en planta	D-2
D.1.4.2 – MODELO MATEMÁTICO PARA REALIZAR EL ANÁLISIS	D-2
D.1.4.3 – DIAFRAGMAS HORIZONTALES DE PISO	D-2
D.1.4.4 – INCONVENIENCIA DE LA COMBINACIÓN DE SISTEMAS ESTRUCTURALES	D-2
D.1.4.5 – REQUISITOS PARA LA COMBINACIÓN DE SISTEMAS ESTRUCTURALES DE MAMPOSTERÍA	D-2
D.1.4.6 – LIMITES DE DERIVA PARA SISTEMAS DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	D-2
D.1.4.7 – REQUISITOS PARA LOS MATERIALES	D-3
D.1.4.8 – CONDICIONES AMBIENTALES	D-3
D.1.4.9 – MANO DE OBRA EN LAS ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA	D-3
CAPÍTULO D.2 – CLASIFICACIÓN, USOS, NORMAS, NOMENCLATURA Y DEFINICIONES	D-5
D.2.1 – CLASIFICACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	D-5
D.2.1.1 – MAMPOSTERÍA DE CAVIDAD REFORZADA	D-5
D.2.1.2 – MAMPOSTERÍA REFORZADA	D-5
D.2.1.3 – MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA	D-5
D.2.1.4 – MAMPOSTERÍA NO REFORZADA	D-5
D.2.1.5 – MAMPOSTERÍA DE MUROS CONFINADOS	D-5
D.2.1.6 – MAMPOSTERÍA DE MUROS DIAFRAGMA	D-5
D.2.1.7 – MAMPOSTERÍA REFORZADA EXTERNAMENTE	D-5
D.2.2 – USOS DE LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	D-5
D.2.2.1 – USOS PERMITIDOS	D-5
D.2.2.2 – COMBINACIÓN DE SISTEMAS ESTRUCTURALES	D-6
D.2.2.3 – ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO DENTRO DE LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	D-6
D.2.3 – NORMAS Y ESPECIFICACIONES CITADAS EN EL TÍTULO D DEL REGLAMENTO	D-6
D.2.4 – NOMENCLATURA	D-8
D.2.5 – DEFINICIONES	D-11
CAPÍTULO D.3 – CALIDAD DE LOS MATERIALES EN LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	D-13
D.3.0 – NOMENCLATURA	D-13
D.3.1 – ASPECTOS GENERALES	D-13
D.3.1.1 – REQUISITOS PARA LOS MATERIALES	D-13
D.3.1.2 – ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES	D-13
D.3.2 – CEMENTO Y CAL	D-13
D.3.3 – ACERO DE REFUERZO	D-13
D.3.4 – MORTERO DE PEGA	D-14
D.3.4.1 – REQUISITOS GENERALES	D-14
Tabla D.3.4-1 – Clasificación de los morteros de pega por propiedad o por porción	D-14
D.3.4.2 – DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE PEGA	D-14
D.3.4.2.1 – Probetas cilíndricas	D-14
D.3.4.3 – USO DE LA CAL	D-14
D.3.4.4 – AGREGADOS	D-14
D.3.4.5 – AGUA	D-14
D.3.4.6 – COLORANTES Y ADITIVOS	D-15
D.3.4.7 – PREPARACIÓN EN OBRA	D-15
D.3.4.7.1 – Morteros mezclados en seco en obra	D-15
D.3.4.7.2 – Morteros premezclados de larga vida	D-15
D.3.5 – MORTERO DE RELLENO	D-15
D.3.5.1 – REQUISITOS GENERALES	D-15
D.3.5.2 – DOSIFICACIÓN	D-15

Tabla D.3.5-1 – Clasificación y dosificación por volumen de los morteros de relleno	D-15
D.3.5.3 – VALOR MÁXIMO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	D-15
D.3.5.4 – USO DE LA CAL	D-16
D.3.5.5 – AGREGADOS	D-16
D.3.5.6 – AGUA Y ADITIVOS	D-16
D.3.5.7 – MEZCLADO Y TRANSPORTE	D-16
D.3.6 – UNIDADES DE MAMPOSTERÍA	D-16
D.3.6.1 – TIPOS DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA	D-16
D.3.6.2 – NORMAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD	D-16
D.3.6.2.1 – Unidades de concreto para mampostería	D-16
D.3.6.2.2 – Unidades de arcilla para mampostería	D-16
D.3.6.2.3 – Unidades sílico-calcáreas para mampostería	D-16
D.3.6.3 – UNIDADES ESPECIALES	D-16
D.3.6.4 – UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE PERFORACIÓN VERTICAL	D-16
D.3.6.4.1 – Dimensiones de las celdas y las paredes	D-17
Tabla D.3.6-1 – Espesores mínimos de paredes en unidades (bloques) de mampostería de perforación vertical	D-17
D.3.6.4.2 – Perforaciones secundarias	D-17
D.3.6.5 – UNIDADES DE PERFORACIÓN HORIZONTAL	D-17
D.3.6.6 – UNIDADES MACIZAS DE MAMPOSTERÍA	D-17
D.3.7 – DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA MAMPOSTERÍA A LA COMPRESIÓN	D-17
D.3.7.1 – DETERMINACIÓN DE f'_m PREVIA A LA CONSTRUCCIÓN	D-17
D.3.7.1.1 – Aplicabilidad de los procedimientos	D-17
D.3.7.2 – ELABORACIÓN Y ENSAYO DE LOS MURETES	D-18
D.3.7.2.1 – Requisitos de elaboración de los muretes	D-18
D.3.7.2.2 – Determinación del valor de f'_m	D-18
D.3.7.2.3 – Área para determinación de los esfuerzos	D-18
D.3.7.2.4 – Dimensiones de los muretes	D-18
D.3.7.2.5 – Corrección por esbeltez	D-18
Tabla D.3.7-1 – Factor de corrección por esbeltez para f'_m	D-18
D.3.7.2.6 – Curado de los muretes	D-18
D.3.7.2.7 – Refrentado y ensayo	D-18
D.3.7.3 – DETERMINACIÓN ESTADÍSTICA DE f'_m	D-18
D.3.7.3.1 – Más de 30 ensayos históricos	D-18
D.3.7.3.2 – Entre 10 y 30 ensayos históricos	D-19
D.3.7.3.3 – Menos de 10 ensayos históricos	D-19
D.3.7.4 – DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE f'_m	D-19
D.3.7.4.1 – Más de 30 ensayos previos a la obra	D-19
D.3.7.4.2 – Entre de 10 y 30 ensayos previos a la obra	D-19
D.3.7.4.3 – Menos de 10 ensayos previos a la obra	D-19
D.3.7.5 – VALOR DE f'_m BASADO EN LA CALIDAD DE LOS MATERIALES	D-19
D.3.7.6 – VALOR DE f'_m CUANDO LAS CELDAS SE INYECTAN CON MORTERO DE RELLENO, BASADO EN LA CALIDAD DE LOS MATERIALES	D-19
D.3.8 – EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA	D-19
D.3.8.1 – FRECUENCIA DE MUESTREO Y ENSAYOS	D-19
D.3.8.1.1 – Mortero de pega	D-19
D.3.8.1.2 – Mortero de relleno	D-19
D.3.8.1.3 – Unidades de mampostería	D-20
D.3.8.1.4 – Muretes	D-20
D.3.8.1.5 – Acero de refuerzo	D-20
D.3.8.2 – CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO	D-20
D.3.8.2.1 – Resistencia mínima	D-20
D.3.8.2.2 – Medidas correctivas	D-20
D.3.8.2.3 – Resultados de resistencia bajos	D-20
D.3.8.2.4 – Pruebas de carga	D-20
CAPÍTULO D.4 – REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	D-21
D.4.0 – NOMENCLATURA	D-21
D.4.1 – ALCANCE	D-21
D.4.1.1 – ALCANCE DE LOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	D-21
D.4.2 – DETALLES DEL REFUERZO	D-21
D.4.2.1 – EMBEBIDO DEL REFUERZO	D-21
D.4.2.2 – DIÁMETROS MÁXIMOS Y MÍNIMOS PERMITIDOS PARA EL REFUERZO	D-21
D.4.2.2.1 – Refuerzo longitudinal en celdas y cavidades que se inyectan	D-21
D.4.2.2.2 – Refuerzo de junta	D-21
D.4.2.2.3 – Refuerzo longitudinal y transversal en elementos de confinamiento	D-21
D.4.2.2.4 – Refuerzo longitudinal y transversal en elementos de concreto reforzado dentro de la mampostería	D-22
D.4.2.3 – LÍMITES PARA LA COLOCACIÓN DEL REFUERZO	D-22
D.4.2.3.1 – Número de barras por celda vertical	D-22
D.4.2.3.2 – Barras en paquete	D-22
D.4.2.3.3 – Distancia entre la barra y el borde interior de la celda	D-22
D.4.2.3.4 – Mampostería confinada	D-22
D.4.2.4 – RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO	D-22

D.4.2.4.1 – Recubrimiento de barras colocadas en celdas	D-22
D.4.2.4.2 – Recubrimiento de del refuerzo de junta	D-22
D.4.2.5 – DESARROLLO DEL REFUERZO EMBEBIDO EN MORTERO DE RELLENO	D-22
D.4.2.5.1 – Generalidades	D-22
D.4.2.5.2 – Longitud de desarrollo	D-22
D.4.2.5.3 – Longitud de empalme por traslapo	D-23
D.4.2.5.4 – Empalmes mecánicos o soldados	D-23
D.4.2.6 – DESARROLLO DEL REFUERZO EMBEBIDO EN CONCRETO	D-23
D.4.2.7 – GANCHOS ESTÁNDAR	D-23
D.4.2.8 – DIÁMETROS MÍNIMOS DE DOBLAMIENTO PARA BARRAS DE REFUERZO	D-23
Tabla D.4.2-1 – Diámetros de doblamiento para barras de refuerzo	D-23
D.4.3 – ACTIVIDADES PRELIMINARES A LA CONSTRUCCIÓN	D-23
D.4.3.1 – ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	D-23
D.4.3.2 – ALMACENAMIENTO DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERÍA	D-23
D.4.3.3 – LUGAR PARA LA TOMA Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS	D-23
D.4.4 – REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA CIMENTACIONES	D-24
D.4.4.1 – GENERAL	D-24
D.4.4.2 – ANCLAJE EN LA CIMENTACIÓN DEL REFUERZO DE LOS MUROS	D-24
D.4.4.3 – TOLERANCIA DE LOCALIZACIÓN DEL REFUERZO DE EMPALME CON EL MURO	D-24
D.4.4.4 – VACIADO DE LOS ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN	D-24
D.4.4.5 – ALINEAMIENTO HORIZONTAL	D-24
D.4.4.6 – CORRECCIÓN DEL ALINEAMIENTO DEL CIMIENTO	D-24
D.4.5 – REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA MUROS DE MAMPOSTERÍA	D-24
D.4.5.1 – GENERAL	D-24
D.4.5.2 – UNIDADES DE MAMPOSTERÍA	D-24
D.4.5.2.1 – Estado de las unidades previo a su colocación	D-24
D.4.5.2.2 – Unidades especiales	D-24
D.4.5.3 – MORTERO DE PEGA	D-25
D.4.5.4 – MORTERO DE INYECCIÓN	D-25
D.4.5.5 – ACERO DE REFUERZO	D-25
D.4.5.5.1 – Estado de la superficie del refuerzo	D-25
D.4.5.5.2 – Dimensiones	D-25
D.4.5.5.3 – Doblado de refuerzo parcialmente embebido	D-25
D.4.5.6 – TUBERIAS EMBEBIDAS	D-25
D.4.5.6.1 – Regatas	D-25
D.4.5.6.2 – Salidas a la superficie del muro	D-25
D.4.5.6.3 – Tuberías embebidas en celdas inyectadas	D-25
D.4.5.7 – APAREJO DE PETACA	D-25
D.4.5.8 – APAREJO TRABADO	D-25
D.4.5.9 – JUNTAS DE CONTROL	D-25
D.4.5.9.1 – Distancia entre juntas de control	D-25
D.4.5.9.2 – Configuración de la junta de control	D-26
D.4.5.10 – CONSTRUCCIÓN DEL MURO	D-26
D.4.5.10.1 – Mortero de pega	D-26
D.4.5.10.2 – Ventanas de inspección y limpieza	D-26
Tabla D.4.2-2 – Tolerancias constructivas para muros de mampostería	D-26
D.4.5.11 – COLOCACIÓN DEL REFUERZO HORIZONTAL	D-27
D.4.5.11.1 – Refuerzo horizontal de junta	D-27
D.4.5.11.2 – Elementos embebidos para colocación del refuerzo horizontal	D-27
D.4.5.12 – COLOCACIÓN DEL REFUERZO VERTICAL	D-27
D.4.5.12.1 – Tolerancias	D-27
D.4.5.12.2 – Localización de las barras en la celda	D-27
D.4.5.12.3 – Empalmes	D-27
D.4.5.12.4 – Sujeción del refuerzo	D-27
D.4.5.12.5 – Cambios	D-27
D.4.6 – REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA EL MORTERO DE RELLENO	D-28
D.4.6.1 – PREPARACIÓN DEL MORTERO DE RELLENO	D-28
D.4.6.2 – FLUIDEZ	D-28
D.4.6.3 – INYECCIÓN DEL MORTERO	D-28
D.4.6.3.1 – Altura de inyección	D-28
Tabla D.4.6-1 – Altura máxima de inyección según el tamaño del espacio de inyección	D-28
D.4.6.3.2 – Suspensión de la inyección	D-28
D.4.6.3.3 – Inyección parcial	D-28
D.4.6.3.4 – Juntas entre inyecciones de mortero	D-28
D.4.6.4 – COMPACTACIÓN	D-28
D.4.6.4.1 – Recompactación	D-28
D.4.7 – REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA LOSAS DE ENTREPISO	D-29
D.4.7.1 – ACCIÓN COMO DIAFRAGMA	D-29
D.4.7.1.1 – Diafragmas flexibles	D-29
D.4.7.2 – APOYO DE LOS ELEMENTOS DEL ENTREPISO	D-29
D.4.7.3 – VOLCAMIENTO DE LA HILADA DE APOYO	D-29
D.4.7.4 – LOSAS PREFABRICADAS	D-29
D.4.8 – APUNTALAMIENTO DE MUROS	D-29
D.4.9 – JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN	D-29
D.4.10 – CURADO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA	D-29
D.4.10.1 – MAMPOSTERÍA CON UNIDADES DE CONCRETO O SÍLICO-CALCÁREAS	D-29

D.4.10.2 – MAMPOSTERÍA CON UNIDADES DE ARCILLA	D-29
CAPÍTULO D.5 – REQUISITOS GENERALES DE ANÁLISIS Y DISEÑO	D-31
D.5.0 – NOMENCLATURA	D-31
D.5.1 – HIPÓTESIS Y PRINCIPIOS GENERALES	D-32
D.5.1.1 – GENERALIDADES	D-32
D.5.1.2 – METODOLOGÍA DE DISEÑO POR ESTADOS LÍMITES DE RESISTENCIA	D-32
D.5.1.3 – RESISTENCIA REQUERIDA	D-32
D.5.1.4 – RESISTENCIA DE DISEÑO	D-32
D.5.1.5 – VALORES DE ϕ	D-32
D.5.1.5.1 – Efectos Gravitacionales y Fuerzas horizontales perpendiculares al plano del muro	D-32
D.5.1.5.2 – Fuerzas paralelas al plano del muro	D-32
D.5.1.5.3 – Valores de ϕ para esfuerzos de aplastamiento	D-33
D.5.1.6 – SUPOSICIONES DE DISEÑO	D-33
D.5.1.6.1 – Resistencia a la tracción de la mampostería	D-33
D.5.1.6.2 – Compatibilidad de deformaciones	D-33
D.5.1.6.3 – Secciones planas permanecen planas	D-33
D.5.1.6.4 – Relación esfuerzo deformación para el acero de refuerzo	D-33
D.5.1.6.5 – Deformación unitaria máxima en la mampostería	D-33
D.5.1.6.6 – Relación esfuerzo deformación para la mampostería	D-33
D.5.2. – MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y DE CORTANTE	D-34
D.5.2.1 – MODULO DE ELASTICIDAD	D-34
D.5.2.1.1 – Acero de refuerzo	D-34
D.5.2.1.2 – Mampostería	D-34
D.5.2.1.3 – Mortero de relleno	D-34
D.5.2.2 – MODULO DE CORTANTE	D-34
D.5.3 – CARGAS	D-34
D.5.3.1 – SOLICITACIONES A EMPLEAR	D-34
D.5.3.1.1 – Combinación de las solicitaciones	D-34
D.5.3.1.2 – Otros efectos	D-35
D.5.3.2 – DISTRIBUCIÓN DE FUERZA LATERAL	D-35
D.5.3.2.1 – Efecto de las aletas de la sección	D-35
D.5.3.2.2 – Efectos torsionales	D-35
D.5.3.3 – CARGAS CONCENTRADAS	D-35
D.5.3.4 – CARGA EXCÉNTRICA	D-35
D.5.3.4.1 – Apoyos provisionales	D-35
D.5.4 – CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES EFECTIVAS	D-35
D.5.4.1 – ÁREA EFECTIVA (A_e)	D-35
D.5.4.2 – ESPESOR EFECTIVO PARA EVALUAR EL EFECTO DE PANDEO (t)	D-35
Tabla D.5.4-1 – Coeficientes para muros arriostrados por machones	D-36
D.5.4.3 – ALTURA EFECTIVA PARA EVALUAR EL EFECTO DE PANDEO (h')	D-36
D.5.4.4 – ANCHO EFECTIVO (b)	D-36
D.5.4.4.1 – Ancho efectivo b para flexión perpendicular al plano del muro	D-36
D.5.4.4.2 – Ancho efectivo b para flexión paralela al plano del muro	D-36
D.5.4.5 – ÁREA EFECTIVA PARA DETERMINAR ESFUERZOS CORTANTES (A_{mv})	D-36
D.5.4.5.1 – Área efectiva A_{mv} para cortante en la dirección perpendicular al plano del muro	D-36
D.5.4.5.2 – Área efectiva A_{mv} para cortante en la dirección paralela al plano del muro	D-37
D.5.4.6 – DISTANCIA ENTRE APOYOS EN VIGAS Y DINTELES	D-37
D.5.4.7 – RIGIDEZ MÍNIMA A FLEXIÓN EN VIGAS Y DINTELES	D-37
D.5.4.8 – VIGAS DE SECCIÓN ALTA	D-37
D.5.5 – RESISTENCIA PARA CARGA AXIAL DE COMPRESIÓN	D-37
D.5.5.1 – MÁXIMA RESISTENCIA AXIAL TEÓRICA	D-37
D.5.5.2 – REDUCCIÓN DE RESISTENCIA AXIAL POR ESBELTEZ	D-37
D.5.5.3 – RESISTENCIA NOMINAL PARA CARGA AXIAL	D-37
D.5.5.4 – MÁXIMA RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CARGA AXIAL	D-37
D.5.6 – RESISTENCIA A FLEXIÓN SIN CARGA AXIAL	D-38
D.5.6.1 – GENERAL	D-38
D.5.6.2 – SECCIONES SOLO CON REFUERZO A TRACCIÓN	D-38
D.5.6.3 – SECCIONES CON REFUERZO A COMPRESIÓN	D-38
D.5.7 – DISEÑO DE MUROS EN LA DIRECCIÓN PERPENDICULAR A SU PLANO	D-38
D.5.7.1 – GENERAL	D-38
D.5.7.2 – RESISTENCIA A FLEXIÓN PARA MUROS CON CARGA AXIAL MENOR QUE $0.10f'_m A_e$	D-38
D.5.7.3 – RESISTENCIA A FLEXIÓN PARA MUROS CON CARGA AXIAL MAYOR QUE $0.10f'_m A_e$	D-39
D.5.7.4 – RESISTENCIA A CORTANTE EN LA DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL PLANO DEL MURO	D-39
D.5.8 – DISEÑO DE MUROS EN LA DIRECCIÓN PARALELA A SU PLANO	D-39
D.5.8.1 – GENERAL	D-39
D.5.8.2 – RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXIÓN	D-39
Tabla D.5.8-1 – Módulos de ruptura f_r	D-40
D.5.8.3 – RESISTENCIA A LA FLEXO-COMPRESIÓN	D-40
D.5.8.4 – RESISTENCIA A CORTANTE EN LA DIRECCIÓN PARALELA AL PLANO DEL MURO	D-40
D.5.8.4.1 – Verificación de articulación plástica	D-40
D.5.8.4.2 – Valor de V_m	D-41
Tabla D.5.8-2 – Valor del cortante nominal resistido por la mampostería, V_m	D-41
D.5.8.4.3 – Valor de V_s	D-41

D.5.8.4.4 – Valores máximos de V_n	D-41
Tabla D.5.8-3 – Valores máximos para el cortante nominal V_m	D-42
D.5.8.5 – ELEMENTOS DE BORDE	D-42
CAPÍTULO D.6 – MAMPOSTERÍA DE CAVIDAD REFORZADA	D-43
D.6.1 – REQUISITOS GENERALES	D-43
D.6.1.1 GENERAL	D-43
D.6.1.2 – DEFINICIÓN	D-43
D.6.1.2.1 – Unidades de mampostería	D-43
D.6.1.2.2 – Mortero de pega	D-43
D.6.1.2.3 – Mortero de relleno	D-43
D.6.1.3 – ESPESOR MÍNIMO	D-43
D.6.1.4 – CONECTORES	D-43
D.6.1.4.1 – Propósito	D-43
D.6.1.4.2 – Conectores en Z	D-43
D.6.1.5 – VENTANAS DE LIMPIEZA	D-43
D.6.1.6 – RESISTENCIA MÍNIMA	D-43
D.6.2 – USOS DE LA MAMPOSTERÍA DE CAVIDAD REFORZADA	D-43
D.6.3 – REQUISITOS DEL REFUERZO	D-44
D.6.3.1 – GENERAL	D-44
D.6.3.2 – REFUERZO MÍNIMO	D-44
D.6.3.2.1 – Separación del refuerzo	D-44
D.6.3.3 – REFUERZO EN ABERTURAS	D-44
D.6.3.4 – REFUERZO EN COMPRESIÓN	D-44
D.6.3.5 – DIÁMETRO MÍNIMO	D-44
D.6.3.6 – CAPAS DE REFUERZO	D-44
D.6.4 – REQUISITOS DE DISEÑO	D-44
D.6.4.1 – GENERAL	D-44
D.6.4.2 – ANÁLISIS	D-45
D.6.4.3 – MODULO DE ELASTICIDAD	D-45
D.6.4.4 – SECCIÓN TRANSFORMADA	D-45
D.6.4.5 – MONOLITISMO	D-45
D.6.4.5.1 – Esfuerzo cortante de contacto	D-45
D.6.5 – REQUISITOS ADICIONALES DE CONSTRUCCIÓN	D-45
D.6.5.1 – PAREDES LATERALES	D-45
D.6.5.2 – REFUERZO HORIZONTAL EN LA CAVIDAD	D-45
D.6.5.3 – INYECCIÓN DE LA CAVIDAD	D-45
D.6.5.3.1 – Altura de inyección	D-45
D.6.5.3.2 – Longitud de la inyección	D-45
D.6.5.4 – CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES	D-45
CAPÍTULO D.7 – MUROS DE MAMPOSTERÍA REFORZADA CONSTRUIDOS CON UNIDADES DE PERFORACIÓN VERTICAL	D-47
D.7.1 GENERALIDADES	D-47
D.7.2 – USOS DE LA MAMPOSTERÍA REFORZADA	D-47
D.7.2.1.1 – Muros de mampostería reforzada con capacidad especial de disipación de energía (DES)	D-47
D.7.2.1.2 – Muros de mampostería reforzada con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	D-47
D.7.3 – REFUERZO DE MUROS	D-48
D.7.3.1 – CUANTÍA MÍNIMA	D-48
D.7.3.2 – REFUERZO VERTICAL MÍNIMO	D-48
D.7.3.3 – REFUERZO HORIZONTAL MÍNIMO	D-48
D.7.4 REQUISITOS DE DISEÑO	D-48
D.7.5 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN	D-48
CAPÍTULO D.8 – MUROS DE MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA CONSTRUIDOS CON UNIDADES DE PERFORACIÓN VERTICAL	D-49
D.8.1 – GENERALIDADES	D-49
D.8.2 – USOS DE LA MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA CONSTRUIDA CON UNIDADES DE PERFORACIÓN VERTICAL	D-49
D.8.3 – REFUERZO DE MUROS	D-49
D.8.3.1 – CUANTÍA MÍNIMA	D-49
D.8.3.2 – REFUERZO VERTICAL MÍNIMO	D-49
D.8.3.3 – REFUERZO HORIZONTAL MÍNIMO	D-49
D.8.4 – DISEÑO DE LA MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA CONSTRUIDA CON UNIDADES DE PERFORACIÓN VERTICAL	D-50
D.8.5 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN	D-50
CAPÍTULO D.9 – MUROS DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA	D-51
D.9.1 – GENERALIDADES	D-51
D.9.2 – USOS DE LA MAMPOSTERÍA NO REFORZADA	D-51
D.9.3 – DISEÑO DE LA MAMPOSTERÍA NO REFORZADA	D-51
D.9.4 REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN	D-51

CAPÍTULO D.10 – MAMPOSTERÍA DE MUROS CONFINADOS	D-53
D.10.0 – NOMENCLATURA	D-53
D.10.1 – REQUISITOS GENERALES	D-54
D.10.1.1 – CLASIFICACIÓN	D-54
D.10.1.2 – REQUISITOS COMPLEMENTARIOS	D-54
D.10.2 – USOS DE LA MAMPOSTERÍA DE MUROS CONFINADOS	D-54
D.10.3 – REQUISITOS PARA LOS MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA	D-54
D.10.3.1 – GENERAL	D-54
D.10.3.2 – UNIDADES DE MAMPOSTERÍA PERMITIDAS	D-54
D.10.3.2.1 – Valores mínimos para la resistencia de las unidades f'_{cu}	D-54
Tabla D.10.3-1 – Resistencia mínima de las unidades para muros de mampostería confinada	D-54
D.10.3.2.2 – Restricción al uso del bloque de perforación horizontal de arcilla	D-54
D.10.3.3 – ESPESOR MÍNIMO DEL MURO	D-55
D.10.3.4 – ÁREA MÍNIMA DE MUROS CONFINADOS POR NIVEL	D-55
D.10.4 – REQUISITOS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO	D-55
D.10.4.1 – RESISTENCIA DEL CONCRETO	D-55
D.10.4.2 – COMPATIBILIDAD CON EL TÍTULO C	D-55
D.10.4.3 – REFUERZO INTERIOR EN EL MURO	D-55
D.10.5 – COLUMNAS DE CONFINAMIENTO	D-55
D.10.5.1 – GENERAL	D-55
D.10.5.2 – DIMENSIONES MÍNIMAS	D-55
D.10.5.2.1 – Espesor mínimo	D-55
D.10.5.2.2 – Área mínima	D-55
D.10.5.3 – UBICACIÓN	D-55
D.10.5.4 – REFUERZO MÍNIMO	D-55
D.10.5.5 – ANCLAJE DEL REFUERZO	D-56
D.10.5.6 – REFUERZO TRANSVERSAL DE CONFINAMIENTO	D-56
D.10.6 – VIGAS DE CONFINAMIENTO	D-56
D.10.6.1 – GENERAL	D-56
D.10.6.2 – DIMENSIONES MÍNIMAS	D-56
D.10.6.2.1 – Espesor mínimo	D-56
D.10.6.2.2 – Área mínima	D-56
D.10.6.3 – UBICACIÓN	D-56
D.10.6.4 – REFUERZO MÍNIMO	D-56
D.10.6.4.1 – Vigas que continúan fuera del muro confinado	D-57
D.10.6.5 – ANCLAJE DEL REFUERZO	D-57
D.10.6.6 – VIGA DE AMARRE SOBRE LA CIMENTACIÓN	D-57
D.10.6.7 – CINTAS DE AMARRE	D-57
D.10.7 – REQUISITOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO	D-57
D.10.7.1 – GENERAL	D-57
D.10.7.2 – VALORES DE ϕ	D-57
D.10.7.3 – SUPOSICIONES DE DISEÑO	D-57
D.10.7.4 – DISEÑO PARA CARGA AXIAL DE COMPRESIÓN	D-58
D.10.7.5 – DISEÑO DEL MURO EN LA DIRECCIÓN PERPENDICULAR A SU PLANO	D-58
D.10.7.5.1 – Resistencia a flexo-compresión	D-58
D.10.7.5.2 – Resistencia a cortante	D-58
D.10.7.6 – DISEÑO A FLEXO-COMPRESIÓN DEL MURO EN LA DIRECCIÓN PARALELA A SU PLANO	D-58
D.10.7.6.1 – Resistencia a flexo-compresión despreciando la contribución de la mampostería	D-58
D.10.7.6.2 – Resistencia a flexo-compresión teniendo en cuenta la contribución de la mampostería	D-59
D.10.7.7 – DISEÑO A CORTANTE DEL MURO EN LA DIRECCIÓN PARALELA A SU PLANO	D-60
D.10.7.8 – VERIFICACIÓN POR APLASTAMIENTO DEL ALMA DEL MURO	D-60
D.10.7.9 – VERIFICACIÓN A CORTANTE EN LOS ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO DEL MURO	D-60
D.10.7.10 – DISEÑO DEL ACERO LONGITUDINAL DE LA VIGA DE CONFINAMIENTO	D-61
D.10.8 – REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN	D-61
D.10.8.1 – GENERAL	D-61
D.10.8.2 – DETALLES DEL REFUERZO	D-61
D.10.8.3 – REQUISITOS COMPLEMENTARIOS PARA LOS ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO	D-61
D.10.8.4 – CONSTRUCCIÓN DEL MURO	D-61
D.10.8.5 – JUNTAS DE CONTROL	D-61
D.10.8.6 – VACIADO DE LAS COLUMNAS DE CONFINAMIENTO	D-61
D.10.8.7 – VIGAS DE CONFINAMIENTO	D-61
CAPÍTULO D.11 – MUROS DIAFRAGMA	D-63
D.11.1 – GENERALIDADES	D-63
D.11.1.1 – ALCANCE	D-63
D.11.1.2 – ANÁLISIS	D-63
D.11.1.3 – UNIDADES DE MAMPOSTERÍA	D-63
D.11.1.4 – ESPESOR MÍNIMO, APAREJO Y MORTERO	D-63
D.11.2 – USOS DE LA MAMPOSTERÍA DE MUROS DIAFRAGMA	D-63
D.11.2.1 – LIMITACIONES AL USO	D-63
D.11.2.2 – VALORES DE R_0 A EMPLEAR	D-63
D.11.2.3 – METODOLOGÍA DE DISEÑO	D-63
D.11.3 – REFUERZOS	D-63
D.11.4 – REQUISITOS DE DISEÑO PARA MAMPOSTERÍA DE MUROS DIAFRAGMA	D-63

D.11.4.1 – COMPROBACIONES MÍNIMAS	D-63
D.11.4.2 – CORTANTE MÁXIMO	D-64
Tabla D.11.1-1 – Valores máximos para v_m en muros diafragma (MPa)	D-64
D.11.4.3 – COLUMNAS Y VIGAS DEL PÓRTICO ARRIOSTRADO	D-64
D.11.4.4 – OTROS REQUISITOS	D-64
D.11.4.5 – CONSTRUCCIÓN	D-64
CAPÍTULO D.12 – MAMPOSTERÍA REFORZADA EXTERNAMENTE	D-65
D.12.0 – NOMENCLATURA	D-65
D.12.1 – REQUISITOS GENERALES	D-65
D.12.1.1 – GENERAL	D-65
D.12.1.2 – DEFINICIÓN	D-65
D.12.1.2.1 – Unidades de mampostería	D-65
D.12.1.2.2 – Mortero de pega	D-65
D.12.1.2.3 – Mortero de revoque	D-65
D.12.1.3 – ESPESOR MÍNIMO	D-65
D.12.1.4 – RESISTENCIA MÍNIMA	D-65
D.12.2 – USOS DE LA MAMPOSTERÍA REFORZADA EXTERNAMENTE	D-65
D.12.3 – REQUISITOS DEL REFUERZO	D-66
D.12.3.1 – GENERAL	D-66
D.12.3.2 – REFUERZO MÍNIMO	D-66
D.12.3.2.1 – Separación del refuerzo	D-66
D.12.3.3 – ANCLAJE DEL REFUERZO	D-66
D.12.4 – REQUISITOS DEL DISEÑO	D-66
D.12.4.1 – GENERAL	D-66
D.12.4.2 – ANÁLISIS	D-66
D.12.4.3 – MÓDULOS DE ELASTICIDAD	D-67
D.12.4.4 – SECCIÓN TRANSFORMADA	D-67
D.12.4.5 – MONOLITISMO	D-67
D.12.4.6 – ANÁLISIS Y DISEÑO SIMPLIFICADO	D-67
D.12.5 – REQUISITOS ADICIONALES DE CONSTRUCCIÓN	D-67
D.12.5.1 – ESPESOR DE LA CAPA DE MORTERO DE RECUBRIMIENTO	D-67
D.12.5.2 – RECUBRIMIENTO MÍNIMO A LA MALLA DE REFUERZO	D-67
D.12.5.3 – CURADO DEL MORTERO DE RECUBRIMIENTO O REVOQUE	D-67
D.12.5.4 – CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES	D-67
APÉNDICE D-1 – DISEÑO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL POR EL MÉTODO DE LOS ESFUERZOS DE TRABAJO ADMISIBLES	D-69
D-1.0 – NOMENCLATURA	D-69
D-1.1 – ALCANCE	D-69
D-1.2 – PRINCIPIOS GENERALES	D-69
D-1.3 – CARGAS	D-70
D-1.4 – CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES EFECTIVAS	D-70
D-1.5 – DISEÑO POR EL MÉTODO DE LOS ESFUERZOS DE TRABAJO ADMISIBLES	D-70
D-1.5.1 – GENERALIDADES	D-70
D-1.5.2 – ESFUERZOS ADMISIBLES PARA COMPRESIÓN AXIAL	D-70
D-1.5.3 – ESFUERZOS ADMISIBLES PARA COMPRESIÓN POR FLEXIÓN	D-71
D-1.5.4 – ESFUERZOS ADMISIBLES PARA TRACCIÓN POR FLEXIÓN EN LA MAMPOSTERÍA NO REFORZADA	D-71
Tabla D-1.5-1 – Esfuerzos admisibles para tracción por flexión en muros con aparejo trabado F_t (MPa)	D-71
D-1.5.5 – ESFUERZOS COMBINADOS – ECUACIÓN FUNDAMENTAL	D-72
D-1.5.6 – ESFUERZOS ADMISIBLES DE CORTANTE PARA VIGAS	D-72
D-1.5.7 – ESFUERZOS ADMISIBLES PARA CORTANTE EN MUROS	D-72
D-1.5.9 – SECCIÓN CRÍTICA PARA CORTANTE	D-73
D-1.5.10 – ESFUERZOS ADMISIBLES EN EL REFUERZO	D-73

NOTAS:

TÍTULO D

MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

CAPÍTULO D.1

REQUISITOS GENERALES

D.1.1 — ALCANCE

D.1.1.1 — ALCANCE — El Título D de este Reglamento establece los requisitos mínimos de diseño y construcción para las estructuras de mampostería y sus elementos. Estas estructuras tienen un nivel de seguridad comparable a las estructuras de otros materiales, cuando se diseñan y construyen de acuerdo con los requisitos del presente Reglamento.

D.1.1.2 — ESTRUCTURAS ESPECIALES — Para estructuras especiales tales como arcos, bóvedas, tanques, silos y chimeneas, los requisitos del Título D de este Reglamento pueden utilizarse cuando sean aplicables, a juicio del ingeniero diseñador.

D.1.1.3 — PROPÓSITO — Los requisitos establecidos en este Título están dirigidos a lograr un comportamiento apropiado de las construcciones en mampostería estructural y su integridad estructural bajo las condiciones de carga vertical permanente o transitoria, bajo condiciones de fuerza lateral, de viento o de sismo y bajo estados ocasionales de fuerzas anormales.

D.1.1.4 — COMPLEMENTO — El Título D se complementa con los otros Títulos de este Reglamento. En el eventual caso de conflicto entre uno o varios de los requisitos, debe adoptarse como válido el más severo de ellos.

D.1.1.5 — REQUISITOS MÍNIMOS — Los procedimientos y las especificaciones establecidas constituyen los requisitos mínimos que deben cumplir el diseño y la construcción de estructuras de mampostería, con el objetivo de la protección a la vida y en lo posible los bienes materiales de los usuarios de la edificación.

D.1.1.6 — PROCEDIMIENTO DE DISEÑO — Las estructuras de mampostería deben diseñarse por el método del estado límite de resistencia utilizando las combinaciones de carga, descritas en B.2.4, y los requisitos del Título D que se presentan para este método. No obstante, se permite el diseño de estructuras de mampostería por el método de esfuerzos de trabajo admisibles utilizando las combinaciones de carga, descritas en B.2.3 y para el efecto deben emplearse los requisitos alternos presentados en el Apéndice D-1 – Diseño de estructuras de mampostería por el método de los esfuerzos de trabajo admisibles. Todo el diseño de la estructura debe realizarse por uno de los dos métodos.

D.1.2 — PLANOS Y MEMORIAS

D.1.2.1 — PLANOS ESTRUCTURALES — Además de los requisitos establecidos en A.1.5.2 de este Reglamento, debe especificarse y detallarse en los planos lo siguiente:

- (a) Características de las unidades de mampostería utilizadas en el diseño, indicando la norma NTC, de las normas permitidas que se citan en la sección D.3.6, bajo la cual deben ser fabricadas.
- (b) Valor de la resistencia nominal a la compresión de la mampostería utilizada en los diferentes elementos estructurales, especificada respecto al área neta promedio de la sección (f'_m).
- (c) Definición del mortero de pega como tipo H, M, S o N, de los indicados en la sección D.3.4, fijando su resistencia mínima a la compresión, medida como se define en esa misma sección.
- (d) Ubicación de las celdas y cavidades que deben inyectarse con mortero de relleno.
- (e) Definición del tipo de mortero de relleno, de los indicados en la sección D.3.5, prescribiendo su resistencia mínima a la compresión, medida como se define en esa misma sección.
- (f) Tamaño y localización de todos los elementos especificados.
- (g) Tamaño especificado, resistencia, tipo y localización del acero de refuerzo, anclajes mecánicos y conectores utilizados en el diseño.

- (h) Ubicación, tamaño y características de las juntas de control y de las juntas de construcción.
- (i) Ubicación y tamaño de las celdas de inspección.

D.1.2.2 — MEMORIAS — Se debe cumplir lo estipulado al respecto en A.1.5.3.

D.1.3 — SUPERVISIÓN TÉCNICA

D.1.3.1 — OBLIGATORIEDAD DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA — Toda edificación de más de 3000 m² de área construida debe someterse a una Supervisión Técnica, como lo indica la Ley 400 de 1997. El Supervisor técnico debe cumplir lo dispuesto en el Título I, Supervisión Técnica, del presente Reglamento. Dada la susceptibilidad de la mampostería estructural a los defectos de la calidad de la mano de obra y a la calidad de los materiales utilizados; es recomendable en edificaciones de menos de 3000 m², que toda obra que se realice con este sistema se construya bajo estricta supervisión técnica de un profesional idóneo, Ingeniero Civil o Arquitecto debidamente matriculado, o un representante competente bajo su responsabilidad.

D.1.3.2 — ALCANCE DE LA SUPERVISIÓN — El supervisor técnico debe verificar la concordancia entre la obra ejecutada y los planos y especificaciones de construcción, de acuerdo con lo estipulado en la sección I.2.4 del presente Reglamento.

D.1.3.3 — REGISTRO DE LAS LABORES DE SUPERVISIÓN - El Supervisor técnico debe llevar un registro escrito de su labor. Además de lo reglamentado en A.1.3.9 y en el Título I, el supervisor técnico debe controlar y registrar la calidad de las unidades de mampostería, de los morteros de pega y de relleno, la disposición de las armaduras, anclajes y conectores. Igualmente debe supervisar las operaciones de inyección de mortero.

D.1.4 — REQUISITOS GENERALES PARA LAS ESTRUCTURAS EN MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

D.1.4.1 — RESISTENCIA ANTE CARGAS HORIZONTALES EN DOS DIRECCIONES ORTOGONALES EN PLANTA — Los muros estructurales son elementos de gran rigidez para fuerzas aplicadas en su plano y de baja rigidez y resistencia cuando se aplican fuerzas perpendiculares a su plano. Por tal razón, toda estructura conformada por muros estructurales debe tener componentes en las dos direcciones ortogonales principales de la edificación, mediante la disposición de muros en las direcciones apropiadas o por medio del uso de elementos compuestos cuya geometría en planta genere rigidez en dos direcciones principales.

D.1.4.1.1 — Diferencia en rigidez entre las dos direcciones principales en planta — En cualquier piso en edificaciones de mampostería estructural con tres niveles o más, la rigidez aportada por el conjunto de elementos estructurales existentes en una dirección, no puede ser inferior al 20% de la rigidez existente en la dirección ortogonal. En edificaciones de uno y dos niveles esta relación puede reducirse al 10%.

D.1.4.2 — MODELO MATEMÁTICO PARA REALIZAR EL ANÁLISIS — Se puede utilizar para el análisis estructural el modelo de muros en voladizo empotrados en la base y arriostrados lateralmente por los diafragmas de piso. En su defecto, puede utilizarse cualquier modelo estructural alternativo compatible con el funcionamiento real de la construcción ante la solicitación analizada, siempre que se garantice por evidencia experimental o teórica la mejor precisión de la respuesta determinada con el modelo alternativo.

D.1.4.3 — DIAFRAGMAS HORIZONTALES DE PISO — El sistema de piso utilizado como diafragma debe diseñarse para atender los esfuerzos derivados de su función, teniendo en cuenta lo dispuesto en A.3.6.8.

D.1.4.4 — INCONVENIENCIA DE LA COMBINACIÓN DE SISTEMAS ESTRUCTURALES — Debido a que la estructura puede verse sometida a condiciones de trabajo en el rango inelástico bajo sismos severos, no se considera conveniente la combinación en altura de sistemas estructurales de diferentes capacidades de disipación de energía.

D.1.4.5 — REQUISITOS PARA LA COMBINACIÓN DE SISTEMAS ESTRUCTURALES DE MAMPOSTERÍA — En caso de que se utilice la combinación en planta, o en la altura, de sistemas estructurales diferentes, deben cumplirse los requisitos enunciados en las secciones A.3.2.4 y A.3.2.5.

D.1.4.6 — LÍMITES DE DERIVA PARA SISTEMAS DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL — Los valores de los límites de la deriva para construcciones en mampostería estructural están indicados en la tabla A.6.4-1 de este

Reglamento.

D.1.4.7 — REQUISITOS PARA LOS MATERIALES — Todos los materiales utilizados en la construcción de estructuras de mampostería deben cumplir las normas y especificaciones relacionadas en el capítulo D.3.

D.1.4.8 — CONDICIONES AMBIENTALES — Cuando las condiciones ambientales estén por fuera de las normales o puedan afectar negativamente las características especificadas de los materiales, deben tomarse precauciones adicionales de manera que se garantice el funcionamiento correcto de la construcción realizada en estas condiciones.

D.1.4.9 — MANO DE OBRA EN LAS ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA — Debe darse especial importancia a la utilización de mano de obra calificada. Los controles iniciales y previos de la construcción deben ser los especificados, con el objeto de poder determinar la calificación más exigente del personal involucrado.



Notas

CAPÍTULO D.2

CLASIFICACIÓN, USOS, NORMAS, NOMENCLATURA Y DEFINICIONES

D.2.1 — CLASIFICACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

Estas normas reconocen los siguientes tipos de mampostería:

D.2.1.1 — MAMPOSTERÍA DE CAVIDAD REFORZADA — Es la construcción realizada con dos paredes de piezas de mampostería de caras paralelas reforzadas ó no, separadas por un espacio continuo de concreto reforzado, con funcionamiento compuesto y que cumple los requisitos del capítulo D.6. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico (*DES*).

D.2.1.2 — MAMPOSTERÍA REFORZADA — Es la construcción con base en piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero y que cumple los requisitos del capítulo D.7. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico (*DES*) cuando todas sus celdas se inyectan con mortero de relleno o cuando se cumpla con los requisitos adicionales de refuerzos mínimos descritos en D.7.2.1.1, y como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (*DMO*) cuando sólo se inyectan con mortero de relleno las celdas verticales que llevan refuerzo.

D.2.1.3 — MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA — Es la construcción con base en piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero y que cumple los requisitos del capítulo D.8. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (*DMO*).

D.2.1.4 — MAMPOSTERÍA NO REFORZADA — Es la construcción con base en piezas de mampostería unidas por medio de mortero que no cumple las cuantías mínimas de refuerzo establecidas para la mampostería parcialmente reforzada. Debe cumplir los requisitos del capítulo D.9. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (*DMI*).

D.2.1.5 — MAMPOSTERÍA DE MUROS CONFINADOS — Es la construcción con base en piezas de mampostería unidas por medio de mortero, reforzada de manera principal con elementos de concreto reforzado construidos alrededor del muro, confinándolo y que cumple los requisitos del capítulo D.10. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (*DMO*).

D.2.1.6 — MAMPOSTERÍA DE MUROS DIAFRAGMA — Se llaman muros diafragma de mampostería a aquellos muros colocados dentro de una estructura de pórticos, los cuales restringen su desplazamiento libre bajo cargas laterales. Los muros diafragma deben cumplir los requisitos del capítulo D.11. Este tipo de construcción no se permite para edificaciones nuevas, y su empleo sólo se permite dentro del alcance del Capítulo A.10, aplicable a la adición, modificación o remodelación del sistema estructural de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del Reglamento, o de la evaluación de su vulnerabilidad sísmica.

D.2.1.7 — MAMPOSTERÍA REFORZADA EXTERNAMENTE — Es la construcción de mampostería en donde el refuerzo se coloca dentro de una capa de revoque (pañete) fijándolo al muro de mampostería mediante conectores y/o clavos y cumple con los requisitos descritos en D.12. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (*DMI*).

D.2.2 — USOS DE LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

D.2.2.1 — USOS PERMITIDOS — Se permite, de acuerdo con el Reglamento, el uso de la mampostería estructural como sistema estructural, siempre y cuando se cumpla con las salvedades establecidas en el presente Título, las

limitaciones de uso para los diferentes tipos de mampostería estructural del capítulo A.3, según la zona de amenaza sísmica, el grupo de uso de la edificación, y el tipo de sistema estructural.

D.2.2.2 — COMBINACIÓN DE SISTEMAS ESTRUCTURALES — La combinación de sistemas estructurales que incluyen mampostería estructural tiene las mismas limitaciones y debe cumplir con los requisitos descritos en el capítulo A.3 de este Reglamento.

D.2.2.3 — ELEMENTOS DE CONCRETO REFORZADO DENTRO DE LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL — Se permite el empleo de elementos de concreto reforzado embebidos dentro de la mampostería estructural, o en combinación con ella, en elementos tales como dinteles, vigas, elementos colectores de diafragmas, machones, etc., para los casos diferentes a los contemplados explícitamente dentro de cada uno de los tipos de mampostería estructural. El diseño de estos elementos se debe realizar siguiendo los requisitos del Título C del Reglamento, para el mismo grado de capacidad de disipación de energía en el rango inelástico en que se clasifique el tipo de mampostería en el cual están colocados los elementos de concreto reforzado. Los enchapes realizados con piezas de mampostería cuando se utilicen como formaleta para vaciar el concreto, pueden considerarse como parte del recubrimiento de los elementos de concreto reforzado. Los valores del coeficiente básico de disipación de energía R_0 , que se emplee en el diseño de estos elementos debe ser el mismo asignado al sistema de mampostería estructural en el capítulo A.3.

D.2.3 — NORMAS Y ESPECIFICACIONES CITADAS EN EL TÍTULO D DEL REGLAMENTO

Las siguientes normas Técnicas Colombianas NTC del Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC, y de la Sociedad Americana para ensayos de Materiales, ASTM, a las cuales se hace referencia en el Título D de este Reglamento, y hacen parte integral de él. Debe consultarse A.1.6 respecto a la obligatoriedad de las normas técnicas mencionadas en este Título del Reglamento.

Normas NTC promulgadas por el ICONTEC

NTC 121 — Cemento Portland — Especificaciones físicas y mecánicas.

NTC 161 — Barras lisas de acero al carbono para concreto armado. (Nota: C.3.5.4 impone limitaciones a la utilización de este tipo de acero de refuerzo). (ASTM A615)

NTC 245 — Barras de acero al carbono trabajadas en frío para concreto reforzado armado. (Nota: Se prohíbe el uso de este tipo de acero).

NTC 248 — Barras corrugadas de acero al carbono para concreto reforzado armado. (Nota: C.3.5.3 impone requisitos adicionales a los que contiene esta Norma). (ASTM A615)

NTC 296 — Dimensiones modulares de ladrillos cerámicos.

NTC 321 — Cemento Portland — Especificaciones químicas.

NTC 673 — Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto (ASTM C39).

NTC 922 — Ladrillos sílico-calcareos. (ASTM C73)

NTC 1925 — Mallas soldadas fabricadas con alambre liso de acero para concreto reforzado. (ASTM A185)

NTC 2240 — Agregados usados en morteros de mampostería. (ASTM C144)

NTC 2289 — Barras y rollos corrugados de acero de baja aleación y/o termotratados para concreto reforzado en construcciones de diseño sismo resistente. (ASTM A706)

NTC 2310 — Mallas soldadas fabricadas con alambre corrugado para refuerzo de concreto. (ASTM A497)

NTC 3329 — Especificaciones del mortero para unidades de mampostería. (ASTM C270)

NTC 3356 — Mortero premezclado de larga duración para unidades de mampostería. (ASTM C1142)

- NTC 3495** — Resistencia a la compresión de prismas de mampostería. (ASTM E447)
- NTC 3546** — Método de ensayo para la evaluación en el laboratorio y en obra, de morteros para unidades de mampostería simple y reforzada. Toma de muestras y ensayo del mortero de pega para mampostería. (ASTM C780)
- NTC 4002** – Siderurgia. Alambre liso de acero para refuerzo de concreto. (ASTM A82)
- NTC 4017** – Método de ensayo para unidades de mampostería de arcilla cocida. (ASTM C67)
- NTC 4019** — Cal hidratada para mampostería. (ASTM C207)
- NTC 4020** — Agregados para mortero de inyección para mampostería. (ASTM C404)
- NTC 4024** — Muestreo y ensayo de prefabricados de concreto no reforzados, vibrocompactados. (ASTM C140)
- NTC 4026** — Unidades bloques y ladrillos de concreto para mampostería estructural. (ASTM C90)
- NTC 4040** — Procedimientos de soldadura aplicables al acero para refuerzo de concreto. (ANSI/AWS D1.4)
- NTC 4043** — Muestreo y ensayo de concreto fluido (Grouts). (ASTM C1019)
- NTC 4046** — Cal viva (CaO) para propósitos estructurales. (ASTM C5)
- NTC 4048** — Lechadas (Grouts) para mampostería. (ASTM C476)
- NTC 4050** — Cemento para mampostería. (ASTM C91)
- NTC 4076** — Unidades de concreto bloques y ladrillos para mampostería no estructural. (ASTM C129)
- NTC 4205** — Unidades de mampostería de arcilla cocida (ladrillos y bloques) (ASTM C34, C56 y C62)
- NTC 4383** — Términos y definiciones sobre mampostería de concreto.

Normas ASTM

- A 82** — Specification for Steel Wire, plain for concrete reinforcement. (NTC 4002)
- A 185** — Standard Specification for Steel Welded Wire Fabric, Plain, for Concrete Reinforcement. (NTC 1925)
- A 706** — Specification for low-alloy steel deformed bars for concrete reinforcement. (NTC 2289)
- A 497** — Standard Specification for Steel Welded Wire Fabric, Deformed, for Concrete Reinforcement. (NTC 2310)
- C 5** — Specification for quicklime for structural purposes. (NTC 4046)
- C 34** — Specification for structural clay load-bearing wall tile. (NTC 4205)
- C 55** — Specification for concrete building brick. (NTC 4026)
- C 56** — Specification for structural clay, non-load bearing tile. (NTC 4205)
- C 62** — Specification for building brick (Solid masonry units made from clay or shale). (NTC 4205)
- C 67** — Test methods of sampling and testing brick and structural clay tile. (NTC 4017)
- C 73** — Specification for calcium silicate face brick (Sand-lime brick). (NTC 922)
- C 90** — Specification for load-bearing concrete masonry units. (NTC 4026)
- C 91** — Specification for masonry cement. (NTC 4050)

- C 109** — Test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (using 2-in. or 50-mm cube specimens). (NTC 220)
- C 129** — Specification for non-load-bearing concrete masonry units. (NTC 4076)
- C 140** — Method of sampling and testing concrete masonry units. (NTC 4024)
- C 144** — Specification for aggregate for masonry mortar. (NTC 2240)
- C 150** — Specification for portland cement.
- C 207** — Specification for hydrated lime for masonry purposes. (NTC 4019)
- C 212** — Specification for structural clay facing tile. (NTC 4205)
- C 216** — Specification for facing brick (Solid masonry units made from clay or shale). (NTC 4205)
- C 270** — Specification for mortar for unit masonry. (NTC 3329)
- C 404** — Specification for aggregate for masonry grout. (NTC 4020)
- C 476** — Specification for grout for masonry. (NTC 4048)
- C 595** — Standard specification for blended hydraulic cements.
- C 652** — Specification for hollow brick (Hollow masonry units made from clay or shale) (NTC 4205)
- C 780** — Test method for pre-construction and construction evaluation of mortars for plain and reinforced unit masonry. (NTC 3546)
- C 897** — Specification for Aggregate for Job-Mixed Portland Cement – Based Plasters.
- C 926** — Specification for Application of Portland Cement – Based Plaster.
- C 1019** — Method for sampling and testing grout. (NTC 4043)
- C 1142** — Specification for ready-mixed mortar for masonry. (NTC 3356)
- E 447** — Test methods for compressive strength of masonry prisms. (NTC 3495)

Normas de la AWS:

"Structural Welding Code - Reinforcing Steel" (ANSI/AWS D1.4-92) of the American Welding Society (NTC 4040).

D.2.4 — NOMENCLATURA

- A_a = coeficiente de aceleración pico efectiva, véase el Título A.
- A_{ci} = área de la sección de la columna de confinamiento i , en mm^2 . Capítulo D.10.
- A_{ct} = área total de las columnas de confinamiento del muro, en mm^2 . Capítulo D.10.
- A_e = área efectiva de la sección de mampostería, mm^2 . Véase D.5.4.1.
- A_m = área mínima de los muros del piso, que actúan en la misma dirección en planta. Dentro del área de los muros se incluyen las columnas de confinamiento, en m^2 . Capítulo D.10.
- A_{md} = área efectiva de mampostería para verificación por aplastamiento, en mm^2 . Capítulo D.10.
- A_{mv} = área efectiva para determinar esfuerzos cortantes, mm^2 . Véase D.5.4.5.
- A_p = área del piso en el nivel considerado, en m^2 . Capítulo D.10.

- A_{se} = área efectiva de refuerzo en tracción, mm².
- A_{st} = área total de acero de refuerzo en la sección de muro, o área total del acero de refuerzo longitudinal del elemento de confinamiento, en mm².
- A_{s1} = área del refuerzo a tracción equilibrado por la compresión en la mampostería, mm².
- A_{s2} = área del refuerzo a tracción equilibrado por el refuerzo a compresión, mm².
- A_v = área de refuerzo horizontal que resiste cortante espaciado a una separación s medida verticalmente, mm².
- a = profundidad del bloque equivalente de compresión (tomar como $0.85c$), mm.
- a_b = profundidad del bloque equivalente de compresión en condiciones balanceadas, ecuación (D.5.1-2), mm.
- b = ancho efectivo de la sección, mm. Véase D.5.4.4.
- c = profundidad del eje neutro en la zona de compresión, mm.
- d = distancia de la cara de compresión al centroide del refuerzo en tracción, mm.
- d' = distancia desde el centroide del refuerzo en compresión flexión hasta la fibra extrema en compresión.
- E = efectos sísmicos reducidos.
- E_{cre} = módulo de elasticidad del mortero de revoque o pañete, MPa.
- E_m = módulo de elasticidad de la mampostería, MPa.
- E_r = módulo de elasticidad del mortero de relleno, MPa.
- E_s = módulo de elasticidad del acero de refuerzo, MPa.
- F_s = fuerzas sísmicas.
- f'_c = resistencia especificada a la compresión del concreto de los elementos de confinamiento, en MPa.
- f'_{cp} = resistencia especificada a la compresión del mortero de pega, MPa.
- f'_{cr} = resistencia especificada a la compresión del mortero de relleno, MPa.
- f'_{cre} = resistencia especificada a la compresión del mortero de recubrimiento ó revoque, MPa.
- f'_{cu} = resistencia especificada a la compresión de la unidad de mampostería medida sobre área neta, MPa.
- f'_m = resistencia especificada a la compresión de la mampostería, MPa.
- $\sqrt{f'_m}$ = raíz cuadrada de la resistencia a la compresión de la mampostería, en MPa.
- f_r = módulo de ruptura de la mampostería, MPa.
- f_y = resistencia a la fluencia del acero de refuerzo, MPa.
- G_m = módulo de cortante de la mampostería, MPa.
- G_r = módulo de cortante del mortero de relleno, MPa.
- h = altura de la unidad de mampostería, en mm, para ser empleada en la ecuación (D.3.7-1).
- h' = altura efectiva del elemento para evaluar efectos de pandeo, mm, véase D.5.4.3, o longitud de la diagonal del paño de muro entre elementos de confinamiento, o altura efectiva del elemento para evaluar efectos de pandeo en el Capítulo D.10.
- h_p = altura del piso localizado por encima del elemento bajo estudio, medida centro a centro entre vigas de confinamiento, en mm. Capítulo D.10.
- I_{ct} = momento de inercia de las columnas de confinamiento del muro, con respecto a su centroide, en mm⁴. Capítulo D.10.
- K = recubrimiento del refuerzo medido desde el extremo exterior de la unidad de mampostería, mm.
- k_p = factor de corrección por absorción de la unidad, adimensional, en la determinación de la resistencia a la compresión de la mampostería no inyectada.
 $k_p = 1.4$ para unidades de concreto
 $k_p = 0.8$ para unidades de arcilla o sílico-calcareas
- k_r = factor de corrección por absorción de la unidad, adimensional, en la determinación de la resistencia a la compresión de la mampostería inyectada.
 $k_r = 0.90$ para unidades de concreto
 $k_r = 0.75$ para unidades de arcilla o sílico-calcareas
- ℓ = luz de una viga o dintel, mm.
- ℓ_c = distancia horizontal entre columnas de confinamiento, medida centro a centro, para el paño de muro confinado bajo estudio, en mm. Capítulo D.10.

- ℓ_w = longitud horizontal del muro, mm, o longitud horizontal total del muro, medida centro a centro entre columnas de confinamiento de borde, en el Capítulo D.10.
- M = momento actuante que ocurre simultáneamente con V .
- M_n = resistencia nominal a flexión.
- M_{cr} = momento de agrietamiento del muro de mampostería.
- M_u = momento mayorado solicitado de diseño del muro.
- N = número de niveles por encima del nivel considerado, Capítulo D.10.
- P_b = carga axial nominal balanceada, N.
- P_n = resistencia nominal a carga axial, N.
- P_{nc} = fuerza axial resistente nominal en compresión sobre la columna de confinamiento, siempre positiva, en N.
- P_{nt} = fuerza axial resistente nominal en tracción sobre la columna de confinamiento, siempre negativa, en N.
- P_o = máxima resistencia axial teórica, N.
- P_u = fuerza axial de diseño solicitada sobre el muro, en N.
- P_{uc} = fuerza axial de diseño solicitada en compresión sobre la columna de confinamiento, siempre positiva, en N.
- P_{ud} = fuerza axial que actúa sobre la biela diagonal del muro, en N. Capítulo D.10.
- P_{ut} = fuerza axial de diseño solicitada en tracción sobre la columna de confinamiento, siempre negativa, en N. Capítulo D.10.
- ΔP_{ui} = valor absoluto del incremento de la fuerza axial sobre la columna de confinamiento i , causada por el momento solicitado de diseño, M_u , en N. Capítulo D.10.
- R = coeficiente de capacidad de disipación de energía.
- R_e = coeficiente utilizado para tener en cuenta los efectos de esbeltez en elementos a compresión.
- R_m = parámetro definido por medio de la ecuación (D.3.7-1).
- R_0 = coeficiente básico de capacidad de disipación de energía.
- r = relación entre el área neta y el área bruta de las unidades de mampostería, adimensional.
- s = separación del refuerzo de cortante medida a lo largo del eje vertical del muro, mm.
- t = espesor efectivo de la sección para evaluar efectos de pandeo, mm. Véase D.5.4.2.
- V = fuerza cortante actuante que ocurre simultáneamente con M .
- V_n = fuerza cortante resistente nominal del muro, en N.
- V_{nc} = fuerza cortante resistente nominal para una sección de concreto reforzado, calculada de acuerdo con los requisitos del Título C del Reglamento, en N. Capítulo D.10.
- V_m = resistencia nominal para fuerza cortante contribuida por la mampostería, N.
- V_u = fuerza cortante mayorada solicitada de diseño del muro, en N.
- V_{uc} = fuerza cortante mayorada solicitada de diseño que actúa sobre las columnas de confinamiento cerca a la intersección con la viga de confinamiento, en N. Capítulo D.10.
- V_s = resistencia nominal para fuerza cortante contribuida por el refuerzo de cortante, N.
- x_i = distancia de la columna de confinamiento i al borde del muro, en mm. Capítulo D.10.
- \bar{x} = distancia al borde del muro del centroide de las áreas de todas las columnas de confinamiento del muro, en mm. Capítulo D.10.
- α = coeficiente para ser empleado en la ecuación (D.5.8-1).
- ϵ_{mu} = máxima deformación unitaria permisible de compresión en la mampostería ($\epsilon_{mu} = 0.003$).
- ϵ_y = deformación unitaria de fluencia del acero de refuerzo
- ϕ = coeficiente de reducción de resistencia.
- ρ = cuantía de refuerzo a tracción por flexión, $\rho = A_s / (bd)$.
- ρ_b = cuantía correspondiente a las condiciones de flexión balanceada.
- ρ_n = cuantía de refuerzo horizontal que resiste cortante en un muro en un plano perpendicular al plano A_{mv} , mm^2 .
- η = factor de eficiencia del refuerzo horizontal

D.2.5 — DEFINICIONES

Las definiciones siguientes corresponden a los términos de mayor uso en el presente título de este Reglamento. Deberán consultarse además, las consignadas en A.13, en el capítulo C.2, y en la norma NTC 4383.

Absorción — Cantidad de agua que penetra en los poros de la unidad en relación al peso seco.

Acción compuesta — Transferencia de esfuerzos entre los componentes de un elemento diseñado para resistir las cargas de tal manera que los componentes actúan en conjunto como un solo elemento.

Adherencia — Adhesión y enlace del concreto ó el mortero al refuerzo ó a otras superficies junto a las cuales es colocado. Capacidad del mortero para atender esfuerzos normales y tangenciales a la superficie que lo une en la estructura.

Aditivo — Es toda sustancia, diferente al agua, los agregados, el cemento y los refuerzos, usada como ingrediente del concreto o mortero y que se agrega a la mezcla inmediatamente antes o después del mezclado.

Altura libre efectiva — Distancia libre entre elementos que proveen apoyo lateral y que se emplea para calcular la relación de esbeltez del muro o columna.

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

Aparejo — Patrón de colocación de las unidades de mampostería.

Aparejo trabado — Patrón de colocación de las unidades de mampostería traslapadas con las unidades superiores e inferiores al menos en un cuarto de la longitud de la pieza.

Aparejo de petaca — Patrón de colocación de las unidades de mampostería alineadas verticalmente sin traslapos.

Arcilla cocida (cerámica) — Mezcla de arcilla, sílice y otros componentes menores, moldeada y que ha sido sometida a temperaturas altas por tiempo prolongado.

Área bruta de la sección — Área delimitada por los bordes externos de la mampostería en el plano bajo consideración.

Área neta de la sección — Es el área de la unidad de mampostería incluyendo los morteros de relleno y excluyendo las cavidades, medida en el plano bajo consideración, desde los bordes externos de la mampostería.

Barra de empalme — Refuerzo que transfiere por adherencia el esfuerzo entre el refuerzo longitudinal de un muro y el elemento de soporte, en el cual se ancla adecuadamente.

Bloque — Es un tipo de pieza de mampostería que tiene huecos.

Bloque de perforación horizontal — Es un bloque de concreto o arcilla cuyas perforaciones son horizontales y se asienta sobre la cara que no tiene huecos.

Bloque de perforación vertical — Es un bloque, de concreto o de arcilla cocida, que tiene perforaciones verticales que forman celdas donde se coloca el refuerzo. En las celdas donde haya refuerzo vertical debe colocarse mortero de relleno.

Cabezal — Parte extrema de un elemento estructural.

Celda — Cavidad continua interior en la mampostería.

Cemento de mampostería — Cemento hidráulico producido para usarse en mortero de pega y que genera mayor plasticidad y retención de agua que los obtenidos usando solo cemento Portland.

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

Cuantía — Relación entre el área transversal del refuerzo y el área bruta de la sección considerada.

Dimensiones nominales — Son las dimensiones modulares de la unidad de mampostería incluyendo los espesores de pega y/o acabados. No deben exceder en más de 10 mm a las dimensiones reales.

Dimensiones reales — Son las dimensiones externas de fabricación de la pieza.

Elemento compuesto — Muros con aletas de sección transversal en forma de L, T, C, H, Z, I, Y, etc. que trabajan con acción compuesta.

Elemento de borde — Regiones extremas de muros que soportan cargas en su plano, y que son reforzadas y confinadas para cumplir con requisitos específicos y pueden ser del mismo o de mayor espesor que el muro.

Junta de control — Cualquier separación continua que reduzca la transferencia de esfuerzos. Se coloca para permitir desplazamientos controlados relativos dentro de los elementos, o para suspender o controlar constructivamente los tamaños de los elementos.

Junta de pega — Capa de mortero en cualquier dirección, utilizada para adherir las unidades de mampostería

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

Mortero de recubrimiento o revoque (pañete) — Mezcla plástica de materiales cementantes, agregado fino y agua, usado para dar acabado liso (enlucir) los muros de mampostería.

Mortero de relleno — Mezcla fluida de materiales cementantes, agregados y agua, con la consistencia apropiada para ser colocado sin segregación en las celdas o cavidades de la mampostería.

Murete o prisma — Ensamble de piezas de mampostería con mortero de pega inyectadas o no de mortero de relleno usado como espécimen de ensayo para determinar las propiedades de la mampostería

Muro estructural — Elemento estructural de longitud considerable con relación a su espesor, que atiende cargas en su plano adicionales a su peso propio.

Muro no estructural — Elemento dispuesto para separar espacios, que atiende cargas únicamente debidas a su peso propio.

Plasticidad (mortero de pega) — Facilidad con que se extiende el mortero de pega sobre una superficie, sin pérdida de su uniformidad.

Posición Normal — Forma típica de colocación de la unidad de mampostería en el muro de que hace parte.

Prisma — Murete.

Resistencia a la compresión de la mampostería (f'_m) — Mínima resistencia nominal de la mampostería a compresión, medida sobre el área transversal neta y sobre la cual se basa su diseño.

Retención de agua — Capacidad del mortero de pega para evitar la pérdida de humedad, manteniendo su estado plástico.

Tasa inicial de absorción — Medida de la cantidad de agua que absorbe una unidad de mampostería de arcilla en contacto con el agua por unidad de área, durante un minuto.

Tolete — Es una unidad de mampostería sólida. Puede ser de arcilla cocida, de concreto o sílico-calcárea.

Traba — Intersección continua y traslapada de dos muros.

Trabajabilidad (mortero de pega) — Medida de la plasticidad de una mezcla.

Unidad de mampostería — Elemento de colocación manual, de características pétreas y estabilidad dimensional, que unida con mortero configura el muro de mampostería.

CAPÍTULO D.3

CALIDAD DE LOS MATERIALES EN LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

D.3.0 — NOMENCLATURA

f'_m	=	resistencia nominal a la compresión de la mampostería, MPa
f'_{cr}	=	resistencia a la compresión del mortero de relleno, MPa
f'_{cre}	=	resistencia especificada a la compresión del mortero de recubrimiento ó revoque, MPa.
f'_{cu}	=	resistencia especificada a la compresión de la unidad de mampostería medida sobre área neta, MPa
f'_{cp}	=	resistencia especificada a la compresión del mortero de pega, MPa
h	=	altura de la unidad de mampostería, en mm, para ser empleada en la ecuación D.3.7-1
k_p	=	factor de corrección por absorción de la unidad, adimensional
		$k_p = 1.4$ para unidades de concreto, $k_p = 0.8$ para unidades de arcilla o sílico-calcáreas
k_r	=	factor de corrección por absorción de la unidad en la mampostería inyectada.
		$k_r = 0.9$ para unidades de concreto, $k_r = 0.75$ para unidades de arcilla o sílico-calcáreas
R_m	=	parámetro definido por medio de la ecuación D.3.7-1
r	=	relación entre el área neta y el área bruta de las unidades de mampostería, adimensional

D.3.1 — ASPECTOS GENERALES

D.3.1.1 — REQUISITOS PARA LOS MATERIALES — Los materiales utilizados en las construcciones de mampostería estructural deben cumplir los requisitos de calidad especificados en el presente Capítulo. Este cumplimiento debe comprobarse mediante ensayos realizados sobre muestras representativas.

D.3.1.2 — ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES — Los ensayos de los materiales se deben realizar siguiendo los procedimientos establecidos en las normas técnicas colombianas NTC respectivas. A falta de ellas deben seguirse las normas correspondientes de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales, ASTM, mencionadas en el Reglamento. En D.2.3 se indican las normas adoptadas para el presente Título, las cuales hacen parte de él.

D.3.2 — CEMENTO Y CAL

D.3.2.1 — El cemento utilizado en la obra debe estar en condiciones apropiadas y debe corresponder en su tipo y clase a aquel sobre el cual se basan las dosificaciones del concreto y los morteros. Deben cumplirse las siguientes normas:

Cemento portland:	NTC 121 y NTC 321. Se permite el uso de cementos fabricados bajo las normas ASTM C150 y C595
Cemento para mampostería:	NTC 4050 (ASTM C91)
Cal viva:	NTC 4046 (ASTM C5)
Cal hidratada:	NTC 4019 (ASTM C270)

D.3.3 — ACERO DE REFUERZO

D.3.3.1 — El acero de refuerzo debe cumplir con los mismos requisitos del numeral C.3.5 de este Reglamento y debe ajustarse a las normas de producción y uso mencionadas allí. Al momento de la colocación debe estar limpio en la superficie, sin corrosión y figurado de acuerdo a los planos.

D.3.4 — MORTERO DE PEGA

D.3.4.1 — REQUISITOS GENERALES — Los morteros de pega utilizados en construcciones de mampostería deben cumplir la norma NTC 3329 (ASTM C270) y con lo especificado en la Tabla D.3.4-1. El mortero premezclado para pega de unidades de mampostería debe cumplir con la norma NTC 3356 (ASTM C1142). Los morteros de pega deben tener buena plasticidad, consistencia y ser capaces de retener el agua mínima para la hidratación del cemento y, además, garantizar su adherencia con las unidades de mampostería para desarrollar su acción cementante.

Tabla D.3.4-1
Clasificación de los morteros de pega por propiedad o por proporción

Mortero tipo	Especificación de los morteros por propiedad ⁽¹⁾			Especificación de los morteros por proporción				
	Resistencia mínima a la Compresión f'_{cp} MPa ⁽²⁾	Flujo en (%) ⁽³⁾	Retención Mínima de Agua	Cemento Portland	Cal hidratada ⁽⁴⁾	Cemento para Mampostería ⁽⁷⁾	Arena/Material Cementante ⁽⁵⁾	
							Mín.	Máx.
H	22.5	115-125	75%	1	0.25	no aplica	2.00	2.5
M	17.5	115-125	75%	1	0.25	no aplica	2.25	3.0
				1	no aplica	1	2.25	2.5
S	12.5	110-120	75%	1	0.25 a 0.50	no aplica	2.50	3.5
				0.5	no aplica	1	2.50	3.0
N ⁽⁶⁾	7.5	105-115	75%	1	0.50 a 1.25	no aplica	3.00	4.5
				0	no aplica	1	3.00	4.0

Notas:

- Solo para el diseño de mezclas de morteros en laboratorio, con base en los materiales que van a ser utilizados en obra. El control de morteros en obra se debe realizar de acuerdo con la norma NTC 3546 (ASTM C780).
- Ensayo de resistencia a la compresión a 28 días en cubos de 50 mm de lado
- Ensayo realizado según NTC 4050 (ASTM C91)
- Se puede utilizar cal hidratada en polvo tipo N o S.
- Para este cálculo no se incluye como cementante la cal.
- El mortero tipo N solo se permite en sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (*DMI*)
- El tipo de cemento para mampostería (M, S o N) será el mismo que el tipo de mortero de pega.

D.3.4.2 — DOSIFICACIÓN DEL MORTERO DE PEGA — La dosificación de los componentes de los morteros de pega debe basarse en ensayos previos de laboratorio o en experiencia de campo en obras similares y se clasifican como H, M, S o N de acuerdo con la dosificación mínima de sus componentes y con la resistencia a la compresión, según la tabla D.3.4-1. La denominación de morteros tipo H, M, S o N es exclusiva para morteros de pega de mampostería y no deberá emplearse para designar otros tipos de morteros. La resistencia a la compresión se mide a los 28 días sobre probetas tomadas en cubos de 50 mm de lado, o en cilindros de 75 mm de diámetro por 150 mm de altura. Los diferentes tipos de mortero deben cumplir con las condiciones mínimas de flujo inicial y retención de agua establecidos en la tabla D.3.4-1. Para cada uno de los tipos de mortero, en la tabla D.3.4-1 se indican dos alternativas de dosificación, una utilizando cemento portland y cal hidratada, y la otra utilizando cemento portland y cemento para mampostería. Puede emplearse cualquiera de las dos alternativas de dosificación, pero no se permiten dosificaciones que empleen simultáneamente cal hidratada y cemento de mampostería.

D.3.4.2.1 — Probetas cilíndricas — En caso de utilizarse probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión, sus resultados deben correlacionarse respecto a los obtenidos en cubos de 50 mm de lado que constituyen la referencia de la dosificación, y deben ensayarse de acuerdo con lo estipulado en la Norma NTC 3546 (ASTM C780).

D.3.4.3 — USO DE LA CAL — La cal que se utilice en la preparación del mortero debe ser cal hidratada y se debe verificar que ésta no sea perjudicial a ninguna de las propiedades especificadas.

D.3.4.4 — AGREGADOS — Los agregados para el mortero de pega deben cumplir la norma NTC 2240 (ASTM C144) y estar libres de materiales contaminantes o deleznable que puedan deteriorar las propiedades del mortero de pega.

D.3.4.5 - AGUA - El agua utilizada para el mortero de pega debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, alcoholes, sales, materias orgánicas u otras sustancias que puedan ser dañinas para el mortero o el

refuerzo embebido. Se debe cumplir con lo establecido en C.3.4 de este Reglamento.

D.3.4.6 — COLORANTES Y ADITIVOS — Los colorantes y aditivos que se utilicen en la preparación del mortero de pega deben someterse a la aprobación previa del supervisor técnico y debe demostrarse mediante realización de ensayos de laboratorio o evidencia confiable de obras similares, que no deterioran ninguna de las propiedades deseables del mortero ni de las unidades de mampostería, ni causan corrosión del refuerzo embebido.

D.3.4.7 — PREPARACIÓN EN OBRA — La preparación del mortero de pega con las dosificaciones establecidas previamente, debe hacerse utilizando mezcladoras mecánicas apropiadas en seco o con el agua de amasado suficiente para obtener la plasticidad requerida. Cuando se mezclen los componentes en seco, la adición de agua se debe realizar por el albañil hasta obtener la plasticidad y consistencia requeridas. El tiempo de mezclado debe ser el suficiente para obtener uniformidad sin segregación en la mezcla. La preparación manual sólo se admite para trabajos de obras menores no contempladas en A.1.6.1 de este Reglamento.

D.3.4.7.1 — Morteros mezclados en seco en obra — Los morteros de pega mezclados en seco en la obra deben usarse antes de que se inicie la hidratación del cemento por contacto con el agua natural de la arena. En ningún caso se pueden utilizar después de 2 horas y media de haber sido mezclados, excepto los morteros de larga vida.

D.3.4.7.2 — Morteros premezclados de larga vida — Los morteros premezclados de larga vida, deben utilizarse de acuerdo con las instrucciones y dentro del tiempo especificado por el fabricante. Debe verificarse mediante ensayos que estos morteros no presentan deterioro de sus propiedades al momento de utilizarse.

D.3.5 — MORTERO DE RELLENO

D.3.5.1 — REQUISITOS GENERALES — Los morteros de relleno utilizados en construcciones de mampostería deben cumplir la norma NTC 4048 (ASTM C476). Deben ser de buena consistencia y con fluidez suficiente para penetrar en las celdas de inyección sin segregación.

D.3.5.2 — DOSIFICACIÓN — La dosificación de los componentes de los morteros de relleno debe basarse en ensayos previos de laboratorio o con experiencia de campo en obras similares y su clasificación se debe basar en la dosificación mínima de sus componentes indicada en la tabla D.3.5-1. La resistencia, f'_{cr} , debe medirse a los 28 días sobre probetas tomadas en las celdas de las unidades huecas o en prismas de unidades dispuestas convenientemente, con uso de papel permeable que permita la transferencia de agua entre el mortero de relleno y las unidades de mampostería, impidiendo su adherencia. El procedimiento para la toma de muestras y el ensayo debe hacerse de acuerdo a la norma NTC 4043 (ASTM C1019). La resistencia a la compresión también puede medirse a los 28 días sobre probetas tomadas en cilindros de 75 mm de diámetro por 150 mm de altura, y deben ensayarse de acuerdo con lo estipulado en la Norma NTC 3546 (ASTM C780) para los morteros de relleno fino. El mortero de relleno grueso también se puede muestrear y ensayar según lo establecido en C.5.6.3.1 y C.5.6.3.2 de este Reglamento.

Tabla D.3.5-1
Clasificación y dosificación por volumen de los morteros de relleno

Tipo de Mortero	Cemento	Agregados/Cemento			
		Fino		Grueso (tamaño < 10 mm)	
	Portland	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Fino	1	2.25	3.5	-	-
Grueso	1	2.25	3.0	1.0	2.0

D.3.5.3 — VALOR MÁXIMO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN — La resistencia a la compresión del mortero de relleno medida a los 28 días, f'_{cr} , debe tener un valor máximo de 1.5 veces f'_m y un valor mínimo de 1.25 veces f'_m , pero en ningún caso la resistencia a la compresión a los 28 días puede ser inferior a 12.5 MPa.

D.3.5.4 — USO DE LA CAL — En caso de utilizarse cal, esta debe cumplir la norma NTC 4019 (ASTM C207) con una dosificación máxima del 10% del volumen de cemento.

D.3.5.5 — AGREGADOS — Los agregados para el mortero de relleno deben cumplir la norma NTC 4020 (ASTM C404) y estar libres de materiales contaminantes o deleznable que puedan deteriorar las propiedades del mortero de relleno.

D.3.5.6 — AGUA Y ADITIVOS — El agua y los aditivos empleados deben cumplir lo establecido en D.3.4.5 y D.3.4.6 en concordancia con C.3.4 y C.3.6 de este Reglamento.

D.3.5.7 — MEZCLADO Y TRANSPORTE — La preparación del mortero de relleno debe realizarse utilizando mezcladoras mecánicas apropiadas. El transporte desde el sitio de mezclado hasta el sitio de inyección debe garantizar la conservación de la consistencia y plasticidad de la mezcla.

D.3.6 — UNIDADES DE MAMPOSTERÍA

D.3.6.1 — TIPOS DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA — Las unidades de mampostería que se utilicen en las construcciones de mampostería estructural pueden ser de concreto, cerámica (arcilla cocida), sílico-calcáreas o de piedra. Según el tipo de mampostería estructural y según el tipo de refuerzo, las unidades pueden ser de perforación vertical, de perforación horizontal o sólidas, de acuerdo con la posición normal de la pieza en el muro. Las unidades sólidas son aquellas cuyas cavidades ocupan menos de un 25% del volumen de la pieza.

D.3.6.2 — NORMAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD — Todas las unidades de mampostería utilizadas en el diseño y la construcción de estructuras de mampostería deben cumplir con las siguientes normas:

D.3.6.2.1 — *Unidades de concreto para mampostería*

- (a) Las unidades (bloque) de perforación vertical portante de concreto para mampostería deben cumplir con la norma NTC 4026 (ASTM C90)
- (b) Las unidades portantes de concreto macizas (tolete) para mampostería, deben cumplir con la norma NTC 4026 (ASTM C55)
- (c) Las unidades de concreto para mampostería no estructural, deben cumplir con la norma NTC 4076 (ASTM C129)

D.3.6.2.2 — *Unidades de arcilla para mampostería*

- (a) Las unidades (bloque) de perforación vertical de arcilla para mampostería estructural deben cumplir con la norma NTC 4205-1 (ASTM C34)
- (b) Las unidades de arcilla macizas (tolete) para mampostería estructural deben cumplir con la norma NTC 4205-1 (ASTM C62, C652)
- (c) Las unidades de arcilla para mampostería no estructural deben cumplir con la norma NTC 4205-2 (ASTM C56, C212, C216).
- (d) Las unidades de arcilla de perforación horizontal para mampostería estructural deben cumplir con la norma NTC 4205-1 (ASTM C56, C212).
- (e) Las unidades de mampostería de arcilla cocida que se utilicen en fachadas deben cumplir con la norma NTC 4205-3.

D.3.6.2.3 — Unidades sílico-calcáreas para mampostería — Las unidades sílico-calcáreas para mampostería deben cumplir con la norma NTC 922 (ASTM C73).

D.3.6.3 — UNIDADES ESPECIALES — Para la construcción de elementos de mampostería como muros, vigas, etc., son indispensables unidades especiales, las cuales deben cumplir las especificaciones adoptadas para las unidades típicas del mismo material.

D.3.6.4 — UNIDADES DE MAMPOSTERÍA DE PERFORACIÓN VERTICAL — Las unidades de mampostería de perforación vertical (bloque) se pueden utilizar en las construcciones de mampostería estructural de todos los tipos clasificados en D.2.1. Pueden ser de concreto, arcilla o sílico-calcáreas. Se establecen, además, para este tipo de unidades los siguientes requisitos:

D.3.6.4.1 — Dimensiones de las celdas y las paredes — El área de las celdas verticales de la pieza de mampostería en posición normal, no puede ser mayor que el 65% del área de la sección transversal. Las celdas verticales u horizontales continuas en donde se coloque refuerzo no pueden tener una dimensión menor de 50 mm, ni menos de 3000 mm² de área. Las paredes externas e internas no pueden tener un espesor menor que el establecido en la tabla D.3.6-1.

Tabla D.3.6-1
Espesores mínimos de paredes en unidades (bloques)
de mampostería de perforación vertical (mm)

Espesor externo	Espesor mínimo de paredes exteriores		Espesor mínimo de tabiques transversales
	sin perforaciones verticales secundarias	con perforaciones verticales secundarias	sin perforaciones verticales secundarias
80 ⁽¹⁾	20	30	20
100	20	30	20
120	22	32	20
150	25	35	25
200	30	40	25
250	35	45	30
300	40	50	30

Nota ⁽¹⁾: La unidad de 80 mm de espesor externo nominal sólo se permite en muros no estructurales y en las paredes laterales de mampostería de cavidad.

D.3.6.4.2 — Perforaciones secundarias — Las unidades de perforación vertical en arcilla cocida pueden tener perforaciones secundarias en las paredes, distintas a las celdas principales y paralelas a ellas. Las perforaciones en las paredes no pueden tener una dimensión transversal mayor de 20 mm ni pueden estar a menos de 10 mm del borde de la pared perforada.

D.3.6.5 — UNIDADES DE PERFORACIÓN HORIZONTAL — Las unidades de mampostería de perforación horizontal (bloque) sólo se pueden utilizar en los siguientes tipos de estructuras de mampostería clasificados en D.2.1: mampostería de muros confinados, mampostería de cavidad reforzada y mampostería reforzada externamente. También se pueden usar combinadas con unidades de perforación vertical, en edificaciones de uno y dos pisos del grupo de uso I para mampostería no reforzada y para mampostería parcialmente reforzada.

D.3.6.6 — UNIDADES MACIZAS DE MAMPOSTERÍA — Las unidades macizas de mampostería (tolete) sólo se pueden utilizar en los siguientes tipos de estructuras de mampostería clasificados en D.2.1: mampostería de muros confinados, mampostería de cavidad reforzada y mampostería reforzada externamente. También se pueden utilizar, combinadas con unidades de perforación vertical para mampostería parcialmente reforzada.

D.3.7 — DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA MAMPOSTERÍA A LA COMPRESIÓN f'_m

D.3.7.1 — DETERMINACIÓN DE f'_m PREVIA A LA CONSTRUCCIÓN — El valor especificado para la resistencia a la compresión de la mampostería f'_m , se debe determinar de acuerdo con uno de los siguientes procedimientos:

- Por medio de registros históricos D.3.7.3.
- Por determinación experimental sobre muretes de prueba D.3.7.4.
- Por medio de ensayos sobre materiales individuales D.3.7.5

D.3.7.1.1 — Aplicabilidad de los procedimientos — Los valores de f'_m definidos en esta sección que se basan en la calidad de los materiales, solo se pueden utilizar en el diseño previo a la construcción y no para control de calidad.

D.3.7.2 — ELABORACIÓN Y ENSAYO DE LOS MURETES — La elaboración y el ensayo de los muretes que se utilicen para la determinación de f'_m , deben llevarse a cabo de acuerdo con la norma NTC 3495 (ASTM E447); cumpliendo, además, con los siguientes requisitos:

D.3.7.2.1 — Requisitos de elaboración de los muretes — Los muretes deben elaborarse con los mismos materiales y bajo las mismas condiciones que se presenten en la estructura. El contenido de humedad de los materiales debe ser el mismo que se tiene en la estructura en el momento de construirse. La calidad de la mano de obra debe ser la misma que se va a utilizar en la construcción. Cuando en la construcción se coloca el mortero de pega solamente en las paredes laterales de las unidades de perforación vertical, los muretes deben elaborarse colocando mortero de pega sólo sobre las paredes laterales y sin mortero de pega en los tabiques transversales, incluyendo los terminales. Véase D.4.5.10.1 (b). Se deben elaborar muretes, tanto, con las celdas vacías, como muretes con las celdas rellenas, cuando especifique mampostería parcial o totalmente inyectada.

D.3.7.2.2 — Determinación del valor de f'_m — El valor de f'_m , para una muestra debe ser el promedio obtenido del ensayo de 3 muretes de igual procedencia, pero no debe ser mayor del 125 por ciento del menor valor obtenido en los ensayos.

D.3.7.2.3 — Área para determinación de los esfuerzos — El valor de cada ensayo se obtiene de dividir la carga última obtenida por el área neta de la mampostería que tiene el murete ensayado.

D.3.7.2.4 — Dimensiones de los muretes — Los muretes deben tener un mínimo de 300 mm de altura y una relación altura-ancho mayor ó igual a 1.5 y menor ó igual a 5. Los muretes de mampostería de bloque de perforación vertical deben tener al menos el largo de una pieza completa. Los muretes de otros tipos deben tener al menos 100 mm de largo. El ancho y el tipo de construcción deben ser representativos del tipo de mampostería que se va a utilizar en la construcción.

D.3.7.2.5 — Corrección por esbeltez — El valor de f'_m debe corregirse multiplicándolo por el factor de corrección por esbeltez del murete dado en la tabla D.3.7-1.

Tabla D.3.7-1
Factor de corrección por esbeltez para f'_m

Relación altura/espesor del murete	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
Factor de corrección	0.86	1.0	1.04	1.07	1.15	1.22

D.3.7.2.6 — Curado de los muretes — Los muretes deben guardarse por siete días al aire a una temperatura de 21 grados centígrados, más/menos 5 grados, a una humedad relativa que exceda el 90 por ciento, y posteriormente a las mismas condiciones, pero con una humedad relativa que puede estar entre el 30 y el 50 por ciento, hasta su ensayo a los 28 días de la fabricación. Los muretes que se construyan a pie de obra deben guardarse bajo condiciones que les conserve la humedad por un lapso de 48 a 96 horas y después de este tiempo se pueden llevar al laboratorio.

D.3.7.2.7 — Refrentado y ensayo — Los muretes deben refrentarse y ensayarse bajo la norma NTC 3495 (ASTM E447).

D.3.7.3 — DETERMINACIÓN ESTADÍSTICA DE f'_m — Cuando existan registros históricos confiables y suficientes de resultados de ensayos de muestras de muretes de construcciones anteriores realizadas con los materiales especificados para la obra, llevadas a cabo con similares procesos técnicos y de supervisión, en caso de que el coeficiente de variación de los resultados sea inferior o igual al 30%, se permite seleccionar el valor de f'_m con base en estos registros, según el número de resultados de ensayos registrados y de acuerdo con:

D.3.7.3.1 — Más de 30 ensayos históricos — Cuando el número de resultados de ensayos de muestras registradas, sea superior o igual a 30, se puede seleccionar f'_m como el 75% del valor promedio de los resultados del registro.

D.3.7.3.2 — Entre 10 y 30 ensayos históricos — Cuando el número de resultados de ensayos de muestras registradas sea de 10 a 30, se puede seleccionar f'_m como el 70% del valor promedio de los resultados del registro.

D.3.7.3.3 — Menos de 10 ensayos históricos — Cuando el número de pruebas registradas, con tres o más muretes por prueba, sea inferior a 10, no se pueden utilizar los registros históricos para la selección de f'_m .

D.3.7.4 — DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE f'_m — La resistencia especificada a la compresión de la mampostería f'_m , se puede determinar experimentalmente para los mismos materiales que se van a emplear, realizando ensayos sobre muretes preliminares a la obra, de acuerdo con lo indicado en el numeral D.3.7.2, exceptuando el número de muretes por muestra, los cuales deben ser los indicados a continuación:

D.3.7.4.1 — Más de 30 ensayos previos a la obra — Cuando el número de muretes ensayados sea superior o igual a 30, f'_m se puede tomar como el 85% del valor promedio de los ensayos realizados.

D.3.7.4.2 — Entre de 10 y 30 ensayos previos a la obra — Cuando el número de muretes ensayados sea superior a 10 e inferior a 30, f'_m se puede tomar como el 80% del valor promedio de los ensayos.

D.3.7.4.3 — Menos de 10 ensayos previos a la obra — Cuando el número de muretes ensayados sea inferior a 10 pero no menor de 3, f'_m se puede tomar como el 75% del valor promedio de los ensayos.

D.3.7.5 — VALOR DE f'_m BASADO EN LA CALIDAD DE LOS MATERIALES — Cuando f'_m no se seleccione mediante ensayos de muretes preliminares o históricos, su valor puede determinarse con base en una correlación apropiada de la calidad de los materiales empleados. En ausencia de tal correlación, el valor de f'_m , se puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$R_m = \left(\frac{2h}{75 + 3h} \right) f'_{cu} + \left(\frac{50k_p}{75 + 3h} \right) f'_{cp} \leq 0.8f'_{cu} \quad (\text{D.3.7-1})$$

$$f'_m = 0.75R_m \quad (\text{D.3.7-2})$$

Los valores empleados en la ecuación D.3.7-1 deben indicarse en los planos estructurales y controlarse en la obra de acuerdo con lo establecido en la sección D.3.8, pero esto no exime de la obligación de comprobar el valor de f'_m por medio de muretes como lo indica la sección D.3.8.1.4.

D.3.7.6 — VALOR DE f'_m CUANDO LAS CELDAS SE INYECTAN CON MORTERO DE RELLENO, BASADO EN LA CALIDAD DE LOS MATERIALES — En la mampostería de cavidad reforzada o de perforación vertical, inyectada con mortero de relleno, se puede obtener el valor de f'_m de la siguiente forma:

$$f'_m = 0.75[rR_m + 0.9k_r(1-r)f'_{cr}] \leq 0.94R_m \quad (\text{D.3.7-3})$$

D.3.8 — EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA

D.3.8.1 — FRECUENCIA DE MUESTREO Y ENSAYOS — El número de pruebas y su frecuencia deben ser como mínimo los siguientes:

D.3.8.1.1 — Mortero de pega — Para el mortero de pega debe realizarse por lo menos un ensayo de resistencia a la compresión (promedio de 3 probetas) por cada doscientos (200) metros cuadrados de muro o por cada día de pega. Igualmente se debe verificar con frecuencias semanales las condiciones de plasticidad y retención de agua de los morteros de pega usados en la obra.

D.3.8.1.2 — Mortero de relleno — Para el mortero de relleno se debe realizar al menos un ensayo de resistencia a la compresión (promedio de 3 probetas) por cada diez (10) metros cúbicos de mortero inyectado o por cada día de inyección.

D.3.8.1.3 — Unidades de mampostería — Para las unidades de mampostería se deben realizar los ensayos establecidos de absorción inicial, absorción total, estabilidad dimensional y resistencia a la compresión de por lo menos cinco (5) unidades por cada lote de producción hasta de 5000 unidades o menos, y no menos de una unidad por cada doscientos (200) metros cuadrados de muro construido.

D.3.8.1.4 — Muretes — La resistencia a la compresión de la mampostería, f'_m , debe verificarse mediante el ensayo de al menos tres (3) muretes por cada quinientos (500) metros cuadrados de muro o fracción, realizados con los materiales y procedimientos empleados en obra. Para unidades de perforación vertical debe medirse el efecto del mortero de relleno en la resistencia de la mampostería, mediante ensayos adicionales de muretes inyectados con mortero, en la cantidad y frecuencia apropiadas, a juicio del supervisor técnico, de acuerdo con lo establecido en el Título I, pero en ningún caso en cantidad inferior al 50% del total de especímenes ensayados. Deben tomarse y ensayarse muretes para todos los tipos de unidades utilizadas.

D.3.8.1.5 — Acero de refuerzo — La calidad del acero de refuerzo se debe comprobar de acuerdo con los requisitos de C.3.5.10.

D.3.8.2 — CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO — Deben aplicarse los siguientes criterios para aceptar la calidad de la mampostería:

D.3.8.2.1 — Resistencia mínima — La calidad de la mampostería se considera satisfactoria si se cumplen simultáneamente que el promedio de los resultados de resistencia a la compresión de los morteros de pega, morteros de relleno, unidades y muretes es mayor o igual a la resistencia especificada, y ningún valor individual es inferior al 80% de la resistencia especificada.

D.3.8.2.2 — Medidas correctivas — Si no se cumple uno o varios de los requisitos anteriores deben tomarse de inmediato las medidas necesarias para aumentar el promedio de las subsiguientes evaluaciones de resistencia.

D.3.8.2.3 — Resultados de resistencia bajos — Si algún resultado individual de resistencia a la compresión de los morteros de pega, morteros de relleno, unidades y muretes es inferior al 80% del valor especificado deben tomarse las medidas necesarias para asegurar que la capacidad de carga de la estructura no se haya comprometido. En caso de confirmarse que la mampostería es de baja resistencia y si los cálculos indican que la capacidad de soportar carga de la estructura se ha reducido significativamente se puede apelar al ensayo de extracción de porciones cortadas de los muros afectados. En tal caso deben tomarse 3 porciones por cada lote afectado. La dimensión mínima de los muretes extraídos debe cumplir con lo especificado en D.3.7.2.4. La resistencia promedio de las porciones cortadas debe ser por lo menos igual al 80% de la resistencia especificada.

D.3.8.2.4 — Pruebas de carga — Si los criterios de D.3.8.2.3 no se cumplen y si la seguridad estructural permanece en duda, el supervisor técnico puede ordenar que se hagan pruebas de carga como las descritas en el Capítulo C.20 para la parte dudosa de la estructura.

CAPÍTULO D.4

REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

D.4.0 — NOMENCLATURA

d_b	=	diámetro de la barra, mm.
f_y	=	resistencia a la fluencia del acero de refuerzo, MPa.
f'_m	=	resistencia a la compresión de la mampostería, MPa.
$\sqrt{f'_m}$	=	raíz cuadrada de la resistencia a la compresión de la mampostería, en MPa.
	=	longitud de desarrollo requerida para el refuerzo, mm.
K	=	recubrimiento del refuerzo medido desde el extremo exterior de la unidad de mampostería, mm.
ϕ	=	coeficiente de reducción de resistencia, dado en el Capítulo D.5

D.4.1 — ALCANCE

D.4.1.1 — ALCANCE DE LOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS — Los requisitos constructivos para edificaciones de mampostería estructural que se dan en el presente Capítulo cubren los diferentes sistemas de mampostería estructural. Cuando los requisitos son propios de un solo sistema de mampostería se indica en el texto para cual de ellos es aplicable. Si no se hace esta advertencia se entiende que el requisito es obligatorio para todos los tipos de mampostería estructural. En el Título E se dan requisitos especiales para casas de uno y dos pisos construidas con mampostería confinada.

D.4.2 — DETALLES DEL REFUERZO

D.4.2.1 — EMBEBIDO DEL REFUERZO — Todo refuerzo que se emplee en los diferentes tipos de mampostería estructural debe estar embebido en concreto, mortero de relleno o mortero de pega, y debe estar localizado de tal manera que se cumplan los requisitos de recubrimiento mínimo, anclaje, adherencia, y separación mínima y máxima con respecto a las unidades de mampostería y a otros refuerzos.

D.4.2.2 — DIÁMETROS MÁXIMOS Y MÍNIMOS PERMITIDOS PARA EL REFUERZO — Los refuerzos que se empleen en la mampostería estructural deben cumplir los siguientes diámetros mínimos y máximos:

D.4.2.2.1 — Refuerzo longitudinal en celdas y cavidades que se inyectan — El refuerzo longitudinal que se coloca dentro de celdas de unidades de perforación vertical, celdas de unidades especiales tipo viga o cavidades que posteriormente se inyectan con mortero debe cumplir los siguientes requisitos:

- (a) El diámetro mínimo es N° 3 (3/8") o 10M (10 mm).
- (b) Para muros con espesor nominal de 200 mm o más no puede tener un diámetro mayor que N° 8 (1") ó 25M (25 mm).
- (c) Para muros de menos de 200 mm de espesor nominal no puede tener un diámetro mayor que N° 6 (3/4") ó 20M (20 mm).
- (d) El diámetro no puede exceder 1/3 de la menor dimensión libre de la celda.

D.4.2.2.2 — Refuerzo de junta — El refuerzo horizontal colocado en las juntas de mortero de pega debe cumplir los siguientes requisitos:

- (a) El diámetro debe ser mínimo 4 mm.
- (b) El diámetro no puede exceder la mitad del espesor del mortero de pega.

D.4.2.2.3 — Refuerzo longitudinal y transversal en elementos de confinamiento — Los diámetros mínimos y máximos que debe cumplir el refuerzo longitudinal y transversal en los elementos de confinamiento de la mampostería confinada deben consultarse en el Capítulo D.10.

D.4.2.2.4 — Refuerzo longitudinal y transversal en elementos de concreto reforzado dentro de la mampostería — Los diámetros mínimos y máximos que debe cumplir el refuerzo longitudinal y transversal en los elementos de concreto reforzado embebidos o usados en combinación con la mampostería estructural, excepto los elementos de confinamiento de la mampostería confinada, deben cumplir lo especificado en el Título C del Reglamento, para el mismo grado de capacidad de disipación de energía en el rango inelástico (*DES*, *DMO*, o *DMI*) del sistema de mampostería estructural.

D.4.2.3 — LÍMITES PARA LA COLOCACIÓN DEL REFUERZO — Se establecen los siguientes límites respecto a la colocación del refuerzo en la mampostería estructural:

D.4.2.3.1 — Número de barras por celda vertical — En la mampostería de unidades de perforación vertical solo debe colocarse una barra de refuerzo vertical por celda. Cuando la dimensión menor de la celda sea mayor de 140 mm se permite colocar dos barras por celda siempre y cuando su diámetro no sea mayor de N° 5 (5/8") ó 16M (16 mm).

D.4.2.3.2 — Barras en paquete — Cuando se permiten dos barras por celda en la mampostería de unidades de perforación vertical, las barras pueden ser colocadas en paquete y en contacto para actuar como una unidad. Los puntos de corte de las barras individuales de un paquete deben estar espaciados como mínimo 40 veces el diámetro de la barra.

D.4.2.3.3 — Distancia entre la barra y el borde interior de la celda — El espesor de mortero de relleno entre el refuerzo y la unidad de mampostería no debe ser menor de 6.5 mm para mortero fino o 13 mm para mortero grueso.

D.4.2.3.4 — Mampostería confinada — En la mampostería de muros confinados el número de barras y la cantidad de refuerzo depende de la sección y del tipo de elemento diseñado para confinamiento. Los requisitos adicionales de construcción de este sistema se definen en el Capítulo D.10.

D.4.2.4 — RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO — La distancia de recubrimiento de las barras de refuerzo en mampostería de unidades de perforación vertical o mampostería de cavidad reforzada, es la siguiente:

D.4.2.4.1 — Recubrimiento de barras colocadas en celdas — Las barras de refuerzo deben tener un recubrimiento, incluyendo el mortero de relleno y la pared de la unidad de mampostería, no menor de lo siguiente:

- (a) Para mampostería expuesta al contacto con la tierra o intemperie: **50 mm** para barras mayores a N° 5 (5/8") o 16M (16 mm) o **40 mm** para barras menores o iguales a N° 5 (5/8") o 16M (16 mm).
- (b) Para mampostería no expuesta al contacto con la tierra o intemperie: **40 mm**

D.4.2.4.2 — Recubrimiento del refuerzo de junta — El refuerzo horizontal colocado en las juntas de pega debe estar completamente embebido en mortero con un recubrimiento mínimo de 12 mm cuando la mampostería está en contacto con la tierra o intemperie, o 6 mm cuando no se encuentra en contacto con la tierra o intemperie. El refuerzo horizontal debe protegerse con productos anticorrosivos cuando la mampostería esté en contacto con la tierra o agua permanente.

D.4.2.5 — DESARROLLO DEL REFUERZO EMBEBIDO EN MORTERO DE RELLENO

D.4.2.5.1 — Generalidades — La tracción o compresión calculada en el refuerzo en cada sección, debe ser desarrollada a cada lado de la sección mediante la longitud de desarrollo, gancho, anclaje mecánico o una combinación de los mismos.

D.4.2.5.2 — Longitud de desarrollo — La longitud de desarrollo, ℓ_d , para barras corrugadas embebidas en mortero de relleno en tracción o en compresión, debe ser determinada por la ecuación D.4.2-1. Para barras lisas la longitud de desarrollo se debe tomar como el doble de la obtenida para barras corrugadas.

$$\ell_d = \frac{1.5d_b^2 f_y}{K \sqrt{f'_m}} \geq 300 \text{ mm} \quad (\text{D.4.2-1})$$

K es el recubrimiento del refuerzo medido desde el extremo exterior de la unidad de mampostería, y no debe exceder del espaciamiento libre entre empalmes de refuerzo adyacentes, ni de $5d_b$.

D.4.2.5.3 — Longitud de empalme por traslapo — La longitud de empalme por traslapo se debe tomar igual a la longitud de desarrollo, ℓ_d . Las barras unidas por medio de empalmes por traslapo que no estén en contacto, no deben estar espaciadas transversalmente más de una quinta parte de la longitud requerida de traslapo ni más de 200 mm.

D.4.2.5.4 — Empalmes mecánicos o soldados — Los empalmes mecánicos o soldados deben ser capaces de resistir por lo menos 1.25 veces el f_y de la barra. Todas las soldaduras deben cumplir la norma NTC 4040 (ANSI/AWS D.1.4).

D.4.2.6 — DESARROLLO DEL REFUERZO EMBEBIDO EN CONCRETO — El desarrollo del refuerzo anclado o embebido en concreto, se rige por los requisitos del Título C del Reglamento. Este es el caso de barras de empalme ancladas en los elementos de la cimentación o de barras de elementos de concreto reforzado embebidos dentro de la mampostería o trabajando en combinación con ella.

D.4.2.7 — GANCHOS ESTÁNDAR — El término gancho estándar usado en esta sección significa:

- (a) Un doblez de 180 grados más una extensión recta de al menos 4 veces el diámetro de la barra pero no menor de 64 mm en el extremo libre de la barra.
- (b) Un doblez de 90 grados más una extensión recta de al menos 12 veces el diámetro de la barra en el extremo libre de la barra.
- (c) Un doblez de 135 grados más una extensión recta de al menos 6 veces el diámetro de la barra en el extremo libre de la barra.

D.4.2.8 — DIÁMETROS MÍNIMOS DE DOBLAMIENTO PARA BARRAS DE REFUERZO — El diámetro mínimo de doblamiento medido por el lado interior de las barras del refuerzo no debe ser menor que los valores especificados en la tabla D.4.2-1.

Tabla D.4.2-1
Diámetros de doblamiento para barras de refuerzo

Diámetro (d_b)	f_y	Diámetro mínimo
N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) a N° 7 (7/8") ó 22M (22 mm)	240 MPa	$5d_b$
N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) a N° 8 (1") ó 25M (25 mm)	420 MPa	$6d_b$

D.4.3 — ACTIVIDADES PRELIMINARES A LA CONSTRUCCIÓN

D.4.3.1 — ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES — Todos los materiales de la obra deben almacenarse de manera que permanezcan protegidos contra deterioro anormal o contaminación y deben utilizarse en los tiempos previstos. Materiales que presenten deterioro de sus propiedades físicas por debajo de las especificadas, deben rechazarse.

D.4.3.2 — ALMACENAMIENTO DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERÍA — En el sitio de la obra debe ubicarse un espacio destinado al almacenamiento de las unidades de mampostería, preferiblemente cubierto y ventilado, con acceso externo e interno.

D.4.3.3 — LUGAR PARA LA TOMA Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS — En la obra debe ubicarse un espacio para la toma de muestras de los distintos materiales especificados, un espacio apropiado para su curado y almacenamiento en las condiciones previstas en las normas respectivas.

D.4.4 — REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA CIMENTACIONES

D.4.4.1 — GENERAL — Las características propias de las cimentaciones para mampostería estructural, obedecen a las condiciones del suelo de cimentación y del proyecto en sí mismo. Su diseño y construcción se debe ajustar a lo dispuesto en este Reglamento en el Título C y en el Título H.

D.4.4.2 — ANCLAJE EN LA CIMENTACIÓN DEL REFUERZO DE LOS MUROS — Todos los refuerzos verticales de los muros estructurales deben quedar anclados de acuerdo con lo establecido en el Título C de este Reglamento en el sistema de cimentación, mediante barras de empalme que sobresalgan la longitud necesaria para realizar el traslape, fijadas a la armadura del cimiento, de tal manera que los desplazamientos en el proceso de compactación y vaciado del concreto de cimentación estén dentro de las tolerancias establecidas en el numeral D.4.4.3

D.4.4.3 — TOLERANCIA DE LOCALIZACIÓN DEL REFUERZO DE EMPALME CON EL MURO — La tolerancia de colocación longitudinal y transversal de la barra de empalme debe ser como máximo una cuarta parte de la dimensión de la celda en cada sentido. En caso de que se exceda esta tolerancia, la posición de la barra de empalme se puede corregir con inclinación suave 1H:6V. Se prohíbe la corrección brusca de la posición de la barra de empalme, y el corte de tabiques de las unidades de mampostería.

D.4.4.4 — VACIADO DE LOS ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN — El vaciado de los elementos estructurales de la cimentación debe realizarse con la aprobación previa del supervisor técnico. Las juntas de vaciado deben ser verticales y estar ubicadas en el tercio central entre los vanos libres de muros.

D.4.4.5 — ALINEAMIENTO HORIZONTAL — Los entramados y losas de cimentación deben alinearse y nivelarse por la cara superior, buscando alturas modulares de los muros.

D.4.4.6 — CORRECCIÓN DEL ALINEAMIENTO DEL CIMIENTO — Terminado el vaciado de la cimentación deben verificarse los alineamientos de la misma y las posiciones finales de las barras de empalme. Las diferencias verticales de alineamiento se pueden corregir de la siguiente forma:

- (a) Si el error en el nivel superior de la cimentación es inferior a 25 mm, éste se puede corregir repartiendo en las juntas de pega del primer tramo teniendo en cuenta las tolerancias de la tabla D.4.2-2.
- (b) Si el error en el nivel superior de la cimentación es mayor de 25 mm, se puede corregir el alineamiento con un realce en concreto reforzado de tal manera que se garantice su funcionamiento monolítico con el cimiento.

D.4.5 — REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA MUROS DE MAMPOSTERÍA

D.4.5.1 — GENERAL — Los requisitos constructivos establecidos en esta sección son fundamentalmente para muros de mampostería hechos con unidades de perforación vertical. Para otros sistemas de mampostería estructural se establecen requisitos constructivos especiales adicionales:

- (a) Para mampostería de cavidad reforzada en la Sección D.6.5.
- (b) Para mampostería de muros confinados en la Sección D.10.8

D.4.5.2 — UNIDADES DE MAMPOSTERÍA — Los siguientes requisitos de construcción deben cumplirse en forma adicional a lo establecido en D.3.6.

D.4.5.2.1 — Estado de las unidades previo a su colocación — Al momento de colocarse las unidades de mampostería, deben estar limpias y libres de imperfecciones que afecten negativamente las propiedades mecánicas o físicas del muro. Las unidades de arcilla cocida que excedan una tasa inicial de absorción de 0.15 gramos por minuto por cm^2 determinada según la norma NTC 4017 (ASTM C67), deben humedecerse convenientemente antes de colocarlas. Para valores de tasa inicial de absorción mayores de 0.25 gramos por minuto por cm^2 deben humedecerse las unidades durante 24 horas previas a la colocación. Todas las unidades deben colocarse sin exceso de agua en sus superficies, la cual debe ser removida mediante frote con un paño seco. Las unidades de concreto siempre deben colocarse secas.

D.4.5.2.2 — Unidades especiales — La configuración del muro y de los refuerzos, así como las juntas de control, los remates, los dinteles, antepechos, etc., requieren de unidades especiales que deben estar disponibles al momento de la colocación.

D.4.5.3 — MORTERO DE PEGA — Debe cumplir con los requisitos de D.3.4.

D.4.5.4 — MORTERO DE INYECCIÓN — Debe cumplir con los requisitos en D.3.5.

D.4.5.5 — ACERO DE REFUERZO — El acero de refuerzo debe cumplir con los requisitos de C.3.5, y además con las siguientes disposiciones:

D.4.5.5.1 — Estado de la superficie del refuerzo — El refuerzo debe tener la superficie limpia de grasas, arcillas y demás sustancias perjudiciales. No debe presentar corrosión, aunque puede permitirse, a juicio del supervisor técnico, la oxidación superficial.

D.4.5.5.2 — Dimensiones — Todo refuerzo debe cumplir con las dimensiones, figuración y ubicación indicadas en los planos.

D.4.5.5.3 — Doblado de refuerzo parcialmente embebido — No se permite realizar dobleces al acero de refuerzo que ya esté parcialmente embebido en el mortero o en el concreto; excepto en los conectores flexibles los cuales pueden doblarse y en las barras de empalme cuando se cumple lo indicado en D.4.4.3.

D.4.5.6 — TUBERÍAS EMBEBIDAS — Se pueden embeber tuberías en los muros de mampostería siempre y cuando se coloquen en celdas no inyectadas y que tengan un diámetro inferior a la menor dimensión de la celda.

D.4.5.6.1 — Regatas — Se prohíbe la colocación de tuberías en los muros de mampostería estructural de unidades de perforación vertical mediante regatas.

D.4.5.6.2 — Salidas a la superficie del muro — Las salidas de sistemas de instalaciones interiores que empleen tuberías embebidas deben ubicarse en unidades especialmente diseñadas para este propósito.

D.4.5.6.3 — Tuberías embebidas en celdas inyectadas — Se pueden colocar tuberías embebidas en los muros de mampostería inyectada en los siguientes casos:

- (a) Cuando conducen líquidos a temperatura inferior a 65°C.
- (b) Cuando estén sometidas a presión inferior a 0.4 MPa.
- (c) Cuando el líquido que contengan no pueda congelarse bajo la temperatura de servicio.
- (d) Cuando el diámetro individual o del paquete de tuberías sea inferior a la tercera parte del espesor del muro.
- (e) Cuando el material de fabricación no reaccione nocivamente con el mortero de relleno.
- (f) Cuando en la celda no exista una barra.

En ningún caso se permiten tuberías que ocupen más del 5% del área transversal del muro. Además, deben estar separadas más de 5 diámetros de la tubería centro a centro y no se pueden colocar en celdas adyacentes.

D.4.5.7 — APAREJO DE PETACA — Se prohíbe el uso de aparejo de petaca en muros estructurales. Se admite su uso solamente en machones y columnas aisladas.

D.4.5.8 — APAREJO TRABADO — El patrón de colocación en aparejo trabado debe permitir continuidad en las celdas verticales que se inyectan con mortero de relleno.

D.4.5.9 — JUNTAS DE CONTROL — Deben proveerse juntas de control en los muros para permitir los movimientos relativos previstos en la construcción, en los siguientes sitios:

- (a) En donde la altura del muro cambia de manera apreciable.
- (b) En cambios de espesor en la longitud del muro.
- (c) Cuando esté previsto así su funcionamiento en el diseño.
- (d) En empates con elementos estructurales de función diferente y no integrados a la función del muro.
- (e) En donde haya juntas de control en la fundación, en las losas ó en las cubiertas.
- (f) En antepechos de ventanas cuando así se haya previsto.

D.4.5.9.1 — Distancia entre juntas de control — La distancia máxima entre juntas de control es de 8 metros. Esta distancia entre juntas de control puede aumentarse en caso de que haya evidencia técnica que

lo permita.

D.4.5.9.2 — Configuración de la junta de control — La junta de control se configura con las unidades de mampostería apropiadas para tal función. En ausencia de las unidades especiales para junta, ésta debe estar diseñada y detallada en los planos de construcción. En todos los casos se debe garantizar que no haya movimiento diferencial en la dirección transversal, entre los muros separados por la junta.

D.4.5.10 — CONSTRUCCIÓN DEL MURO — El muro debe levantarse siguiendo el patrón de colocación de las unidades, con la metodología apropiada al rendimiento de la mano de obra, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones de este Reglamento ó de la condición de adherencia del mortero con las unidades de mampostería. Las tolerancias para alineamiento del muro se establecen en la tabla D.4.2-2.

D.4.5.10.1 — Mortero de pega — Debe colocarse mortero de pega en todas las juntas entre piezas de mampostería con los siguientes requisitos especiales:

- (a) En las juntas horizontales de las unidades de perforación vertical, debe colocarse mortero de pega sobre las paredes laterales de la unidad y sobre sus tabiques transversales.
- (b) Alternativamente, en las juntas horizontales se permite la colocación del mortero de pega solamente sobre las paredes laterales de la unidad, siempre y cuando la comprobación del valor de f'_m , requerida en D.3.8, se realice sobre muretes que sólo tienen mortero de pega sobre las paredes laterales de la unidad de mampostería y este requisito se indique claramente en los planos.
- (c) En las juntas verticales de las unidades de perforación vertical, en las paredes laterales de la unidad.
- (d) Cuando se utilicen piezas macizas o bloques de perforación horizontal, el mortero de pega debe colocarse en todo el ancho del muro en las juntas verticales y horizontales.
- (e) El avance del mortero de pega debe ser tal que al momento de colocar las unidades no se haya reducido la plasticidad del mortero colocado.
- (f) El espesor máximo de las juntas de pega debe ser de 10 mm con las tolerancias establecidas en la Tabla D.4.2-2.

D.4.5.10.2 — Ventanas de inspección y limpieza — Deben dejarse ventanas de inspección y limpieza en la base de los muros en cada celda que se vaya a inyectar y a distancia no mayor de 1.0 metro en mampostería de cavidad. Cumpliendo los siguientes requisitos:

- (a) Las dimensiones de las ventanas no deben ser menores de 75 mm x 75 mm, ni mayores de 100 mm x 100 mm.
- (b) Cuando se hagan inyecciones parciales en altura no se requiere el uso de ventana de inspección si la porción de muro de inyectar no supera 1.4 metros.
- (c) Se deben retirar las rebabas internas y externas de la junta de pega.

Tabla D.4.2-2
Tolerancias constructivas para muros de mampostería

Elemento	Tolerancia
1. Dimensiones de elementos (sección o elevación)	- 6 mm + 12.5 mm
2. Junta de mortero (10 mm)	- 4 mm + 4 mm
3. Cavidad ó celda de inyección	- 6 mm + 9 mm
4. Variación del nivel de junta horizontal Máximo	± 2 mm/metro (1/500) ± 12.5 mm
5. Variación de la superficie de apoyo (cara superior del muro) Máximo	± 2 mm/metro (1/500) ± 12 mm
6. Variación del plomo del muro Máximo	± 2 mm/metro (1/500) ± 12 mm
7. Variación del alineamiento longitudinal Máximo	± 2 mm/metro (1/500) ± 12 mm
8. Tolerancia de elementos en planta Máximo	± 2 mm/metro (1/500) ± 20 mm
9. Tolerancia de elementos en elevación Máximo	± 6 mm/piso ± 20 mm

D.4.5.11 — COLOCACIÓN DEL REFUERZO HORIZONTAL — El refuerzo horizontal en muros de mampostería de unidades de perforación vertical puede colocarse de dos maneras diferentes según su función:

D.4.5.11.1 — Refuerzo horizontal de junta — Este refuerzo se emplea principalmente para el control de la fisuración por efectos de cambios de temperatura y retracción de fraguado. Se coloca dentro de las juntas horizontales de pega, cumpliendo los siguientes requisitos:

- (a) Este refuerzo puede tenerse en cuenta para efecto de resistencia a los esfuerzos cortantes contribuidos por el refuerzo.
- (b) El área del refuerzo de junta puede tenerse en cuenta en el cumplimiento de las cuantías mínimas de refuerzo horizontal del muro.
- (c) El refuerzo de las juntas de mortero no debe atravesar las juntas de control. Debe anclarse mediante un gancho estándar doblado sobre el refuerzo vertical en cada extremo del muro y antes de la junta de control.

D.4.5.11.2 — Elementos embebidos para colocación del refuerzo horizontal — En los muros de mampostería de unidades de perforación vertical, el refuerzo horizontal que se coloca para resistir esfuerzos cortantes, y en aquellos casos en que no se puede colocar refuerzo de junta, se debe localizar dentro de unidades de mampostería especiales, de acuerdo con los siguientes requisitos:

- (a) Las unidades especiales exteriormente deben tener la misma apariencia de las unidades de perforación vertical empleadas en el resto del muro.
- (b) Las unidades especiales deben tener tabiques transversales de menor altura para permitir la colocación del refuerzo horizontal.
- (c) La cavidad horizontal que forma se debe inyectar con mortero de relleno para embeber el refuerzo horizontal, llevándola hasta la parte superior de la unidad especial.
- (d) Antes de asentar las unidades especiales, colocando un ángulo, o malla metálica, o por medio de otro procedimiento apropiado, se debe impedir que el mortero de relleno caiga dentro de las celdas verticales que no se inyectan; sin afectar el paso del mortero de relleno en las celdas verticales que se van a inyectar.
- (e) El refuerzo horizontal que se coloca dentro de la celda que producen las unidades especiales debe cumplir los mismos requisitos de diámetros máximos y mínimos del refuerzo que se coloca en las celdas verticales.
- (f) El refuerzo horizontal que se coloca dentro de la celda debe terminar en sus extremos en un gancho estándar. El gancho puede tener su extensión libre colocada hacia arriba, hacia abajo, u horizontal, teniendo cuidado de no obstruir las operaciones de inyección del mortero de relleno. Cuando el refuerzo termina en vigas o en columnas, debe quedar totalmente anclado allí.

D.4.5.12 — COLOCACIÓN DEL REFUERZO VERTICAL — La colocación de los refuerzos y su disposición, deben tener en cuenta los siguientes requisitos, además de lo especificado en D.4.2

D.4.5.12.1 — Tolerancias — La colocación del refuerzo debe cumplir las tolerancias siguientes:

- (a) Tolerancia transversal: La cuarta parte de la dimensión transversal de la celda.
- (b) Tolerancia longitudinal: La cuarta parte de la dimensión longitudinal de la celda.

D.4.5.12.2 — Localización de las barras en la celda — Las barras verticales deben colocarse preferiblemente en el centro de la celda.

D.4.5.12.3 — Empalmes — En la zona de empalme, las barras traslapadas pueden estar en contacto mediante posicionadores, o pueden estar separadas una distancia no menor de 25 mm. Se puede empalmar refuerzo entre celdas adyacentes, siempre y cuando ambas celdas estén completamente inyectadas de mortero de relleno.

D.4.5.12.4 — Sujeción del refuerzo — Antes de la inyección del mortero, el refuerzo debe asegurarse contra desplazamientos, mediante posicionadores de alambre o dispositivos similares.

D.4.5.12.5 — Cambios — El cambio de posición o de dimensión del refuerzo sólo puede ser autorizado por el responsable del diseño estructural o su delegado.

D.4.6 — REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA EL MORTERO DE RELLENO

D.4.6.1 — PREPARACIÓN DEL MORTERO DE RELLENO — El mortero de relleno preparado en el sitio se debe mezclar durante un período entre 3 y 10 minutos en equipo mecánico, con la cantidad de agua requerida para la trabajabilidad deseada.

D.4.6.2 — FLUIDEZ — Al momento de la colocación del mortero de relleno, éste debe presentar las condiciones de fluidez requeridas sin que se haya iniciado endurecimiento por hidratación del cemento, de manera que el mortero de relleno fluya sin segregación por los espacios a inyectar.

D.4.6.3 — INYECCIÓN DEL MORTERO — El mortero de relleno se debe colocar directamente con bomba o manualmente con embudo, teniendo la precaución de que todo el espacio inyectado quede homogéneo y compacto, buscando vinculación íntima entre el mortero de relleno y las unidades de mampostería.

D.4.6.3.1 — Altura de inyección — La altura máxima de inyección se determinará teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- (a) Distancia entre traslajos del refuerzo vertical.
- (b) Condición resistente de las unidades de mampostería a la presión hidrostática del mortero de relleno.
- (c) Altura de inyección en un día con intervalos máximos de una hora.
- (d) Tamaño del espacio a inyectar según altura de inyección (tabla D.4.6-1).

Tabla D.4.6-1
Altura máxima de inyección según el tamaño del espacio de inyección

Altura de Inyección		Dimensiones mínimas de celda requerida ⁽¹⁾	Dimensión mínima de cavidad ^{(2) (3)}
Mortero Fino	Mortero Grueso	(mm)	(mm)
0.4 m	-	40 x 50	25
1.2 m	0.4 m	50 x 60	38
1.5 m	1.2 m	50 x 75	50
3.0 m	1.5 m	60 x 75	60
-	3.0 m	75 x 75	75

(1) Espacio libre entre rebabas internas.

(2) Se refiere al espacio entre muros en la mampostería de cavidad reforzada.

(3) El área del refuerzo no ocupará más del 6% del área de la cavidad.

D.4.6.3.2 — Suspensión de la inyección — Cuando el proceso de inyección se suspenda por más de una hora, debe iniciarse un nuevo vaciado del mortero de relleno con las precauciones anotadas, como ventanas de inspección, etc.

D.4.6.3.3 — Inyección parcial — Es conveniente proveer de controles laterales de flujo al mortero de relleno cuando la inyección del muro es parcial. Para tal efecto se pueden rellenar con arena las celdas seleccionadas como barrera, o utilizar otro mecanismo apropiado al efecto.

D.4.6.3.4 — Juntas entre inyecciones de mortero — La junta de vaciado entre etapas de inyección debe hacerse al mismo nivel con un mínimo de 40 mm por debajo de una junta de mortero de pega.

D.4.6.4 — COMPACTACIÓN — El mortero de relleno debe compactarse adecuadamente con vibrador o barra lisa en porciones de 300 mm de altura o menos. En las celdas donde exista refuerzo vertical, se puede realizar la compactación haciendo vibrar la barra del refuerzo.

D.4.6.4.1 — Recompactación — Cuando se coloque el mortero de relleno en porciones de más de 300 mm de altura y pasado un tiempo prudencial de unos 5 minutos, es necesario recompactar el mortero de relleno colocado para garantizar la adherencia con las unidades, por la reducción de volumen que sufre el mortero al perder el agua succionada por las unidades. Alternativamente puede usarse un aditivo de expansión de volumen en el mortero de relleno.

D.4.7 — REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA LOSAS DE ENTREPISO

D.4.7.1 — ACCIÓN COMO DIAFRAGMA — Las losas de entrepiso utilizadas en las construcciones de mampostería estructural deben cumplir los requisitos para diafragma de A.3.6.8 y C.21.11 de este Reglamento.

D.4.7.1.1 — Diafragmas flexibles — Los diafragmas flexibles que no cumplan los requisitos indicados en esta sección, se pueden utilizar en edificaciones de 1 y 2 niveles del grupo de uso I cumpliendo los requisitos de control de desplazamientos y distribución especial de cargas laterales dados en el Título A.

D.4.7.2 — APOYO DE LOS ELEMENTOS DEL ENTREPISO — Los elementos de la losa del entrepiso que se apoyan directamente sobre los muros deben quedar suficientemente soportados durante la construcción y vinculados adecuadamente en forma permanente a los muros.

D.4.7.3 – VOLCAMIENTO DE LA HILADA DE APOYO - Se debe garantizar que el apoyo de la losa no cause volcamiento en la hilada de apoyo por exceso de excentricidad, ni que haya posibilidad de desprendimiento de la placa en la etapa constructiva o en la etapa de servicio.

D.4.7.4 — LOSAS PREFABRICADAS — Cuando se utilicen losas prefabricadas, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- (a) El espesor mínimo nominal del muro de carga es 120 mm
- (b) Deben cumplirse los requisitos de A.3.6.8 y C.21.11, de acuerdo con la capacidad de disipación de energía en rango inelástico del sistema de resistencia sísmica.
- (c) Debe utilizarse apuntalamiento provisional de la placa hasta que se garantice el funcionamiento del conjunto losa muro. En la intersección debe garantizarse la transferencia de esfuerzos entre la losa y el muro tanto para carga vertical como para la carga lateral.

D.4.8 — APUNTALAMIENTO DE MUROS

D.4.8.1 — Cuando así lo requieran, los muros expuestos a las condiciones ambientales como viento y humedad, deben protegerse contra sus efectos, de manera provisional o definitiva.

D.4.9 — JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

D.4.9.1 — Las juntas de construcción entre edificaciones estructuralmente independientes deben realizarse permitiendo los desplazamientos laterales sin interferencias por golpeteo entre las mismas. Las juntas de construcción deben estar libres de escombros y demás materiales que limiten la libertad a los desplazamientos horizontales. El acabado de las fachadas se debe suspender en las juntas de construcción utilizando elementos flexibles para prevenir la humedad.

D.4.10 — CURADO DE MUROS DE MAMPOSTERÍA

D.4.10.1 — Mampostería con unidades de concreto o sílico-caláceas — A este tipo de mampostería debe dársele protección contra la lluvia, el viento y la exposición excesiva al sol durante los tres primeros días después de pegar las unidades o de inyectar las celdas. Este tipo de mampostería no debe curarse mediante riego con agua; sólo en el caso de que haya evidencia de deficiente hidratación del mortero de pega se debe curar humedeciendo con brocha húmeda las juntas de mortero de pega teniendo cuidado de no humedecer las unidades de mampostería.

D.4.10.2 — Mampostería con unidades de arcilla — Esta mampostería debe curarse proporcionando humedad y temperatura adecuadas durante por lo menos 7 días después de pegadas las unidades o de inyectar las celdas.

Notas

CAPÍTULO D.5

REQUISITOS GENERALES DE ANÁLISIS Y DISEÑO

D.5.0 — NOMENCLATURA

A_e	=	área efectiva de la sección de mampostería, mm^2 . Véase D.5.4.1.
A_{mv}	=	área efectiva para determinar esfuerzos cortantes, mm^2 . Véase D.5.4.5.
A_{se}	=	área efectiva de refuerzo en tracción, mm^2 .
A_{st}	=	área total de acero de refuerzo en la sección de muro, mm^2 .
A_{s1}	=	área del refuerzo a tracción equilibrado por la compresión en la mampostería, mm^2 .
A_{s2}	=	área del refuerzo a tracción equilibrado por el refuerzo a compresión, mm^2 .
A_v	=	área del refuerzo para cortante, mm^2 .
a	=	profundidad del bloque equivalente de compresión (tomar como $0.85c$), mm.
a_b	=	profundidad del bloque equivalente de compresión en condiciones balanceadas, ecuación D.5.1-2, mm.
b	=	ancho efectivo de la sección, mm. Véase D.5.4.4.
c	=	profundidad del eje neutro en la zona de compresión, mm.
d	=	distancia de la cara de compresión al centroide del refuerzo en tracción, mm.
d'	=	distancia desde el centroide del refuerzo en compresión flexión hasta la fibra extrema en compresión.
E	=	efectos sísmicos reducidos.
E_m	=	módulo de elasticidad de la mampostería, MPa.
E_r	=	módulo de elasticidad del mortero de relleno, MPa.
E_s	=	módulo de elasticidad del acero de refuerzo, MPa.
F_s	=	fuerzas sísmicas.
f'_m	=	resistencia a la compresión de la mampostería, MPa.
$\sqrt{f'_m}$	=	raíz cuadrada de la resistencia a la compresión de la mampostería, en MPa.
f_r	=	módulo de ruptura de la mampostería, MPa.
f_y	=	resistencia a la fluencia del acero de refuerzo, MPa.
G_m	=	módulo de cortante de la mampostería, MPa.
G_r	=	módulo de cortante del mortero de relleno, MPa.
h'	=	altura efectiva del elemento para evaluar efectos de pandeo, mm. Véase D.5.4.3.
ℓ	=	luz de una viga o dintel, mm.
ℓ_w	=	longitud horizontal del muro, mm.
M	=	momento actuante que ocurre simultáneamente con V .
M_{cr}	=	momento de agrietamiento del muro de mampostería.
M_n	=	resistencia nominal a flexión.
M_u	=	resistencia solicitada de diseño a flexión
P_b	=	carga axial nominal balanceada, N.
P_n	=	resistencia nominal a carga axial, N.
P_o	=	máxima resistencia axial teórica, N.
P_u	=	resistencia solicitada de diseño a carga axial, N.
R	=	coeficiente de capacidad de disipación de energía.
R_e	=	coeficiente utilizado para tener en cuenta el efecto de esbeltez de elementos en compresión.
R_0	=	coeficiente básico de capacidad de disipación de energía.
s	=	separación del refuerzo de cortante medida a lo largo del eje vertical del muro, mm.
t	=	espesor efectivo de la sección para evaluar efectos de pandeo, mm. Véase D.5.4.2.
V	=	fuerza cortante actuante que ocurre simultáneamente con M .
V_n	=	resistencia nominal para fuerza cortante, N.
V_m	=	resistencia nominal para fuerza cortante contribuida por la mampostería, N.

- V_u = resistencia solicitada de diseño de fuerza cortante, N.
 V_s = resistencia nominal para fuerza cortante contribuida por el refuerzo de cortante, N.
 α = coeficiente para ser empleado en la ecuación D.5.8-1.
 ϵ_{mu} = máxima deformación unitaria permisible de compresión en la mampostería ($\epsilon_{mu} = 0.003$)
 ϵ_y = deformación unitaria de fluencia del acero de refuerzo.
 ϕ = coeficiente de reducción de resistencia.
 ρ = cuantía de refuerzo a tracción por flexión, $\rho = A_s / (bd)$
 ρ_b = cuantía correspondiente a las condiciones de flexión balanceada.
 ρ_n = cuantía de refuerzo horizontal que resiste cortante en un muro en un plano perpendicular al plano A_{mv} , mm^2 .

D.5.1 — HIPÓTESIS Y PRINCIPIOS GENERALES

D.5.1.1 — GENERALIDADES — El análisis y diseño de la mampostería estructural debe hacerse utilizando métodos racionales basados en principios aceptados por la buena práctica de la ingeniería y que reflejen las características y propiedades de los materiales componentes, los métodos constructivos utilizados y el comportamiento individual y en conjunto del sistema estructural.

D.5.1.2 — METODOLOGÍA DE DISEÑO POR ESTADOS LÍMITES DE RESISTENCIA — Los requisitos de análisis y diseño del Título D están basados en el método del estado límite de resistencia, utilizando las combinaciones de carga descritas en B.2.4. No obstante, se permite el diseño de estructuras de mampostería por el método de esfuerzos de trabajo, utilizando las combinaciones de carga descritas en B.2.3, y para el efecto pueden emplearse los requisitos alternos presentados en el Apéndice D-1. Todo el diseño de la estructura debe realizarse por uno de estos dos métodos

D.5.1.3 — RESISTENCIA REQUERIDA — La resistencia requerida para los elementos de mampostería estructural se obtiene como el valor máximo, expresado en términos de carga o momentos y fuerzas internas asociadas, que resultan de aplicar a la estructura las diferentes cargas tales como muertas, vivas, sísmicas, de viento e impuestas por cambios de temperatura, retracción de fraguado y flujo plástico, empuje de tierra o líquidos, etc.; combinadas y mayoradas de acuerdo con B.2.4 de este Reglamento.

D.5.1.4 — RESISTENCIA DE DISEÑO — La resistencia de diseño que tiene un elemento, sus conexiones con otros elementos y cualquier parte o sección de él, en términos de momentos flectores, carga axial, cortantes y torsión, debe ser igual a su resistencia nominal calculada de acuerdo con los requisitos y suposiciones del presente capítulo, multiplicada por un coeficiente de reducción de resistencia, ϕ . Por lo tanto:

$$\text{Resistencia de Diseño} = \phi \times \text{Resistencia Nominal} \geq \text{Resistencia Requerida} = U \quad (\text{D.5.1-1})$$

D.5.1.5 — VALORES DE ϕ — Los coeficientes de reducción de resistencia deben ser los siguientes:

D.5.1.5.1 — Efectos gravitacionales y fuerzas horizontales perpendiculares al plano del muro — En el diseño de muros de mampostería estructural para efectos gravitacionales solos o acompañados por fuerzas horizontales perpendiculares al plano del muro, deben emplearse los siguientes coeficientes de reducción de resistencia:

- (a) Flexión y flexo-compresión $\phi = 0.80$
 (b) Cortante $\phi = 0.60$

D.5.1.5.2 — Fuerzas paralelas al plano del muro — En el diseño de muros de mampostería estructural para efectos causados por fuerzas horizontales paralelas al plano del muro, deben emplearse los siguientes coeficientes de reducción de resistencia:

- (a) Flexión $\phi = 0.85$
 (b) Compresión y flexo-compresión $\phi = 0.60$

Para muros con refuerzo simétrico en los cuales f_y no excede 420 MPa, el valor de ϕ puede incrementarse linealmente hasta $\phi = 0.85$ en la medida que ϕP_n disminuye desde $0.10f'_m A_e$ ó $0.25P_b$ hasta cero. Para muros con todas sus celdas inyectadas, P_b puede calcularse utilizando la ecuación (D.5.1-2).

$$P_b = 0.80f'_m b a_b \quad \text{y} \quad a_b = 0.85d \frac{\epsilon_{mu}}{\epsilon_{mu} + \frac{f_y}{E_s}} \quad (\text{D.5.1-2})$$

(c) Cortante..... $\phi = 0.60$

Este valor puede subirse a $\phi = 0.85$ en muros donde la resistencia nominal a cortante excede el cortante correspondiente al desarrollo de su resistencia nominal a flexión para la combinación de fuerzas mayoradas.

D.5.1.5.3 — Valores de ϕ para esfuerzos de aplastamiento — El valor de ϕ para esfuerzos de aplastamiento debe ser $\phi = 0.60$

D.5.1.6 — SUPOSICIONES DE DISEÑO — El diseño de mampostería estructural por el método del estado límite de resistencia se basa en las siguientes suposiciones:

D.5.1.6.1 — Resistencia a la tracción de la mampostería — La mampostería no resiste esfuerzos de tracción.

D.5.1.6.2 — Compatibilidad de deformaciones — El refuerzo está totalmente rodeado y adherido a los materiales de la mampostería de una manera tal, que trabajan como un material homogéneo.

D.5.1.6.3 — Secciones planas permanecen planas — Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en la mampostería deben suponerse proporcionales a la distancia al eje neutro de la sección. La resistencia nominal de las secciones de muros de mampostería para las condiciones de flexo-compresión se debe obtener de la aplicación de los principios de equilibrio y compatibilidad de deformaciones.

D.5.1.6.4 — Relación esfuerzo deformación para el acero de refuerzo — Los esfuerzos en el acero, para valores menores que el esfuerzo de fluencia, f_y , deben considerarse linealmente proporcionales a la deformación unitaria multiplicada por E_s . Para valores superiores de deformación unitaria correspondiente al esfuerzo de fluencia, $\epsilon_y = f_y/E_s$, el esfuerzo en el acero se debe considerar independiente de la deformación e igual a f_y .

D.5.1.6.5 — Deformación unitaria máxima en la mampostería — La máxima deformación unitaria en la fibra extrema en compresión de la mampostería, ϵ_{mu} , debe tomarse como 0.003.

D.5.1.6.6 — Relación esfuerzo-deformación para la mampostería — En el diseño por el método de resistencia puede considerarse una distribución rectangular de esfuerzos de compresión en la mampostería definida de la siguiente forma:

- (a) Se puede suponer un esfuerzo uniforme de compresión en la mampostería con intensidad de $0.80f'_m$ sobre una zona equivalente limitada por los bordes de la sección efectiva y una línea recta paralela al eje neutro de la sección.
- (b) La dimensión de la zona equivalente de compresión, a , medida en dirección perpendicular al eje neutro a partir de la fibra de máxima compresión, debe ser el 85% de la dimensión comprimida, c , de la sección en esa dirección ($a = 0.85c$).

D.5.2 — MÓDULOS DE ELASTICIDAD Y DE CORTANTE

D.5.2.1 — MÓDULO DE ELASTICIDAD — Para los módulos de elasticidad se deben tomar los siguientes valores:

D.5.2.1.1 — Acero de refuerzo — El valor para el módulo de elasticidad del acero de refuerzo debe tomarse como:

$$E_s = 200\,000 \text{ MPa} \quad (\text{D.5.2-1})$$

D.5.2.1.2 — Mampostería — El valor para el módulo de elasticidad de la mampostería se debe establecer por medio de ensayos de laboratorio de muretes fabricados y ensayados como se indica en D.3.7.2, calculando en la curva esfuerzo-deformación obtenida en el ensayo la pendiente de la secante desde $0.05f'_m$ hasta $0.33f'_m$. Los registros históricos del módulo de elasticidad determinado experimentalmente para proyectos en construcción, pueden utilizarse en diseños posteriores de obras con materiales similares. En ausencia de los valores experimentales, pueden emplearse los siguientes:

Para mampostería en concreto

$$E_m = 900f'_m \leq 20\,000 \text{ MPa} \quad (\text{D.5.2-2})$$

Para mampostería en arcilla

$$E_m = 750f'_m \leq 20\,000 \text{ MPa} \quad (\text{D.5.2-3})$$

D.5.2.1.3 — Mortero de relleno — El valor para el módulo de elasticidad del mortero de relleno se debe establecer por medio de ensayos de laboratorio de cilindros fabricados y ensayados como se indica en C.8.5. En ausencia de valores experimentales, puede emplearse el siguiente:

$$E_r = 2500\sqrt{f'_{cr}} \leq 20\,000 \text{ MPa} \quad (\text{D.5.2-4})$$

D.5.2.2 — MÓDULO DE CORTANTE — Para los módulos de cortante se deben tomar los siguientes valores:

Mampostería

$$G_m = 0.4E_m \quad (\text{D.5.2-5})$$

Mortero de relleno

$$G_r = 0.5E_r \quad (\text{D.5.2-6})$$

D.5.3 — CARGAS

D.5.3.1 — SOLICITACIONES A EMPLEAR — Las estructuras de mampostería deben diseñarse para los efectos de las cargas combinadas especificadas en el Título B de este Reglamento. Así mismo en la evaluación de los esfuerzos de diseño, se deben tener en cuenta los efectos de las cargas sobre los desplazamientos.

D.5.3.1.1 — Combinación de las solicitaciones — Las diferentes solicitaciones que deben ser tenidas en cuenta, se combinan para obtener las fuerzas internas de diseño de la estructura, de acuerdo con los requisitos de B.2.4 por el método del estado límite de resistencia. En cada una de las combinaciones de carga requeridas, las solicitaciones se multiplican por el coeficiente de carga prescrito para esa combinación en B.2.4. En los efectos causados por el sismo se tiene en cuenta la capacidad de disipación de energía del sistema estructural, lo cual se logra empleando unos efectos sísmicos reducidos de diseño, E , obtenidos dividiendo las fuerzas sísmicas F_s , determinadas de acuerdo con los requisitos del Título A del Reglamento, por el coeficiente de capacidad de disipación de energía $R(E = F_s/R)$. El coeficiente de capacidad de disipación de energía, R , es función de:

- (a) El sistema de resistencia sísmica de acuerdo con la clasificación dada en el capítulo A.3,
- (b) El grado de irregularidad de la edificación,
- (c) La ausencia de redundancia según se especifica en A.3.3.8, y
- (d) Los requisitos de diseño y detallado de cada tipo de mampostería estructural, para el grado de capacidad de disipación de energía correspondiente (*DMI*, *DMO*, o *DES*), tal como se especifica en el presente Título y en el capítulo A.3.

D.5.3.1.2 — Otros efectos — Además de las combinaciones de cargas verticales y horizontales especificadas, se debe capacitar la estructura y sus partes para atender los efectos causados por contracción, expansión, flujo plástico, asentamientos previstos y condiciones ambientales de funcionamiento.

D.5.3.2 — DISTRIBUCIÓN DE FUERZA LATERAL — Las fuerzas laterales deben distribuirse al sistema estructural de acuerdo con la rigidez de los elementos y del diafragma de acuerdo con lo prescrito en el Título A del Reglamento.

D.5.3.2.1 — Efecto de las aletas de la sección — Puede considerarse el incremento en la rigidez de los elementos por el efecto de aleta en muros que se intersectan monolíticamente. El ancho efectivo de aleta a cada lado (tipo T, I) no debe exceder 6 veces el espesor del muro intersectado. El ancho efectivo de aleta a un solo lado (tipo L, Z, C), no debe exceder 6 veces el espesor del muro intersectado. La aleta no se deben considerar en la resistencia a cortante.

D.5.3.2.2 — Efectos torsionales — Las cargas laterales distribuidas deben tener en cuenta los efectos torsionales horizontales de asimetría en las cargas, las masas o la estructura, tal como lo establece el Título A del Reglamento.

D.5.3.3 — CARGAS CONCENTRADAS — Los siguientes aspectos referentes a cargas concentradas deben tenerse en cuenta en el análisis y diseño.

- (a) Para el cálculo de los esfuerzos de aplastamiento, en aparejo trabado se debe tomar un área cuya profundidad es el espesor neto del elemento de apoyo y cuya longitud no puede ser mayor que el ancho de la pieza soportada más cuatro veces el espesor del apoyo, sin ser mayor que la distancia entre centros de las cargas concentradas. Para mampostería con aparejo de petaca, la longitud del área de cálculo se debe tomar como el tamaño de la unidad de mampostería en esa dirección.
- (b) Los esfuerzos de aplastamiento bajo cargas concentradas mayoradas, evaluadas sobre el área especificada en el literal anterior, no deben exceder $\phi 0.85f'_m$.
- (c) Se considera que las cargas concentradas se distribuyen a un ángulo de 45° con la vertical en muros con aparejo trabado y de 30° en muros con aparejo de petaca.

D.5.3.4 — CARGA EXCÉNTRICA — Los esfuerzos que producen las cargas con excentricidad paralela o normal al plano del elemento estructural, deben considerarse en el diseño teniendo en cuenta su posición relativa al centro de rigidez de la sección neta. Todo esfuerzo que se produzca debe estar dentro de los límites establecidos en cada caso.

D.5.3.4.1 — Apoyos provisionales — En la evaluación de los esfuerzos por cargas excéntricas, se debe tener en cuenta la condición transitoria de su acción y los efectos permanentes. Cuando los efectos por la acción transitoria se mitiguen por medio de apoyos provisionales, estos apoyos se deben especificar claramente en los planos de construcción.

D.5.4 — CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES EFECTIVAS

D.5.4.1 — ÁREA EFECTIVA (A_e) — El área efectiva a utilizar para el cálculo de los esfuerzos axiales debe ser la suma del área mínima de contacto entre el mortero de pega y la unidad de mampostería y el área inyectada. Cuando la junta de mortero sea ranurada el área efectiva debe reducirse proporcionalmente. En la mampostería confinada incluye el área de los elementos de confinamiento.

D.5.4.2 — ESPESOR EFECTIVO PARA EVALUAR EL EFECTO DE PANDEO (t) — El espesor efectivo t a utilizar para el cálculo del coeficiente de reducción por pandeo, se debe tomar de la siguiente forma:

- (a) Para muros sin machones o columnas de arriostamiento, el espesor efectivo es su espesor real.
- (b) Para muros arriostados a distancias regulares por machones integrados monolíticamente al muro, el

- espesor efectivo es el producto del espesor real del muro por el coeficiente de la tabla D.5.4-1
- (c) Los muros de cavidad reforzada se deben asimilar para el efecto, a un solo muro con un espesor real medido entre los bordes externos del conjunto.
- (d) En elementos de sección rectangular se debe considerar como espesor efectivo la dimensión de la sección en la dirección considerada. Para secciones no rectangulares se debe considerar como espesor efectivo en cada dirección el espesor de una sección rectangular de igual ancho e inercia equivalente.

Tabla D.5.4-1
Coeficientes para muros arriostrados por machones (*)

Espaciamiento machón Espesor machón	Espesor machón Espesor muro		
	1.0	2.0	3.0
6 ó menos	1.0	1.4	2.0
8	1.0	1.3	1.7
10	1.0	1.2	1.4
15	1.0	1.1	1.2
20 ó más	1.0	1.0	1.0

(*) Interpolar linealmente para valores intermedios.

D.5.4.3 — ALTURA EFECTIVA PARA EVALUAR EL EFECTO DE PANDEO (h') — La altura efectiva h' de un elemento para el cálculo del coeficiente de reducción por pandeo se debe tomar de la siguiente forma:

- (a) En elementos soportados lateralmente arriba y abajo en la dirección considerada, como la distancia libre entre apoyos.
- (b) En elementos no soportados en un extremo en la dirección considerada, como el doble de la dimensión medida desde el apoyo.
- (c) Cuando se justifique apropiadamente, se puede utilizar como altura efectiva una dimensión menor a la distancia libre entre apoyos.

D.5.4.3.1 — La relación entre altura efectiva y espesor efectivo no puede ser superior a 25 en muros estructurales.

D.5.4.4 — ANCHO EFECTIVO (b) — El ancho efectivo para ser empleado en los cálculos de la resistencia a flexión y flexo-compresión de muros de mampostería construidos con unidades de perforación vertical, debe tomarse de la siguiente manera:

D.5.4.4.1 — Ancho efectivo b para flexión perpendicular al plano del muro — Cuando la dirección de las fuerzas horizontales es perpendicular al plano del muro, e inducen flexión o flexo-compresión con respecto a un eje paralelo al muro, el ancho efectivo b que se debe tomar para efectos de diseñar la sección es, para aparejo trabado, la mayor entre 6 veces el ancho nominal del muro y la distancia centro a centro entre refuerzos verticales; y para aparejo en petaca, la mayor entre 3 veces el ancho nominal del muro y la distancia centro a centro entre refuerzos verticales. En la mampostería con todas sus celdas inyectadas, la sección se considera sólida y no hay necesidad de aplicar las reducciones indicadas anteriormente.

D.5.4.4.2 — Ancho efectivo b para flexión paralela al plano del muro — Cuando la dirección de las fuerzas horizontales es paralela al plano del muro, e inducen flexión o flexo-compresión con respecto a un eje perpendicular al plano del muro, el ancho efectivo b que se debe tomar para efectos de diseñar la sección es igual al ancho sólido promedio del muro. El ancho efectivo b , corresponde al área efectiva dividida por la longitud horizontal del muro $b = A_e / \ell_w$.

D.5.4.5 — ÁREA EFECTIVA PARA DETERMINAR ESFUERZOS CORTANTES (A_{mv}) — El área efectiva para calcular esfuerzos cortantes en muros de mampostería construidos con unidades de perforación vertical, debe tomarse de la siguiente manera:

D.5.4.5.1 — Área efectiva A_{mv} para cortante en la dirección perpendicular al plano del muro — Cuando

la dirección de la fuerza horizontal es perpendicular al plano del muro, e induce esfuerzos cortantes en esa dirección, el área efectiva para cortante es igual a A_e ($A_{mv} = A_e$), excepto cuando se emplea mortero de pega sólo en las paredes laterales de la unidad de perforación vertical, véase D.4.5.10.1(b), caso en el cual A_{mv} corresponde a la suma de las porciones del muro inyectadas con mortero de relleno, incluyendo las paredes de las unidades de mampostería que las circundan y que tienen mortero de pega.

D.5.4.5.2 — Área efectiva A_{mv} para cortante en la dirección paralela al plano del muro — Cuando la dirección de las fuerzas horizontales es paralela al plano del muro, e induce esfuerzos cortantes en esa dirección, sólo el alma de la sección resiste esfuerzos cortantes y A_{mv} es el área neta del alma de la sección. Generalmente $A_{mv} = b\ell_w$, siendo b el ancho efectivo del alma. No obstante, cuando hay concentraciones de celdas inyectadas con mortero de relleno en los extremos del muro, el ancho efectivo para este propósito debe calcularse en la zona central del alma.

D.5.4.6 — DISTANCIA ENTRE APOYOS EN VIGAS Y DINTELES — Para vigas y dinteles la distancia máxima entre apoyos que les den soporte lateral debe ser de 32 veces el ancho efectivo.

D.5.4.7 — RIGIDEZ MÍNIMA A FLEXIÓN EN VIGAS Y DINTELES — La rigidez mínima a flexión de un elemento debe ser tal que no se produzcan flechas elásticas mayores a $\ell/500$ bajo la totalidad de las cargas verticales de diseño sin mayorar.

D.5.4.8 — VIGAS DE SECCIÓN ALTA — Las vigas que tengan relaciones de longitud/altura menores de 1.25 en luces simples y menores de 2.5 en luces continuas, se deben diseñar teniendo en cuenta relaciones no lineales en la distribución de esfuerzos en la sección.

D.5.5 — RESISTENCIA PARA CARGA AXIAL DE COMPRESIÓN

D.5.5.1 — MÁXIMA RESISTENCIA AXIAL TEÓRICA — La máxima resistencia axial teórica del muro sometido a carga axial sin excentricidad, P_o , se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$P_o = 0.80f'_m (A_e - A_{st}) + A_{st}f_y \leq f'_m A_e \quad (\text{D.5.5-1})$$

D.5.5.2 — REDUCCIÓN DE RESISTENCIA AXIAL POR ESBELTEZ — El efecto de la esbeltez del muro en la resistencia nominal para carga axial se obtiene por medio del parámetro R_e :

$$R_e = 1 - \left[\frac{h'}{42t} \right]^2 \quad \text{para } h'/t \leq 30 \quad (\text{D.5.5-2})$$

$$R_e = \left[\frac{21t}{h'} \right]^2 \quad \text{para } h'/t > 30$$

D.5.5.3 — RESISTENCIA NOMINAL PARA CARGA AXIAL — La resistencia nominal para carga axial de compresión P_n , sin excentricidad y teniendo en cuenta los efectos de esbeltez, no puede ser mayor que el valor dado a continuación:

$$P_n = 0.80P_o R_e \quad (\text{D.5.5-3})$$

D.5.5.4 — MÁXIMA RESISTENCIA DE DISEÑO PARA CARGA AXIAL — La máxima resistencia de diseño para carga axial de compresión P_u , sin excentricidad y teniendo en cuenta los efectos de esbeltez, está dada por la siguiente expresión

$$P_u \leq \phi P_n = \phi 0.80P_o R_e \quad (\text{D.5.5-4})$$

D.5.6 — RESISTENCIA A FLEXIÓN SIN CARGA AXIAL

D.5.6.1 — GENERAL — Cuando la sección del muro esta sometida a momento flector sin la presencia de carga axial, se debe cumplir la siguiente condición:

$$M_u \leq \phi M_n \quad (\text{D.5.6-1})$$

D.5.6.2 — SECCIONES SOLO CON REFUERZO A TRACCIÓN — Cuando la sección del muro esta simplemente reforzada, y su cuantía es menor del 75% de la cuantía para condiciones balanceadas, la resistencia nominal a flexión M_n , se puede obtener por medio de la ecuación (D.5.6-2).

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (\text{D.5.6-2})$$

y

$$a = \frac{A_s f_y}{0.80 f'_m b} \quad (\text{D.5.6-3})$$

D.5.6.3 — SECCIONES CON REFUERZO A COMPRESIÓN — Cuando la sección del muro tiene refuerzo que trabaja a compresión, y se puede probar que el refuerzo a compresión está en fluencia, la resistencia nominal a flexión M_n , se puede obtener por medio de la ecuación D.5.6-4.

$$M_n = A_{s1} f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) + A_{s2} f_y (d - d') \quad (\text{D.5.6-4})$$

D.5.7 — DISEÑO DE MUROS EN LA DIRECCIÓN PERPENDICULAR A SU PLANO

D.5.7.1 — GENERAL — Los requisitos de esta sección se emplean para el diseño por el método del estado límite de resistencia, de muros de mampostería estructural de unidades de perforación vertical y de cavidad reforzada para el efecto de las cargas horizontales perpendiculares al plano del muro, además de las fuerzas verticales que actúan sobre el muro.

D.5.7.2 — RESISTENCIA A FLEXIÓN PARA MUROS CON CARGA AXIAL MENOR QUE $0.10 f'_m A_e$ — Cuando la carga axial que actúa sobre el muro P_u en la sección bajo estudio es menor que $0.10 f'_m A_e$, el momento de diseño solicitado, M_u , debe cumplir la condición dada por la ecuación D.5.7-1:

$$M_u \leq \phi R_e M_n \quad (\text{D.5.7-1})$$

donde R_e está dado por la ecuación D.5.5-2, y M_n se obtiene por medio de:

$$M_n = A_{se} f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (\text{D.5.7-2})$$

$$A_{se} = \frac{A_s f_y + P_u}{f_y} \quad (\text{D.5.7-3})$$

y

$$a = \frac{A_s f_y + P_u}{0.80 f'_m b} \quad (\text{D.5.7-4})$$

y la cuantía de refuerzo a flexión, $\rho = A_s / (bd)$ no debe exceder $0.5\rho_b$.

D.5.7.3 — RESISTENCIA A FLEXIÓN PARA MUROS CON CARGA AXIAL MAYOR QUE $0.10f'_m A_e$ — Cuando la carga axial que actúa sobre el muro P_u en la sección bajo estudio es mayor que $0.10f'_m A_e$, la relación de esbeltez del muro h'/t no debe ser mayor que 30, y el momento de diseño solicitado, M_u , que acompaña la carga axial P_u , debe cumplir la condición dada por la ecuación D.5.7-5:

$$M_u \leq \phi R_e M_n \quad (\text{D.5.7-5})$$

donde R_e está dado por la ecuación D.5.5-2, y M_n se obtiene teniendo en cuenta la interacción entre momento y carga axial, de acuerdo con los principios enunciados en D.5.1.6 y empleando el coeficiente de reducción de resistencia, ϕ , apropiado de los datos en D.5.1.5.1.

D.5.7.4 — RESISTENCIA A CORTANTE EN LA DIRECCIÓN PERPENDICULAR AL PLANO DEL MURO — Se debe cumplir la siguiente condición con respecto a la fuerza cortante que actúa en la dirección perpendicular al plano del muro:

$$V_u \leq \phi V_n \quad (\text{D.5.7-6})$$

donde:

$$V_n = \frac{1}{6} A_{mv} \sqrt{f'_m} \quad (\text{D.5.7-7})$$

donde A_{mv} está definido en D.5.4.5.1 y el valor del coeficiente de reducción de resistencia, ϕ , está dado en D.5.1.5.1.

D.5.8 — DISEÑO DE MUROS EN LA DIRECCIÓN PARALELA A SU PLANO

D.5.8.1 — GENERAL — Los requisitos de esta sección se emplean para el diseño por el método del estado límite de resistencia, de muros de mampostería estructural de unidades de perforación vertical y de cavidad reforzada para el efecto de las cargas horizontales paralelas al plano del muro, además de las fuerzas verticales que actúan sobre el muro.

D.5.8.2 — RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXIÓN — Cuando el modo de falla dominante del muro es la flexión, la resistencia nominal a flexión del muro M_n , debe cumplir la siguiente relación:

$$M_n \geq \alpha M_{cr} \quad (\text{D.5.8-1})$$

donde $\alpha = 1.8$ para mampostería con todas sus celdas inyectadas con mortero de relleno, $\alpha = 3.0$ para mampostería donde solo están inyectadas las celdas que contienen refuerzo y $\alpha = 3.0$ para mampostería de cavidad reforzada. M_{cr} es el momento de agrietamiento, el cual se obtiene por medio de la ecuación D.5.8-2.

$$M_{cr} = \frac{b \ell_w^2}{6} f_r \quad (\text{D.5.8-2})$$

El módulo de ruptura de la mampostería, f_r , se obtiene de la tabla D.5.8-1:

Tabla D.5.8-1
Módulo de ruptura, f_r (MPa)

Dirección de los esfuerzos de tracción por flexión y tipo de mampostería.	Morteros de cemento portland y cal		Morteros de cemento para mampostería	
	H, M, ó S	N	H, M, ó S	N
Perpendicular a las juntas horizontales				
- Unidades Macizas	0.69	0.52	0.41	0.26
- Unidades de perforación vertical ⁽¹⁾				
- Sin rellenar	0.43	0.33	0.26	0.16
- Rellenas con morteros de inyección	1.12	1.09	1.06	1.00
Perpendicular a la junta vertical				
- Unidades Macizas	1.38	1.03	0.83	0.52
- Unidades de perforación vertical				
- Sin rellenar	0.86	0.66	0.52	0.33
- Rellenas y parcialmente rellenas con morteros de inyección	1.38	1.03	0.83	0.52

⁽¹⁾Para mampostería parcialmente inyectada, el módulo de ruptura deberá ser determinado por interpolación lineal de los valores dados para las unidades de perforación vertical sin rellenar y las rellenas con mortero de relleno basada en la cantidad (porcentaje) relleno con mortero de relleno.

D.5.8.3 — RESISTENCIA A LA FLEJO-COMPRESIÓN — El momento de diseño solicitado, M_u , que acompaña la carga axial P_u , debe cumplir la condición dada por la ecuación D.5.8-2, para el nivel de carga P_u :

$$M_u \leq \phi M_n \quad (\text{D.5.8-3})$$

M_n se obtiene teniendo en cuenta la interacción entre momento y carga axial, de acuerdo con los principios enunciados en D.5.1.6, los cuales permiten calcular un diagrama de interacción del muro, empleando el coeficiente de reducción de resistencia, ϕ , apropiado de los datos en D.5.1.5.2, el cual, a su vez, depende del nivel de carga axial.

D.5.8.4 — RESISTENCIA A CORTANTE EN LA DIRECCIÓN PARALELA AL PLANO DEL MURO — Se debe cumplir la siguiente condición con respecto a la fuerza cortante que actúa en la dirección paralela al plano del muro:

$$V_u \leq \phi V_n \quad (\text{D.5.8-4})$$

y

$$V_n = V_m + V_s \quad (\text{D.5.8-5})$$

Si $V_u \geq \phi V_m$, el refuerzo debe tomar todo el esfuerzo cortante, y entonces:

En las ecuaciones anteriores, V_m se calcula de acuerdo con lo indicado en D.5.8.4.2 y V_s de acuerdo con D.5.8.4.3. Además, el cortante nominal total, V_n dado por la ecuación D.5.8-5 no puede exceder en ninguna sección horizontal del muro el valor dado en D.5.8.4.4.

D.5.8.4.1 — Verificación de articulación plástica — Si el cortante nominal del muro, V_n , excede el cortante que se produce con la resistencia nominal a flexión del muro, M_n , existe la posibilidad de que se desarrolle una articulación plástica en la base del muro y deben adoptarse precauciones especiales dentro de una región que va desde la base del muro hasta una altura igual a ℓ_w . Todas las secciones dentro de esta región deben tener una resistencia nominal al cortante igual a:

$$V_n = V_s \quad (\text{D.5.8-6})$$

La resistencia al corte requerida, V_u , para esta región puede determinarse con base en el momento resistente M_u en una sección localizada a una altura igual a $\ell_w/2$, pero no más de medio piso, por encima de la base del muro. La separación, s , del refuerzo horizontal de cortante dentro de esta región comprendida entre la base y una altura igual a ℓ_w , no puede exceder tres veces el ancho nominal del muro, t , ni 600 mm. En el resto del muro hacia arriba, la resistencia nominal al cortante puede determinarse por medio de la ecuación D.5.8-5.

D.5.8.4.2 — Valor de V_m — El cortante nominal resistido por la mampostería, V_m , se calcula utilizando las expresiones dadas en la tabla D.5.8-2, donde M_u es el momento que ocurre simultáneamente con V_u en la sección bajo consideración, y d puede tomarse como $0.8\ell_w$ en ausencia de un análisis de compatibilidad de deformaciones. A_{mv} está definida en D.5.4.5.2. El cociente $M_u/(V_u d)$ debe tomarse siempre como positivo y no hay necesidad que sea mayor que la unidad.

Tabla D.5.8-2
Valor del cortante nominal resistido por la mampostería, V_m

$\frac{M_u}{V_u d}$	V_m
$\frac{M_u}{V_u d} \leq 0.25$	$V_m = 0.30A_{mv}\sqrt{f'_m} + 0.25P_u$
$0.25 < \frac{M_u}{V_u d} < 1.00$	$V_m = \left[0.33 - 0.13 \left(\frac{M_u}{V_u d} \right) \right] A_{mv}\sqrt{f'_m} + 0.25P_u$
$\frac{M_u}{V_u d} \geq 1.00$	$V_m = 0.20A_{mv}\sqrt{f'_m} + 0.25P_u$

D.5.8.4.3 — Valor de V_s — El cortante nominal resistido por el refuerzo horizontal de cortante, V_s , se calcula utilizando la ecuación D.5.8-7:

$$V_s = \rho_n f_y A_{mv} \tag{D.5.8-7}$$

donde f_y es la resistencia a la fluencia del refuerzo de cortante, y ρ_n es la cuantía del refuerzo que contribuye a resistir la fuerza cortante, calculada de acuerdo con la ecuación D.5.8-8:

$$\rho_n = \frac{A_v}{sb} \eta \tag{D.5.8-8}$$

η = Factor de eficiencia del refuerzo horizontal.

A_v es el área de refuerzo horizontal que resiste cortante, espaciado una separación s medida verticalmente.

Cuando A_v es colocado dentro de elementos horizontales embebidos dentro del muro,

como se describe en D.4.5.11.2 $\eta = 0.70$

Cuando A_v , es el refuerzo horizontal de junta descrito en D.4.5.11.1 $\eta = 0.35$

D.5.8.4.4 – Valores máximos de V_n – El cortante nominal, V_n , no puede exceder los valores dados en la tabla D.5.8-3, donde M_u es el momento que ocurre simultáneamente con V_u en la sección bajo consideración, y d puede tomarse como $0.8\ell_w$ en ausencia de un análisis de compatibilidad de deformaciones. El cociente $M_u/(V_u d)$ debe tomarse siempre como positivo y no hay necesidad que sea mayor que la unidad.

Tabla D.5.8-3
Valores máximos para el cortante nominal V_n

$\frac{M_u}{V_u d}$	máximo valor permitido para V_n
$\frac{M_u}{V_u d} \leq 0.25$	$0.50 A_{mv} \sqrt{f'_m}$
$0.25 < \frac{M_u}{V_u d} < 1.00$	$\left[0.56 - 0.23 \left(\frac{M_u}{V_u d} \right) \right] A_{mv} \sqrt{f'_m}$
$\frac{M_u}{V_u d} \geq 1.00$	$0.33 A_{mv} \sqrt{f'_m}$

D.5.8.5 — ELEMENTOS DE BORDE — Se deben utilizar elementos de borde en los muros de mampostería de unidades de perforación vertical y de mampostería de cavidad reforzada, cuando el modo de falla del muro sea en flexión y el esfuerzo de compresión de la fibra extrema en condiciones de cargas mayoradas exceda $0.20f'_m$ para mampostería de cavidad reforzada como se define en D.2.1.1 y para mampostería reforzada como se define en D.2.1.2, y cuando exceda $0.30f'_m$ para mampostería parcialmente reforzada como se define en D.2.1.3. Deben cumplirse además los siguientes requisitos:

- Los elementos de borde se pueden suspender a partir de la sección en la que el esfuerzo de compresión sea inferior a $0.15f'_m$, pero no deben suspenderse antes de llegar a una altura igual a ℓ_w , medida desde la base del muro.
- Los esfuerzos se calculan para las fuerzas mayoradas, utilizando un modelo linealmente elástico y considerando la sección como no fisurada.
- Los elementos de borde deben tener estribos de confinamiento de diámetro N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm), separados verticalmente a 200 mm, o su equivalente, dentro del espacio inyectado con mortero de relleno. Las celdas deben tener como mínimo 100 mm x 100 mm.
- En muros de cavidad reforzada, los elementos de borde deben cumplir con lo especificado para muros de concreto en C.21.9.6.

CAPÍTULO D.6 MAMPOSTERÍA DE CAVIDAD REFORZADA

D.6.1 — REQUISITOS GENERALES

D.6.1.1 — GENERAL — Además de lo especificado en este Capítulo, las estructuras en mampostería de cavidad reforzada deben cumplir los Capítulos D.1, D.2 y D.3.

D.6.1.2 — DEFINICIÓN — Se clasifican como muros de cavidad reforzada aquellos que se construyen con dos paredes laterales de mampostería que dejan una cavidad interior continua, reforzada como se indica en el presente Capítulo, que se inyecta posteriormente en su totalidad con mortero o concreto fluido.

D.6.1.2.1 — Unidades de mampostería — Las unidades de mampostería utilizadas en la construcción de las paredes laterales pueden ser de concreto, arcilla cocida o sílico-calcáreas, macizas, de perforación vertical u horizontal, y deben cumplir las normas establecidas para las unidades de mampostería en D.3.6.

D.6.1.2.2 — Mortero de pega — Los morteros para pega de las paredes laterales deben cumplir lo establecido en D.3.4 de estas normas.

D.6.1.2.3 — Mortero de relleno — Los morteros de relleno para las celdas verticales de las paredes deben cumplir lo establecido en D.3.5. Igualmente se deben cumplir dichas especificaciones en el mortero de relleno que se utilice en la cavidad continua, el cual debe corresponder al tipo de mortero de relleno grueso, clasificado en la tabla D.3.5-1. Alternativamente, la cavidad continua se puede inyectar con concreto fluido cuyo tamaño máximo del agregado grueso no exceda la quinta parte del espesor de la cavidad y cuya fluidez y consistencia puedan garantizar su colocación sin que se presente segregación.

D.6.1.3 — ESPESOR MÍNIMO — Los muros en mampostería de cavidad reforzada deben tener un espesor real total no menor de 190 mm, los cuales corresponden a 70 mm de espesor real mínimo (80 mm de espesor nominal) en cada pared lateral y a 50 mm de espesor mínimo de la cavidad.

D.6.1.4 — CONECTORES — Las paredes laterales deben estar conectadas horizontalmente con alambres de diámetro no inferior a 4 mm, espaciados verticalmente máximo a 600 mm y horizontalmente máximo a 800 mm. Se pueden utilizar conectores en cercha, en escalera, en zeta o estribos rectangulares con abertura de 100 a 150 mm.

D.6.1.4.1 — Propósito — El propósito de los conectores es el de garantizar la acción compuesta conjunta de los dos muros laterales y de la cavidad. Bajo ciertas circunstancias estos conectores pueden ser insuficientes para atender los efectos de la presión hidrostática del material de inyección sobre las paredes laterales, por lo tanto deben tenerse en cuenta los requisitos establecido en D.6.5.4.

D.6.1.4.2 — Conectores en Z — Los conectores en zeta sólo pueden utilizarse cuando las paredes laterales se construyan con unidades sólidas o de perforación horizontal. En estos conectores la longitud de la pata debe ser de 50 mm ó más, la cual debe quedar totalmente embebida en el mortero de pega. Cuando se utilicen conectores en zeta las distancias entre ellos no pueden exceder 400 mm verticales ni 600 mm horizontales.

D.6.1.5 — VENTANAS DE LIMPIEZA — Se deben dejar ventanas de limpieza en cada pared con dimensiones no menores de 75 mm por 75 mm espaciadas máximo a 1 m de un extremo al otro de muro y alternadas en las paredes.

D.6.1.6 — RESISTENCIA MÍNIMA — El mortero de relleno ó el concreto fluido deben tener una resistencia mínima a la compresión de 12.5 MPa medida a los 28 días. La resistencia a la compresión de la mampostería de las paredes, f'_m , no puede ser inferior a 6.25 MPa ni al 50% de la resistencia a la compresión especificada para el material de inyección de la cavidad, ni mayor que dos veces la resistencia especificada para el material de inyección.

D.6.2 — USOS DE LA MAMPOSTERÍA DE CAVIDAD REFORZADA

D.6.2.1 — Las limitaciones de uso y los requisitos especiales sísmicos del sistema de mampostería de cavidad reforzada, utilizado individualmente ó como parte de un sistema combinado, se rigen por el Capítulo A.3. La

mampostería de cavidad reforzada se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas estructurales de resistencia sísmica con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico (*DES*).

D.6.3 — REQUISITOS DEL REFUERZO

D.6.3.1 — GENERAL — Los refuerzos utilizados en la mampostería de cavidad reforzada deben cumplir las especificaciones establecidas en el Capítulo D.2. El uso, las características, el manejo y la colocación del refuerzo debe tener en cuenta las demás disposiciones establecidas en este Título.

D.6.3.2 — REFUERZO MÍNIMO — La cantidad de refuerzo dispuesta en los muros de cavidad reforzada no puede ser inferior a los siguientes valores:

- (a) En la cavidad se debe colocar un refuerzo continuo tanto horizontal como vertical, que cumpla con las siguientes cuantías evaluadas sobre el área bruta de la cavidad:

Refuerzo vertical mínimo..... 0.0015

Refuerzo horizontal mínimo 0.0020

- (b) Sumando el refuerzo de la cavidad y el refuerzo de las paredes laterales, la cantidad de refuerzo dispuesto en cualquier dirección no puede ser inferior a 0.0007 respecto al área bruta de la sección transversal completa. La suma de las cuantías vertical y horizontal no puede ser inferior a 0.0020 medida respecto al área bruta de la sección transversal completa.

D.6.3.2.1 — Separación del refuerzo — Dentro de la cavidad la separación del refuerzo utilizado no puede ser mayor de 400 mm ni menor de 50 mm. El refuerzo vertical debe tener posicionadores a distancias no mayores de 250 diámetros de la barra ó 3 m. El refuerzo horizontal debe soportarse en los conectores transversales.

D.6.3.3 — REFUERZO EN ABERTURAS — En cada extremo de un muro de cavidad reforzada deben colocarse como mínimo dos barras N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) dispuestas en toda la altura del muro y ancladas en los extremos. Mínimo deben colocarse horizontalmente, en toda la longitud del muro, dos barras N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) en el remate y en el arranque de todo muro de cavidad reforzada. Estas barras deben estar ancladas en los extremos. A cada lado de las aberturas de puertas o ventanas, deben colocarse mínimo dos barras N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) tanto horizontal como verticalmente, cuya longitud debe ser tal, que cada extremo de las barras sobrepase el borde de la abertura una distancia no menor que la longitud de desarrollo ni 500 mm.

D.6.3.4 — REFUERZO EN COMPRESIÓN — Cuando el refuerzo vertical de la cavidad no contribuya a resistir los esfuerzos de compresión, su diámetro mínimo es N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm). Cuando el refuerzo vertical de la cavidad contribuya a los esfuerzos de compresión, su diámetro mínimo es N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm). Este refuerzo que trabaja a compresión debe soportarse lateralmente mediante estribos de diámetro no inferior a N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), con un espaciamiento máximo de 200 mm ó 16 diámetros de barra vertical.

D.6.3.5 — DIÁMETRO MÍNIMO — El diámetro de las barras de la cavidad no puede ser mayor que la cuarta parte de su espesor.

D.6.3.6 — CAPAS DE REFUERZO — El refuerzo debe disponerse en una sola capa para espesores de la cavidad hasta de 150 mm. Para espesores mayores se deben disponer dos capas de refuerzo, las cuales individualmente no pueden contener más del 66% del refuerzo total de la cavidad.

D.6.4 — REQUISITOS DE DISEÑO

D.6.4.1 — GENERAL — Los muros de cavidad reforzada se deben diseñar siguiendo los requisitos del Capítulo D.5 y del Apéndice D-1, teniendo en cuenta las propiedades mecánicas de los materiales especificados y las características dimensionales de la sección compuesta, y siguiendo los procedimientos apropiados para el estudio de la distribución de esfuerzos en elementos de varios materiales. Adicionalmente deben tenerse en cuenta para el diseño los requisitos de esta sección.

D.6.4.2 — ANÁLISIS — El análisis estructural de los muros de mampostería de cavidad reforzada debe basarse en la sección transformada elástica de la sección neta compuesta. Los esfuerzos evaluados en cualquier porción de la mampostería compuesta, deberán estar dentro de los límites establecidos para el material de esa porción. Los esfuerzos admisibles para el material de inyección se deben determinar con las mismas fórmulas utilizadas para la mampostería reemplazando el valor de f'_m por f'_{cr} cuando el diseño se haga por el método de los esfuerzos de trabajo admisibles.

D.6.4.3 — MÓDULO DE ELASTICIDAD — El módulo de elasticidad de cada pared componente de la mampostería de cavidad reforzada, se debe determinar de acuerdo con D.5.2. Cuando la relación entre los módulos sea superior a 2, o inferior a 0.5, los módulos de elasticidad deben determinarse mediante ensayos, tomando el valor secante entre $0.05f'_m$ y $0.33f'_m$ y entre $0.05f'_{cr}$ y $0.33f'_{cr}$ respectivamente.

D.6.4.4 — SECCIÓN TRANSFORMADA — Al transformar la sección se debe tomar uno de los materiales como base. La dimensión paralela al eje neutro de la sección, debe ser el producto de la relación modular por la dimensión original, sin alterar las dimensiones en la dirección ortogonal al eje neutro. Ni la altura efectiva, ni la longitud de los elementos se pueden modificar debido a la transformación de la sección. El espesor efectivo considerado debe ser el de la sección original.

D.6.4.5 — MONOLITISMO — La mampostería de cavidad reforzada se debe diseñar para que tenga un funcionamiento monolítico. Se deben estudiar y atender los esfuerzos internos derivados de cambios de volumen, y otros efectos reológicos si los hay.

D.6.4.5.1 — Esfuerzo cortante de contacto — El esfuerzo cortante en la superficie de contacto de la cavidad con las paredes de mampostería se debe limitar, en todos los casos, a 0.07 MPa.

D.6.5 — REQUISITOS ADICIONALES DE CONSTRUCCIÓN

Además de lo establecido en el Capítulo D.4, se deben tener en cuenta los siguientes requisitos adicionales para construcciones en mampostería de cavidad reforzada:

D.6.5.1 — PAREDES LATERALES — La construcción de las paredes laterales de mampostería tiene las tolerancias de alineamiento establecidas en este Título. Su ejecución debe ser simultánea, con desfase vertical entre las paredes máximo de 400 mm. La cavidad interior debe estar libre de rebabas, escombros y chorreaduras de mortero.

D.6.5.2 — REFUERZO HORIZONTAL EN LA CAVIDAD — El refuerzo horizontal de la cavidad se debe colocar en la medida que avanza la ejecución del muro, soportado por los conectores y fijado a éstos.

D.6.5.3 — INYECCIÓN DE LA CAVIDAD — La inyección de la cavidad debe hacerse mínimo a los 3 días de construidas las paredes, garantizando el arriostamiento contra la presión hidrostática del material de inyección.

D.6.5.3.1 — Altura de inyección — La inyección de la cavidad se puede llevar a cabo después de realizar limpieza del fondo y una vez se haya colocado y asegurado el refuerzo vertical. El proceso de inyección se debe realizar en el mismo día con alturas sucesivas de 1.2 m, dejando un tiempo entre 60 y 90 minutos entre capas. Al finalizar cada capa, pasados 5 minutos, se debe recompactar la mezcla.

D.6.5.3.2 — Longitud de la inyección — La longitud horizontal de inyección en una sola operación no debe exceder 8 metros. En caso necesario, se deben colocar barreras continuas verticales que impidan el flujo lateral del material de inyección, para garantizar el monolitismo del muro al finalizar la construcción.

D.6.5.4 — CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES — El control de calidad de los materiales se debe realizar de acuerdo con las normas de producción de los diferentes materiales y con las frecuencias indicadas en D.3.8.

Notas

CAPÍTULO D.7

MUROS DE MAMPOSTERÍA REFORZADA CONSTRUIDOS CON UNIDADES DE PERFORACIÓN VERTICAL

D.7.1 — GENERALIDADES

D.7.1.1 — Las edificaciones de muros de mampostería reforzada construidos con unidades de perforación vertical deben cumplir los requisitos de este Capítulo. Además deben cumplir lo establecido como requisitos generales en el Capítulo D.1, las normas y procedimientos del Capítulo D.2, las especificaciones para materiales del Capítulo D.3 y los requisitos de construcción del Capítulo D.4.

D.7.1.2 — Los muros de mampostería reforzada deben construirse utilizando unidades de perforación vertical que cumplan los requisitos de D.3.6.4.

D.7.1.3 — Los muros de este tipo de mampostería deben tener un espesor nominal mínimo de 120 mm. Sólo se admite el aparejo trabado y no se permite el uso de morteros tipo N.

D.7.1.4 — La resistencia a la compresión de la mampostería f'_m en este tipo de mampostería estructural, no puede tener una resistencia menor de 10 MPa, ni una resistencia mayor de 28 MPa.

D.7.2 — USOS DE LA MAMPOSTERÍA REFORZADA

D.7.2.1 — Las restricciones al uso de la mampostería reforzada se basan en lo establecido al respecto en el Capítulo A.3. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, de la siguiente manera:

D.7.2.1.1 — *Muros de mampostería reforzada con capacidad especial de disipación de energía (DES)*
— Cuando todas las celdas verticales, inclusive las que no llevan refuerzo, se inyectan con mortero de relleno, la mampostería reforzada construida con unidades de perforación vertical (bloque) se clasifica para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico (*DES*).

Cuando se cumplan los siguientes requisitos de refuerzo mínimo adicionales a los exigidos en D.7.3, la mampostería reforzada construida con unidades de perforación vertical se clasifica para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas de capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico (*DES*):

- (a) El espaciamiento horizontal entre refuerzos verticales deberá ser el menor de un tercio de la longitud del muro, un tercio de la altura del muro o de 120 mm.
- (b) El refuerzo horizontal requerido para resistir la fuerza cortante en la dirección paralela al plano del muro deberá ser espaciado uniformemente a una distancia vertical no mayor de un tercio de la longitud del muro, un tercio de la altura del muro o 120 mm y deberá estar embebido en mortero de relleno.
- (c) El área mínima del refuerzo vertical deberá ser mayor de un tercio del refuerzo requerido para cortante.

D.7.2.1.2 — *Muros de mampostería reforzada con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)*
— Cuando sólo se inyectan con mortero de relleno las celdas verticales que llevan refuerzo, la mampostería reforzada construida con unidades de perforación vertical (bloque) se clasifica para efectos de diseño sismo resistente como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (*DMO*).

D.7.3 — REFUERZO DE MUROS

D.7.3.1 — CUANTÍA MÍNIMA — Deben cumplirse las siguientes cuantías mínimas:

- (a) La cuantía del refuerzo evaluada sobre el área bruta de la sección del muro, en cada una de las direcciones, vertical y horizontal, no debe ser menor de 0.0007.
- (b) La suma de ambas cuantías, horizontal y vertical, no puede ser menor que 0.0020.
- (c) La cuantía de refuerzo vertical no puede ser menos de la mitad de la cuantía de refuerzo horizontal.
- (d) En la evaluación de las cuantías se puede tener en cuenta los refuerzos requeridos en D.7.3.2 y D.7.3.3, siempre y cuando sean continuos en el tramo del muro.
- (e) El refuerzo requerido por cortante colocado en los elementos embebidos descritos en D.4.5.11.2 se puede considerar dentro de la evaluación de la cuantía horizontal.

D.7.3.2 — REFUERZO VERTICAL MÍNIMO — Deben cumplirse los siguientes requisitos para el refuerzo vertical:

- (a) El espaciamiento horizontal entre refuerzos verticales no puede ser mayor de 1200 mm
- (b) Se debe disponer como mínimo una barra N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) en cada extremo del muro.
- (c) Se debe disponer como mínimo una barra N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) al lado de ventanas o aberturas interiores mayores de 600 mm horizontal o verticalmente. Este refuerzo debe ser continuo dentro del tramo de muro.

D.7.3.3 — REFUERZO HORIZONTAL MÍNIMO — Deben cumplirse los siguientes requisitos para el refuerzo horizontal:

- (a) El diámetro del refuerzo horizontal en las juntas horizontales de pega no puede ser menor de 4 mm y no puede espaciarse verticalmente a más de 600 mm.
- (b) El refuerzo horizontal colocado dentro de elementos embebidos dentro de unidades de mampostería especiales, véase D.4.5.11.2, no puede espaciarse verticalmente a más de 120 mm.
- (c) Se debe colocar un refuerzo horizontal mínimo de dos barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) en el remate y arranque de los muros, y al nivel de las losas de entrepiso.
- (d) Se debe colocar además un refuerzo horizontal mínimo de dos barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) en la parte superior y en la parte inferior de aberturas interiores con dimensiones mayores de 600 mm. Este refuerzo debe extenderse dentro del muro al menos 600 mm.

D.7.4 — REQUISITOS DE DISEÑO

D.7.4.1 — Las estructuras de mampostería reforzada construidas con unidades de perforación vertical deben diseñarse siguiendo los requisitos de los Capítulos D.1 a D.5, cumpliendo las cuantías de refuerzo dadas en el presente Capítulo.

D.7.5 — REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN

D.7.5.1 — Las estructuras de mampostería reforzada de unidades de perforación vertical deben construirse siguiendo los requisitos del Capítulo D.4.

CAPÍTULO D.8

MUROS DE MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA CONSTRUIDOS CON UNIDADES DE PERFORACIÓN VERTICAL

D.8.1 — GENERALIDADES

D.8.1.1 — Una edificación de muros de mampostería parcialmente reforzada se clasifica como tal si cumple los requisitos de este Capítulo. Además debe cumplir lo establecido como requisitos generales en el Capítulo D.1, las normas y procedimientos del Capítulo D.2, las especificaciones para materiales del Capítulo D.3 y los requisitos de construcción del Capítulo D.4.

D.8.1.2 — Los muros de mampostería parcialmente reforzada deben construirse utilizando unidades de perforación vertical que cumplan los requisitos de D.3.6.4.

D.8.1.2.1 — En edificaciones de uno y dos pisos del grupo de uso **I**, cuando se utilicen piezas de arcilla cocida, se pueden combinar unidades de perforación vertical en los sitios de refuerzo vertical, combinadas con unidades macizas o de perforación horizontal de igual coordinación modular, colocadas en donde no se requiera refuerzo vertical y utilizando aparejo trabado únicamente.

D.8.1.3 — Los muros de este tipo de mampostería deben tener un espesor mínimo nominal de 120 mm, exceptuando los espesores mínimos establecidos en la tabla E.3.5-1 para vivienda de uno y dos pisos. No se admite el uso de morteros tipo N.

D.8.1.4 — La resistencia a la compresión de la mampostería, f'_m de este tipo de mampostería estructural no puede ser menor de 8 MPa.

D.8.2 — USOS DE LA MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA CONSTRUIDA CON UNIDADES DE PERFORACION VERTICAL

D.8.2.1 — Las restricciones al uso de la mampostería parcialmente reforzada se deben basar en lo establecido al respecto en el Capítulo A.3. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (*DMO*).

D.8.3 — REFUERZO DE MUROS

D.8.3.1 — CUANTÍA MÍNIMA — La cuantía del refuerzo en cada una de las direcciones, vertical u horizontal, no debe ser menor del 0.00027, evaluadas sobre el área bruta de la sección del muro, teniendo en cuenta en la evaluación de la cuantía únicamente el refuerzo que sea continuo en el tramo del muro.

D.8.3.2 — REFUERZO VERTICAL MÍNIMO — Deben cumplirse los siguientes requisitos para el refuerzo vertical:

- (a) El espaciamiento entre refuerzos verticales no puede ser mayor de 2.40 m.
- (b) Se debe disponer como mínimo de una barra N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) en cada extremo del muro
- (c) Se debe disponer como mínimo de una barra N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) al lado de ventanas o aberturas interiores mayores de 600 mm horizontal o verticalmente. Estas barras deben ser continuas dentro del tramo de muro.

D.8.3.3 — REFUERZO HORIZONTAL MÍNIMO — Deben cumplirse los siguientes requisitos para el refuerzo horizontal:

- (a) El refuerzo horizontal en las juntas de pega no puede estar espaciado a más de 800 mm.
- (b) El refuerzo horizontal colocado dentro de elementos embebidos dentro de unidades de mampostería especiales, véase D.4.5.11.2, no puede espaciarse verticalmente a más de 3.00 m.
- (c) Se debe disponer además refuerzo horizontal mínimo de dos barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) en el

- remate y arranque de los muros, al nivel de las losas de entrepiso
- (d) En la parte superior e inferior de las aberturas interiores mayores de 600 mm. Este refuerzo debe extenderse dentro del muro al menos 600 mm.

D.8.4 — DISEÑO DE LA MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA CONSTRUIDA CON UNIDADES DE PERFORACION VERTICAL

D.8.4.1 — Las estructuras de mampostería parcialmente reforzada construidas con unidades de perforación vertical deben diseñarse siguiendo los requisitos de los Capítulos D.1 a D.5, cumpliendo las cuantías de refuerzo dadas en el presente Capítulo.

D.8.4.2 — Cuando se utilicen unidades de perforación horizontal o unidades macizas según lo especificado en D.8.1.2.1, la resistencia a la compresión de la mampostería f'_m construida con estas unidades debe cumplir con la resistencia especificada para las unidades de perforación vertical.

D.8.5 — REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN

D.8.5.1 — Las estructuras de mampostería parcialmente reforzada de unidades de perforación vertical deben construirse siguiendo los requisitos del Capítulo D.4.



CAPÍTULO D.9

MUROS DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA

D.9.1 — GENERALIDADES

D.9.1.1 — Una edificación de muros de mampostería no reforzada se clasifica como tal si cumple los requisitos de este Capítulo. Además deben cumplir lo establecido como requisitos generales en el Capítulo D.1, las normas y procedimientos del Capítulo D.2, las especificaciones para materiales del Capítulo D.3 y los requisitos de construcción del Capítulo D.4.

D.9.1.2 — Cuando una edificación en mampostería no cumple con todos los requisitos que este Reglamento establece para mampostería parcialmente reforzada o mampostería reforzada, debe clasificarse y diseñarse como mampostería no reforzada.

D.9.1.3 — Los muros de este tipo de mampostería deben tener un espesor mínimo nominal de 120 mm, exceptuando los espesores mínimos establecidos en la tabla E.3.5-1 para viviendas de uno y dos pisos.

D.9.2 — USOS DE LA MAMPOSTERÍA NO REFORZADA

D.9.2.1 — Las restricciones al uso de la mampostería no reforzada se deben basar en lo establecido al respecto en el Capítulo A.3 de este Reglamento. La mampostería no reforzada sólo puede utilizarse como sistema de resistencia sísmica en aquellas regiones de las zonas de amenaza sísmica baja donde el valor de A_a sea menor o igual a 0.05. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (*DM1*).

D.9.3 — DISEÑO DE LA MAMPOSTERÍA NO REFORZADA

D.9.3.1 — Los muros de mampostería no reforzada deben diseñarse por el método de los esfuerzos admisibles de trabajo, de acuerdo con lo dispuesto en el Apéndice D-1 de este Título.

D.9.4 — REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN

D.9.4.1 — Las estructuras de mampostería no reforzada deben construirse siguiendo los requisitos del Capítulo D.4.

Notas

CAPÍTULO D.10 MAMPOSTERÍA DE MUROS CONFINADOS

D.10.0 — NOMENCLATURA

- A_a = coeficiente de aceleración pico efectiva, véase el Título A.
- A_{ci} = área de la sección de la columna de confinamiento i , en mm^2 .
- A_{ct} = área total de las columnas de confinamiento del muro, en mm^2 .
- A_e = área efectiva de la sección de mampostería, en mm^2 .
- A_m = área mínima de los muros del piso, que actúan en la misma dirección en planta. Dentro del área de los muros se incluyen las columnas de confinamiento, en m^2 .
- A_{md} = área efectiva de mampostería para verificación por aplastamiento, en mm^2 .
- A_{mv} = área efectiva para determinar esfuerzos cortantes, véase D.5.4.5, en mm^2 .
- A_p = área del piso en el nivel considerado, en m^2 .
- A_{st} = área total del acero de refuerzo longitudinal del elemento de confinamiento, en mm^2 .
- b = ancho efectivo de la sección de muro para efectos en el plano del muro, véase D.5.4.4, en mm.
- f'_c = resistencia a la compresión del concreto de los elementos de confinamiento, en MPa.
- f'_{cu} = resistencia a la compresión de la unidad de mampostería, en MPa.
- f'_m = resistencia a la compresión de la mampostería, en MPa.
- $\sqrt{f'_m}$ = raíz cuadrada de la resistencia a la compresión de la mampostería, en MPa.
- f_y = resistencia a la fluencia del acero de refuerzo, MPa.
- h' = longitud de la diagonal del paño de muro entre elementos de confinamiento, o altura efectiva del elemento para evaluar efectos de pandeo, en mm.
- h_p = altura del piso localizado por encima del elemento bajo estudio, medida centro a centro entre vigas de confinamiento, en mm.
- I_{ct} = momento de inercia de las columnas de confinamiento del muro, con respecto a su centroide, en mm^4 .
- ℓ_w = longitud horizontal total del muro, medida centro a centro entre columnas de confinamiento de borde, en mm.
- ℓ_c = distancia horizontal entre columnas de confinamiento, medida centro a centro, para el paño de muro confinado bajo estudio, en mm.
- M_n = momento resistente nominal del muro.
- M_u = momento mayorado solicitado de diseño del muro.
- N = número de niveles por encima del nivel considerado
- P_{nc} = fuerza axial resistente nominal en compresión sobre la columna de confinamiento, siempre positiva, en N.
- P_{nd} = fuerza axial resistente nominal a la compresión de la mampostería sola, en N.
- P_{nt} = fuerza axial resistente nominal en tracción sobre la columna de confinamiento, siempre negativa, en N.
- P_u = fuerza axial de diseño solicitada en compresión sobre el muro, en N.
- P_{uc} = fuerza axial de diseño solicitada en compresión sobre la columna de confinamiento, siempre positiva, en N.
- P_{ud} = fuerza axial que actúa sobre la biela diagonal del muro, en N.
- P_{ut} = fuerza axial de diseño solicitada en tracción sobre la columna de confinamiento, siempre negativa, en N.
- R_e = coeficiente utilizado para tener en cuenta los efectos de esbeltez en elementos a compresión.
- t = espesor efectivo del elemento para evaluar efectos de pandeo, mm.
- V_n = fuerza cortante resistente nominal del muro, en N.
- V_u = fuerza cortante mayorada solicitada de diseño del muro, en N.
- V_{nc} = fuerza cortante resistente nominal para una sección de concreto reforzado, calculada de acuerdo con los requisitos del Título C del Reglamento, en N.

- V_{uc} = fuerza cortante mayorada solicitada de diseño que actúa sobre las columnas de confinamiento cerca a la intersección con la viga de confinamiento, en N.
- x_i = distancia de la columna de confinamiento i al borde del muro, en mm.
- \bar{x} = distancia al borde del muro del centroide de las áreas de todas las columnas de confinamiento del muro, en mm.
- ΔP_{ui} = valor absoluto del incremento de la fuerza axial sobre la columna de confinamiento i , causada por el momento solicitado de diseño, M_u , en N.
- ϕ = coeficiente de reducción de resistencia.

D.10.1 — REQUISITOS GENERALES

D.10.1.1 — CLASIFICACIÓN — Se clasifica como mampostería confinada aquella que se construye utilizando muros de mampostería rodeados con elementos de concreto reforzado, vaciados posteriormente a la ejecución del muro y que actúan monolíticamente con éste.

D.10.1.2 — REQUISITOS COMPLEMENTARIOS — Las estructuras en mampostería de muros confinados deben cumplir los requisitos dados en los Capítulos D.1, D.2, D.3, D.4 y D.5 de este Reglamento, con las excepciones que se anotan dentro del presente Capítulo.

D.10.2 — USOS DE LA MAMPOSTERÍA DE MUROS CONFINADOS

D.10.2.1 — La mampostería de muros confinados debe cumplir con las limitaciones establecidas en el Capítulo A.3 del presente Reglamento. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico (*DMO*).

D.10.3 — REQUISITOS PARA LOS MUROS DE MAMPOSTERÍA CONFINADA

D.10.3.1 — GENERAL — Los muros estructurales de mampostería confinada deben cumplir los requisitos de esta sección. La resistencia ante todas las cargas se obtiene por medio de los muros estructurales, los cuales deben ser confinados. Para que un muro confinado se considere como muro estructural debe ser continuo desde la cimentación hasta su nivel superior y no puede tener ningún tipo de aberturas. Los muros que no cumplan los requisitos anteriores, se consideran como muros no estructurales y deben cumplir los requisitos del Capítulo A.9.

D.10.3.2 — UNIDADES DE MAMPOSTERÍA PERMITIDAS — La mampostería de muros confinados se debe construir utilizando unidades de concreto, de arcilla cocida o sílico-calcreas. Las unidades de mampostería pueden ser de perforación vertical, de perforación horizontal o macizas y deben cumplir las especificaciones establecidas en D.3.6.

D.10.3.2.1 — Valores mínimos para la resistencia de las unidades, f'_{cu} — Las unidades de mampostería que se empleen en la construcción de muros de mampostería confinada deben tener al menos las resistencias mínimas que se dan en la tabla D.10.3-1.

Tabla D.10.3-1
Resistencia mínima de las unidades
para muros de mampostería confinada

Tipo de unidad	f'_{cu} (MPa)
Tolete de arcilla	15
Bloque de perforación horizontal de arcilla	3
Bloque de perforación vertical de concreto o de arcilla (sobre área neta)	5

D.10.3.2.2 — Restricción al uso del bloque de perforación horizontal de arcilla — Sólo se permite el uso del bloque de perforación horizontal de arcilla en edificaciones de uno y dos pisos y en los dos pisos

superiores de edificaciones de más de dos pisos, cuando se permita su empleo, éste se limitará a muros donde se cumpla $P_u/A_e \leq 0.15f'_m$.

D.10.3.3 — ESPESOR MÍNIMO DEL MURO — Los muros de mampostería confinada en ningún caso pueden tener una la relación entre la altura libre del muro y su espesor mayor de 25 y deben tener un espesor nominal no menor de 110 mm. En viviendas de uno y dos niveles se pueden utilizar como espesores mínimos los establecidos en la tabla E.3.5-1.

D.10.3.4 — ÁREA MÍNIMA DE MUROS CONFINADOS POR NIVEL — El área mínima de muros confinados por nivel en cada dirección principal, esta limitada por la siguiente expresión:

$$A_m \geq \frac{N A_a A_p}{20} \quad (\text{D.10.3-1})$$

D.10.4 — REQUISITOS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO

D.10.4.1 — RESISTENCIA DEL CONCRETO — Tanto las columnas como las vigas de confinamiento se deben construir utilizando concreto cuya resistencia mínima a la compresión debe ser 17.5 MPa medida a los 28 días.

D.10.4.2 — COMPATIBILIDAD CON EL TÍTULO C — Las longitudes de desarrollo, las longitudes de empalme por traslapo, y el anclaje, del refuerzo de los elementos de confinamiento son los mismos establecidos en el Título C, con excepción de las dimensiones mínimas y las cantidades de refuerzo mínimas establecidas en el presente Capítulo.

D.10.4.3 — REFUERZO INTERIOR EN EL MURO — Todo refuerzo debe ir colocado dentro de las columnas y vigas de confinamiento, no se permite colocar los refuerzos de confinamiento dentro de unidades de perforación vertical. Se exceptúan las vigas de remate de los muros, las cuales se pueden realizar en unidades tipo U, inyectadas con mortero de resistencia a la compresión no menor de 14 MPa.

D.10.5 — COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

D.10.5.1 — GENERAL — Se consideran columnas de confinamiento los elementos de concreto reforzado que se colocan en los dos bordes del muro que confinan y en puntos intermedios dentro del muro. Las columnas de confinamiento deben ser continuas desde la cimentación hasta la parte superior del muro y se deben vaciar directamente contra el muro con posterioridad al alzado de los muros estructurales de cada piso.

D.10.5.2 — DIMENSIONES MÍNIMAS — Las dimensiones mínimas para los elementos de confinamiento debe ser las siguientes:

D.10.5.2.1 — Espesor mínimo — El espesor mínimo de los elementos de confinamiento debe ser el mismo del muro confinado.

D.10.5.2.2 — Área mínima — El área mínima de la sección transversal de los elementos de confinamiento es de 20 000 mm² (200 cm²).

D.10.5.3 — UBICACIÓN — Deben colocarse columnas de confinamiento en los siguientes lugares:

- (a) En los extremos de todos los muros estructurales.
- (b) En las intersecciones con otros muros estructurales.
- (c) En lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento ó 4 m.

D.10.5.4 — REFUERZO MÍNIMO — El refuerzo mínimo de la columna de confinamiento debe ser el siguiente:

- (a) **Refuerzo longitudinal** - No debe ser menor de 3 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm). El área de refuerzo longitudinal debe ser mayor o igual a 0.0075 veces el área de la sección bruta del elemento, pero el refuerzo longitudinal no puede ser menor al requerido para atender los esfuerzos de diseño de acuerdo a D.10.7.

- (b) **Refuerzo transversal** – Debe utilizarse refuerzo transversal consistente en estribos cerrados mínimo de diámetro N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a una separación no mayor de 1.5 veces la menor dimensión del elemento, o 200 mm. En ningún caso, el refuerzo transversal puede ser menos que el requerido para atender los esfuerzos de diseño, de acuerdo con D.10.7.

D.10.5.5 — ANCLAJE DEL REFUERZO — El refuerzo vertical de las columnas de confinamiento debe anclarse al sistema de cimentación. Pueden utilizarse barras de empalme ancladas en la cimentación mediante ganchos a 90°. Estas barras deben sobresalir la longitud de empalme por traslapeo desde la cara superior del cimiento. Los empalmes del refuerzo vertical de las columnas de confinamiento deben cumplir los requisitos establecidos en el Capítulo C.12. En el extremo superior de la columna de confinamiento los refuerzos longitudinales debe anclarse en un elemento de confinamiento transversal a su dirección con un gancho de 90°.

D.10.5.6 — REFUERZO TRANSVERSAL DE CONFINAMIENTO — En las zonas de amenaza sísmica alta e intermedia se deben utilizar estribos cerrados de confinamiento mínimo N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a 100 mm y cuyas ramas no pueden estar separadas a distancias mayores de 150 mm. La distancia en cada extremo del elemento, medida a partir del elemento transversal de confinamiento, en la cual se deben colocar los estribos de confinamiento debe ser la mayor entre 450 mm, 3 veces la mayor dimensión de la sección del elemento o la sexta parte de la luz en cuestión.

D.10.6 — VIGAS DE CONFINAMIENTO

D.10.6.1 — GENERAL — Se consideran vigas de confinamiento los elementos de concreto reforzado que se colocan en la parte inferior y superior de muros confinados. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan. La viga de cimentación se considera como una viga de amarre y debe cumplir los requisitos mínimos de las vigas de amarre.

D.10.6.2 — DIMENSIONES MÍNIMAS — Las dimensiones mínimas para las vigas de confinamiento debe ser las siguientes:

D.10.6.2.1 — Espesor mínimo — El espesor mínimo de las vigas de confinamiento debe ser el mismo del muro confinado.

D.10.6.2.2 — Área mínima — El área mínima de la sección transversal de los elementos de confinamiento es de 20 000 mm² (200 cm²). En caso de utilizarse una losa de entrepiso maciza de espesor superior o igual a 100 mm, se puede prescindir de las vigas de amarre en la zona ocupada por este tipo de losa, colocando el refuerzo requerido para la viga dentro de la losa. En vigas que requieran enchaparse, el ancho especificado puede reducirse hasta en 75 mm, siempre y cuando se incremente su altura, de tal manera que el área transversal no sea inferior al mínimo.

D.10.6.3 — UBICACIÓN — Deben colocarse vigas horizontales de confinamiento en el arranque y en el remate del muro, en los entrepisos y a distancias libres verticales no mayores de 25 veces el espesor del muro. Las vigas deben disponerse formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso ó la cubierta. Deben ubicarse vigas amarres en los siguientes sitios:

- (a) **A nivel de cimentación** — El sistema de cimentación constituye el primer nivel de amarre horizontal.
- (b) **A nivel del sistema de entrepiso** — Las vigas de amarre deben ser parte del sistema de entrepiso.
- (c) **A nivel del enrase de cubierta** — Se presentan dos opciones para la ubicación de las vigas de amarre y la configuración del diafragma:
 1. Vigas horizontales al nivel de dinteles más cintas de amarre como remate de las culatas.
 2. Vigas de amarre horizontales en los muros sin culatas, combinadas con vigas de amarre inclinadas, configurando los remates de las culatas.

D.10.6.4 — REFUERZO MÍNIMO — El refuerzo mínimo de las vigas de amarre debe ser el siguiente:

- (a) **Refuerzo longitudinal** — El refuerzo longitudinal no debe ser inferior a 3 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm), El área de refuerzo longitudinal no puede ser menor a 0.0075 veces el área de la sección bruta del elemento. Para anchos inferiores a 110 mm, y en los casos en que el entrepiso sea una losa maciza, el refuerzo mínimo debe ser dos barras N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm). En ningún caso, el refuerzo longitudinal

puede ser menos que el requerido para atender los esfuerzos de diseño, de acuerdo con D.10.7.

- (b) **Refuerzo transversal** — El refuerzo transversal mínimo debe consistir en estribos cerrados N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a distancias no mayores de 200 mm ni de 1.5 veces la menor dimensión del elemento. En ningún caso, el refuerzo transversal puede ser menos que el requerido para atender los esfuerzos de diseño, de acuerdo con D.10.7.

D.10.6.4.1 — Vigas que continúan fuera del muro confinado — Cuando una viga de amarre continúa fuera del muro confinado, y cumpla funciones de dintel, de apoyo para losa, o como elemento colector dentro del diafragma, la viga debe diseñarse de acuerdo a los requisitos del Título C.

D.10.6.5 — ANCLAJE DEL REFUERZO — El refuerzo de las vigas de confinamiento debe anclarse en los extremos terminales con ganchos de 90° dentro de un elemento de confinamiento transversal a su dirección.

D.10.6.6 — VIGA DE AMARRE SOBRE LA CIMENTACIÓN — Sobre la cimentación debe colocarse una viga de amarre que cumpla con los requisitos mínimos para vigas de confinamiento dados en esta sección. Cuando la cimentación está construida con elementos de concreto reforzado, éstos se consideran como equivalentes a la viga de amarre y sólo se debe cumplir con las cuantías mínimas, pero en ningún caso, el refuerzo puede ser menos que el requerido para atender los esfuerzos de diseño, de acuerdo con D.10.7.

D.10.6.7 — CINTAS DE AMARRE — Se consideran las cintas de amarre como elementos suplementarios a las vigas de amarre, utilizables en antepechos de ventanas, en remates de culatas, en remates de parapetos, etc. Las cintas de amarre deben construirse de tal manera que se garantice el trabajo monolítico con el elemento que remata. El refuerzo longitudinal de las cintas de amarre se debe anclar en los extremos terminales. Indistintamente, se puede utilizar como cinta de amarre cualquiera de los siguientes elementos:

- (a) Un elemento de concreto reforzado de altura superior o igual a 100 mm, con ancho igual al espesor del elemento que remata y reforzada mínimo con dos barras longitudinales N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm). El refuerzo transversal debe ser el necesario para mantener en la posición deseada las barras longitudinales.
- (b) Un elemento construido con piezas de mampostería tipo U, reforzado longitudinalmente mínimo con dos barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) ó una barra N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm), e inyectado con mortero de inyección de resistencia a la compresión no inferior a 14 MPa.

D.10.7 — REQUISITOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO

D.10.7.1 — GENERAL — Las estructuras de mampostería de muros confinados se debe analizar y diseñar de acuerdo a los requisitos de dados en el Capítulo D.5 con las excepciones dadas en el la presente sección. El diseño se debe realizar de acuerdo con el método de diseño por estados límites de resistencia.

D.10.7.2 — VALORES DE ϕ — En vez de los valores de ϕ dados en D.5.1.5, deben emplearse los siguientes:

- | | |
|--|---------------|
| (a) Carga axial de compresión, con o sin flexión | $\phi = 0.65$ |
| (b) Carga axial de tracción | $\phi = 0.85$ |
| (c) Flexión sin carga axial | $\phi = 0.85$ |
| (d) Cortante | $\phi = 0.50$ |

D.10.7.3 — SUPOSICIONES DE DISEÑO — Deben tenerse en cuenta las siguientes suposiciones, en el diseño de muros de mampostería confinada:

- (a) Las suposiciones de diseño indicadas en D.5.1.6.
- (b) Debe considerarse, en el caso de mampostería de muros confinados, que el muro es un elemento homogéneo que incluye la porción de mampostería y los elementos de confinamiento. Las propiedades mecánicas del muro, como conjunto, se describen a través de las de la mampostería, las cuales, a su vez, deben ser las que se definen en el Capítulo D.5.
- (c) Para efectos de aplicar las características dimensionales efectivas indicadas en D.5.4, debe considerarse que los elementos de confinamiento son equivalentes a celdas inyectadas con mortero de relleno, a menos que dentro de los requisitos del presente Capítulo se indique explícitamente algo diferente..

D.10.7.4 — DISEÑO PARA CARGA AXIAL DE COMPRESIÓN — El muro, globalmente, debe verificarse para las cargas axiales de compresión, de acuerdo con lo indicado en D.5.5. El área de refuerzo a emplear allí, corresponde a la del acero longitudinal de las columnas de confinamiento. Cuando los procedimientos de diseño requieren que se verifiquen las resistencias axiales de los elementos de confinamiento, pueden emplearse las siguientes resistencias nominales a compresión axial, P_{nc} , y tracción axial, respectivamente, P_{nt} :

$$P_{nc} = 0.80 \left[0.85f'_c (A_{ci} - A_{st}) + f_y A_{st} \right] \quad (\text{D.10.7-1})$$

$$P_{nt} = -f_y A_{st} \quad (\text{D.10.7-2})$$

La resistencia nominal a la compresión de la mampostería sola, P_{nd} , sin contribución de los elementos de confinamiento, está definida por:

$$P_{nd} = 0.80 (0.80f'_m A_{md}) R_e \quad (\text{D.10.7-3})$$

donde A_{md} es el área de la sección de mampostería, y R_e se obtiene por medio de:

$$R_e = 1 - \left[\frac{h'}{42t} \right]^2 \quad \text{para } h'/t \leq 30 \quad (\text{D.10.7-4})$$

$$R_e = \left[\frac{21t}{h'} \right]^2 \quad \text{para } h'/t > 30$$

D.10.7.5 — DISEÑO DEL MURO EN LA DIRECCIÓN PERPENDICULAR A SU PLANO — Los requisitos de esta sección se emplean para el diseño por el método del estado límite de resistencia de muros de mampostería confinada sometidos a cargas horizontales perpendiculares al plano del muro, además de las fuerzas verticales que actúan sobre el muro.

D.10.7.5.1 — Resistencia a flexo-compresión — La resistencia del muro a flexión producida por fuerzas horizontales perpendiculares a su propio plano, debe evaluarse con base a los siguientes requisitos:

- (a) La resistencia a flexo-compresión es contribuida únicamente por las columnas de confinamiento.
- (b) Como ancho efectivo, b , debe tomarse únicamente el de las columnas de confinamiento, medido en la dirección del muro.
- (c) El diseño se realiza en su totalidad de acuerdo con los requisitos de concreto reforzado del Título C.
- (d) La carga axial, P_u , que actúa sobre el elemento de confinamiento debe considerarse como el doble de la que se obtiene proporcionalmente a las áreas de mampostería y de columnas de confinamiento, a menos que se realice un análisis más detallado, teniendo en cuenta las relaciones modulares y la posición de las cargas que la inducen.

D.10.7.5.2 — Resistencia a cortante — La resistencia del muro a cortante producido por fuerzas horizontales perpendiculares a su propio plano, debe evaluarse con base a los requisitos de D.5.7.4.

D.10.7.6 — DISEÑO A FLEXO-COMPRESIÓN DEL MURO EN LA DIRECCIÓN PARALELA A SU PLANO — Los requisitos de esta sección se emplean para el diseño a flexo-compresión por el método del estado límite de resistencia, de muros de mampostería confinada sometidos a cargas horizontales paralelas al plano del muro, además de las fuerzas verticales que actúan sobre él. El diseño puede realizarse por uno de los dos procedimientos dados a continuación:

D.10.7.6.1 — Resistencia a flexo-compresión despreciando la contribución de la mampostería — En este procedimiento se desprecia la contribución de la mampostería a la resistencia a flexo-compresión del muro. Deben calcularse las fuerzas axiales solicitadas máximas, de compresión P_{uc} y de tracción P_{ut} sobre cada una de las columnas de confinamiento, por medio de las ecuaciones D.10.7-5 y D.10.7-6 respectivamente.

$$P_{uc} = \frac{A_{ci}}{A_{ct}} P_u + \Delta P_{ui} \quad (D.10.7-5)$$

$$P_{ut} = \frac{A_{ci}}{A_{ct}} P_u - \Delta P_{ui} \leq 0 \quad (D.10.7-6)$$

Donde P_u y ΔP_{ui} son siempre positivas, y ΔP_{ui} se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$\Delta P_{ui} = \left| \frac{M_u A_{ci} (x_i - \bar{x})}{I_{ct}} \right| \quad (D.10.7-7)$$

En las ecuaciones anteriores,

$$A_{ct} = \sum_i A_{ci} \quad (D.10.7-8)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_i A_{ci} x_i}{A_{ct}} \quad (D.10.7-9)$$

$$I_{ct} = \sum_i A_{ci} (x_i - \bar{x})^2 \quad (D.10.7-10)$$

En cada una de las columnas de confinamiento del muro deben cumplirse las condiciones siguientes:

$$P_{uc} \leq \phi P_{nc} \quad (D.10.7-11)$$

$$P_{ut} \geq \phi P_{nt} \quad (D.10.7-12)$$

Cuando se trata de un muro confinado que únicamente tiene dos columnas de confinamiento iguales en sus bordes, las ecuaciones (D.10.7-5) a (D.10.7-7) se simplifican a:

$$P_{uc} = \frac{P_u}{2} + \Delta P_u \quad (D.10.7-13)$$

$$P_{ut} = \frac{P_u}{2} - \Delta P_u \leq 0 \quad (D.10.7-14)$$

Donde P_u y ΔP_u son siempre positivas, y ΔP_u se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$\Delta P_u = \frac{M_u}{\ell_w} \quad (D.10.7-15)$$

D.10.7.6.2 – Resistencia a flexo-compresión teniendo en cuenta la contribución de la mampostería – El momento de diseño solicitado, M_u , que acompaña la carga axial P_u , debe cumplir la condición dada por la ecuación D.10.7-16, para el nivel de carga P_u :

$$M_u \leq \phi M_n \quad (D.10.7-16)$$

M_n se obtiene teniendo en cuenta la interacción entre momento y carga axial, de acuerdo con los principios enunciados en D.5.1.6 y en D.10.7.3, los cuales permiten calcular un diagrama de interacción del muro, empleando el coeficiente de reducción de resistencia, ϕ , apropiado de los datos en D.10.7.2.

D.10.7.7 — DISEÑO A CORTANTE DEL MURO EN LA DIRECCIÓN PARALELA A SU PLANO — En la mampostería de muros confinados toda la fuerza cortante sobre el muro debe ser resistida por la mampostería, y se supone que no hay contribución a la resistencia a cortante por parte de los elementos de confinamiento. La resistencia de diseño solicitada, V_u , debe cumplir la siguiente condición:

$$V_u \leq \phi V_n \quad (\text{D.10.7-17})$$

y la resistencia nominal a cortante por tracción diagonal, se obtiene de:

$$V_n = \left(\frac{1}{12} \sqrt{f'_m} + \frac{P_u}{3A_c} \right) A_{mv} \leq \frac{1}{6} \sqrt{f'_m} A_{mv} \quad (\text{D.10.7-18})$$

donde P_u , en este caso, es la carga axial mayorada que actúa simultáneamente con la máxima fuerza cortante mayorada solicitada, V_u , para la cual se realiza el diseño.

D.10.7.8 — VERIFICACIÓN POR APLASTAMIENTO DEL ALMA DEL MURO — Debe verificarse que el paño de muro enmarcado por las vigas y columnas de confinamiento, no falle por aplastamiento. Para el efecto se considera una biela de compresión en la diagonal del muro, la cual tiene un ancho efectivo igual a un quinto de la longitud de la diagonal. Debe cumplirse la condición:

$$P_{ud} \leq \phi P_{nd} \quad (\text{D.10.7-19})$$

La fuerza axial que actúa en la diagonal, P_{ud} , se obtiene por medio de:

$$P_{ud} = \frac{h'}{\ell_w} V_u \quad (\text{D.10.7-20})$$

Donde h' es la longitud de la diagonal del paño de muro entre elementos de confinamiento, ℓ_w es la longitud total del muro sobre el cual actúa el cortante horizontal de diseño solicitado V_u . La resistencia nominal al aplastamiento se obtiene por medio de la ecuación D.10.7-3. Allí hay que emplear una longitud para evaluación de pandeo h' igual a la dimensión de la diagonal del muro en el paño en estudio, y un espesor efectivo para pandeo t , igual al espesor del muro. El área de la biela de compresión A_{md} es igual al ancho efectivo de la biela, $h'/5$, multiplicada por el espesor efectivo del muro, b , para efectos en la dirección paralela al plano del muro, tal como se define en D.5.4.4.2.

D.10.7.9 — VERIFICACIÓN A CORTANTE EN LOS ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO DEL MURO — Los elementos de confinamiento reciben la fuerza de la biela de compresión en la esquina de intersección entre vigas y columnas de confinamiento, por lo tanto hay necesidad de verificar que están en capacidad de resistir como fuerza cortante aplicada, transversal al eje longitudinal del elemento de confinamiento, al menos una fuerza cortante igual a la mitad de la componente correspondiente de la fuerza de compresión que actúa sobre la biela.

La fuerza cortante actuante, V_{uc} , sobre la columna de confinamiento es:

$$V_{uc} = \frac{\ell_c}{2\ell_w} V_u \quad (\text{D.10.7-21})$$

y la fuerza cortante actuante, V_{uc} , sobre la viga de confinamiento es:

$$V_{uc} = \frac{h_p}{2\ell_w} V_u \quad (\text{D.10.7-22})$$

En ambos casos debe cumplirse que:

$$V_{uc} \leq \phi V_{nc} \quad (\text{D.10.7-23})$$

donde V_{nc} para el elemento de confinamiento debe calcularse de acuerdo con los requisitos del Título C del Reglamento, Capítulo C.11.

D.10.7.10 — DISEÑO DEL ACERO LONGITUDINAL DE LA VIGA DE CONFINAMIENTO — La componente horizontal de la biela de compresión que actúa en la diagonal del muro debe ser resistida como fuerza de tracción en la viga de confinamiento que llega a la misma esquina del paño del muro donde actúa la biela de compresión. Esta fuerza de tracción es igual a la fuerza cortante que lleva el paño de muro. Por lo tanto:

$$P_{ut} = -\frac{\ell_c}{\ell_w} V_u \quad (\text{D.10.7-24})$$

La fuerza axial de tracción sobre la viga de confinamiento debe ser resistida en su totalidad por el acero de refuerzo longitudinal de la viga:

$$-P_{ut} \leq -\phi P_{nt} \quad (\text{D.10.7-25})$$

donde P_{nt} , se obtiene por medio de la ecuación D.10.7-2.

D.10.8 — REQUISITOS DE CONSTRUCCIÓN

D.10.8.1 — GENERAL — Deben cumplirse los requisitos de construcción dados en el Capítulo D.4 del Reglamento, exceptuando las siguientes secciones: D.4.2 y D.4.5.10, D.4.5.11, D.4.5.12 Y D.4.6. Además deben cumplirse los requisitos adicionales dados a continuación:

D.10.8.2 — DETALLES DEL REFUERZO — Todo refuerzo debe estar colocado en elementos de confinamiento. El refuerzo debe cumplir los requisitos dados en el Título C.

D.10.8.3 — REQUISITOS COMPLEMENTARIOS PARA LOS ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO — Las especificaciones, requisitos, controles y tolerancias de los elementos de confinamiento son los mismos establecidos en el Título C, con excepción de las dimensiones y las cantidades de refuerzo mínimas establecidas en el presente Capítulo.

D.10.8.4 — CONSTRUCCIÓN DEL MURO — La ejecución del muro se debe hacer de manera previa al vaciado de las columnas, dejando el espacio especificado para ellas, siguiendo los procedimientos y controles establecidos en el Capítulo D.4 de este título. Se deben cumplir las tolerancias constructivas dadas en la tabla D.4.2-2. El mortero de pega debe cumplir los requisitos de D.3.4.

D.10.8.5 — JUNTAS DE CONTROL — En el espacio confinado entre columnas no se permiten juntas de control. Si se requiriesen, éstas deben localizarse entre columnas adyacentes diseñadas para tal propósito.

D.10.8.6 — VACIADO DE LAS COLUMNAS DE CONFINAMIENTO — Una vez dispuesto el refuerzo vertical y el refuerzo horizontal de las columnas, se deben colocar los testeros laterales que constituyen la formaleta de las columnas, permitiendo que el concreto vaciado haga contacto con la superficie terminal del muro confinado, la cual debe estar libre de rebabas y de materiales que restrinjan la adherencia entre el concreto y la mampostería. El refuerzo vertical de la columna debe sobresalir de la superficie de enrase la cantidad necesaria para realizar los empalmes por traslapeo con la columna superior si la hubiese; el remate del refuerzo vertical se debe anclar en la cara superior de la viga de confinamiento, utilizando ganchos de 90°.

D.10.8.7 — VIGAS DE CONFINAMIENTO — Una vez vaciadas las columnas de confinamiento, se debe proceder a realizar el vaciado de la losa o de las vigas de confinamiento que van directamente sobre los muros confinados y en contacto con éstos.

Notas

CAPÍTULO D.11 MUROS DIAFRAGMA

D.11.1 — GENERALIDADES

D.11.1.1 — ALCANCE — Se consideran como muros diafragma aquellos muros continuos desde la cimentación hasta el nivel superior de la edificación, rodeados completamente por vigas y columnas de una estructura de concreto reforzado y que al estar en contacto pleno con ella la rigidizan de manera similar al efecto de diagonales concéntricas dentro de un pórtico con diagonales. Para que un muro pueda ser considerado como diafragma, aparte de lo anterior, se limita su denominación a los muros sin aberturas ni juntas, de manera que el diafragma sea de un solo cuerpo.

D.11.1.2 — ANÁLISIS — En el análisis estructural de estructuras que contengan muros diafragma, debe emplearse un modelo matemático adecuadamente sustentado con evidencia experimental previa, que tome en cuenta apropiadamente la interacción de los muros diafragma con el pórtico de concreto reforzado que los rodea. En ningún caso el modelo matemático puede suponer que la diagonal equivalente que simule el efecto del muro diafragma lleve esfuerzos de tracción.

D.11.1.3 — UNIDADES DE MAMPOSTERÍA — En la mampostería de muros diafragma se permite el empleo de unidades de mampostería de cualquier tipo que cumplan D.3.6 de este Reglamento.

D.11.1.4 — ESPESOR MÍNIMO, APAREJO Y MORTERO — Los requisitos establecidos en los Capítulos D.1 a D.5, se consideran obligatorios en su totalidad. El espesor nominal mínimo del muro diafragma debe ser al menos de 120 mm. El aparejo debe ser trabado y el mortero de pega debe cumplir los requisitos de tipo M.

D.11.2 — USOS DE LA MAMPOSTERÍA DE MUROS DIAFRAGMA

D.11.2.1 — LIMITACIONES AL USO — Este tipo de construcción no se permite para edificaciones nuevas, y su empleo solo se permite dentro del alcance del capítulo A.10, aplicable a la adición, modificación o remodelación del sistema estructural de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del Reglamento, o en la evaluación de su vulnerabilidad sísmica. Cuando se realicen adiciones, modificaciones o remodelaciones del sistema estructural de edificaciones existentes que contengan muros diafragmas, la verificación y el diseño de estos elementos puede realizarse de acuerdo con los requisitos del presente Capítulo.

D.11.2.2 — VALORES DE R_0 A EMPLEAR — El valor del coeficiente básico de capacidad de disipación de energía, R_0 , a emplear en el diseño y verificación sismo resistente de edificaciones que contengan muros diafragma como parte del sistema de resistencia sísmica, en ningún caso puede ser mayor de 2.0 ($R_0 \leq 2.0$).

D.11.2.3 — METODOLOGÍA DE DISEÑO — Los muros diafragma deben diseñarse empleando el método del estado límite de resistencia descrito en B.2.4, y se deben emplear las combinaciones de carga dadas allí.

D.11.3 — REFUERZOS

D.11.3.1 — La cantidad mínima de refuerzo interior, su disposición y su detallado debe corresponder al tipo de mampostería utilizado en el muro diafragma y a los requisitos de diseño y resistencia derivados de su función estructural.

D.11.4 — REQUISITOS DE DISEÑO PARA MAMPOSTERÍA DE MUROS DIAFRAGMA

D.11.4.1 — COMPROBACIONES MÍNIMAS — Los muros diafragma deben diseñarse para resistir los esfuerzos derivados de su interacción con los pórticos estructurales que restringen. Las condiciones de falla deben establecerse en valores de resistencia para los efectos más desfavorables sobre el muro entre los siguientes:

- (a) Falla de cortante por tracción diagonal, de acuerdo a lo indicado en D.11.4.2.

- (b) Falla por aplastamiento diagonal, tomando para el efecto un área efectiva máxima de compresión igual a la quinta parte de la dimensión diagonal del muro multiplicada por su espesor efectivo, para lo cual se deben emplear los requisitos establecidos en el Capítulo D.5. El valor de la altura efectiva para efectos de pandeo, h' , debe ser igual a la dimensión diagonal del muro.

D.11.4.2 — CORTANTE MÁXIMO — El muro diafragma puede tomar un cortante máximo que no debe exceder el siguiente valor:

$$V_u \leq \phi v_m A_m \quad (\text{D.11.4-1})$$

donde:

- V_u = cortante horizontal solicitado al muro diafragma en N
 v_m = resistencia al cortante de la mampostería definida en la tabla D.11.1-1, en MPa
 A_m = área neta horizontal de la mampostería del diafragma (mm²)
 ϕ = coeficiente de reducción de resistencia para corte ($\phi = 0.50$)

En la definición del valor de v_m en estructuras existentes, no se pueden emplear valores mayores a los dados en la tabla D.11.1-1, a menos que se realicen ensayos experimentales, en una cantidad representativa estadísticamente, para definir un valor apropiado.

Tabla D.11.1-1
Valores máximos para v_m en muros diafragma (MPa)

Unidades de mampostería	Valores de v_m
• Unidades macizas de concreto o arcilla	0.35
• Unidades de perforación vertical de concreto o arcilla	0.25
• Unidades de perforación horizontal de arcilla	0.15

D.11.4.3 — COLUMNAS Y VIGAS DEL PÓRTICO ARRIOSTRADO — Las vigas y las columnas del pórtico arriostrado por medio de los muros diafragma deben ser capaces de resistir las condiciones mas desfavorables establecidas en la interacción con los muros diafragma. La fuerza cortante de diseño en cada miembro no puede ser menor a la cuarta parte de la fuerza cortante establecida para el muro en la ecuación D.11-1, resistida en una zona igual al 25% de la longitud del miembro.

D.11.4.4 — OTROS REQUISITOS — El sistema estructural, en general, debe cumplir los requisitos indicados en el Título A de este Reglamento. Además los pórticos de concreto reforzado deben cumplir los requisitos del Título C. En la ausencia del cumplimiento de algunos requisitos del Título C, se deben aplicar las prescripciones del Capítulo A.10 del Reglamento.

D.11.4.5 — CONSTRUCCIÓN — Los muros diafragma pueden construirse de manera previa, simultánea o posterior a los pórticos que los rodean. En la construcción previa o simultánea debe garantizarse que haya contacto pleno entre el muro y los elementos del pórtico, sin espacios que separen los entornos. En la construcción posterior, los bordes del muro deben llenarse con mortero apropiado, de manera que se garantice el contacto pleno entre el pórtico y el muro diafragma.

CAPÍTULO D.12

MAMPOSTERÍA REFORZADA EXTERNAMENTE

D.12.0 — NOMENCLATURA

- E_{cre} = módulo de elasticidad del mortero de revoque o pañete, MPa.
- f'_c = resistencia especificada a la compresión del concreto de los elementos de confinamiento, en MPa.
- f'_{cp} = resistencia especificada a la compresión del mortero de pega, MPa.
- f'_{cre} = resistencia especificada a la compresión del mortero de recubrimiento ó revoque, MPa.
- f'_m = resistencia especificada a la compresión de la mampostería, MPa.
- f_y = resistencia a la fluencia del acero de refuerzo, MPa.

D.12.1 — REQUISITOS GENERALES

D.12.1.1 — GENERAL — Además de lo especificado en este Capítulo, las estructuras de mampostería reforzada externamente deben cumplir los Capítulos D.1, D.2 y D.3 de este título.

D.12.1.2 — DEFINICIÓN — Se clasifican como muros de mampostería reforzada externamente aquellos en donde el refuerzo consiste en mallas electrosoldadas que se colocan dentro del mortero de recubrimiento o revoque (pañete) en ambas caras laterales de los muros fijándolas a ellos mediante conectores y/o clavos de acero con las especificaciones y procedimientos descritos en el presente Capítulo.

D.12.1.2.1 — Unidades de mampostería — Las unidades de mampostería utilizadas en este sistema pueden ser de concreto, arcilla cocida o silicio calcáreas, macizas, de perforación vertical u horizontal, y deben cumplir las normas establecidas para las unidades de mampostería establecidas en D.3.6

D.12.1.2.2 — Mortero de pega — Los morteros de pega para este sistema de mampostería deben cumplir lo establecido en D.3.4.

D.12.1.2.3 — Mortero de revoque — Los morteros de recubrimiento o de revoque (pañete) son similares a los morteros de pega descritos en D.3.4, pero utilizando arenas finas que cumplan con las especificaciones de las Normas **ASTM C-926 y ASTM C-897**.

D.12.1.3 — ESPESOR MÍNIMO — Los muros de este tipo de mampostería deben tener un espesor real total no menor de 130 mm, los cuales corresponden a 90 mm de espesor real mínimo del muro de mampostería y a 20 mm de espesor mínimo de mortero de revoque en cada uno de los 2 lados del muro.

D.12.1.4 — RESISTENCIA MÍNIMA — La resistencia de la mampostería f'_m no puede ser inferior a 8 MPa. La resistencia del mortero de recubrimiento o revoque (pañete) f'_{cre} debe ser como mínimo de 12.5 MPa.

D.12.2 — USOS DE LA MAMPOSTERÍA REFORZADA EXTERNAMENTE

D.12.2.1 — Las limitaciones al uso de la mampostería reforzada externamente se basan en lo establecido al respecto en el Capítulo A.3 de este Reglamento. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente como uno de los sistemas estructurales de resistencia sísmica con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (DMI).

D.12.3 — REQUISITOS DEL REFUERZO

D.12.3.1 — GENERAL — El refuerzo utilizado en la mampostería reforzada externamente deberá cumplir con las especificaciones establecidas en el Capítulo D.2.

El uso, las características, el manejo y la colocación del refuerzo debe tener en cuenta las demás disposiciones establecidas en este Título.

D.12.3.2 — REFUERZO MÍNIMO — La cantidad de refuerzo dispuesta en los muros de mampostería reforzados externamente no pueden ser menor de los siguientes valores:

En cada lado del muro se debe colocar una malla electrosoldada que cumpla con las siguientes cuantías evaluadas con respecto al área bruta total del muro (incluye los espesores de mortero de revoque).

Refuerzo vertical mínimo	0.00035
Refuerzo horizontal mínimo.....	0.00035

D.12.3.2.1 — Separación del refuerzo — La separación tanto horizontal como vertical de los alambres de las mallas electrosoldadas utilizadas como refuerzo no puede ser mayor de 300 mm.

D.12.3.3 — ANCLAJE DEL REFUERZO — Las mallas de alambre electrosoldado se deberán anclar a la mampostería de tal manera que puedan alcanzar su resistencia a la fluencia especificada f_y .

Si la malla se fija a la mampostería mediante conectores instalados a través de una carga explosiva de potencia controlada (tiro) o mediante clavos de acero, el número mínimo será de nueve (9) por m^2 . Los clavos y tiros deben tener un diámetro mínimo de 3 mm; la cabeza del clavo o del tiro debe quedar salida del muro por lo menos 10 mm.

Las mallas también se pueden anclar colocando conectores de barras o alambres de acero con diámetro mínimo de 4.5 mm, de tal manera que atraviesen el muro de mampostería y abracen con un gancho de 90° en cada extremo a las 2 mallas electrosoldadas; el número mínimo será de cuatro (4) por metro cuadrado

Las mallas se deben amarrar a los conectores utilizando alambre galvanizado número 16 (diámetro igual a 1.3 mm).

Las mallas deberán rodear los bordes verticales de los muros y los bordes de las aberturas y prolongarlas como mínimo 200 mm más allá del extremo de los bordes del muro .

El refuerzo deberá ser continuo a lo largo y alto de los muros (disponiendo de los traslapes que sean necesarios) y deberá anclarse adecuadamente en la fundación de concreto reforzado cumpliendo las longitudes de desarrollo y los traslapes según se especifica en el Título C.

D.12.4 — REQUISITOS DE DISEÑO

D.12.4.1 — GENERAL — Los muros reforzados externamente se deben diseñar siguiendo los requisitos de este Reglamento, teniendo en cuenta las propiedades mecánicas de los materiales especificados y las características dimensionales de la sección compuesta, y siguiendo los procedimientos apropiados para el estudio de la distribución de esfuerzos en elementos compuestos de varios materiales.

Adicionalmente deben tenerse en cuenta para el diseño los requisitos de esta sección.

D.12.4.2 — ANÁLISIS — El análisis estructural de los muros de mampostería reforzada externamente debe basarse en la sección transformada elástica de la sección neta compuesta. Cuando el diseño se realice por el método de los esfuerzos de trabajo admisibles, los esfuerzos evaluados en cualquier porción de la mampostería compuesta, deberán estar dentro de los límites establecidos para el material de esa porción. Los esfuerzos admisibles para el material de recubrimiento (revoque o pañete) se deben determinar con las mismas fórmulas utilizadas para la mampostería reemplazando el valor de f'_m por f'_{cre} .

D.12.4.3 — MÓDULO DE ELASTICIDAD — El módulo de elasticidad de cada material componente de la mampostería reforzada externamente, se debe determinar de acuerdo con D.5.2, pero el módulo de elasticidad del mortero de revoque podrá tomarse como $E_{cre} = 2000\sqrt{f'_{cre}}$ MPa. Cuando la relación entre los módulos sea superior a 2 ó inferior a 0.5 los módulos de elasticidad deben determinarse mediante ensayos, tomando el valor secante entre $0.05f'_m$ y $0.33f'_m$ y entre $0.05f'_{cre}$ y $0.33f'_{cre}$ respectivamente.

D.12.4.4 — SECCIÓN TRANSFORMADA — Al transformar la sección en un solo material, se debe tomar uno de ellos como base. La dimensión paralela al eje neutro de la sección, debe ser el producto de la relación modular por la dimensión original, sin alterar las dimensiones en la dirección ortogonal al eje neutro. Ni la altura efectiva, ni la longitud de los elementos se pueden modificar debido a la transformación de la sección. El espesor efectivo considerado debe ser el de la sección original.

D.12.4.5 — MONOLITISMO — La mampostería reforzada externamente se debe diseñar para que tenga un funcionamiento monolítico. Se deben estudiar y atender los esfuerzos internos derivados de los cambios de volumen y otros efectos reológicos si se presentan.

D.12.4.6 — ANÁLISIS Y DISEÑO SIMPLIFICADO — El análisis y diseño de los muros de mampostería reforzada externamente se pueden hacer de una manera simplificada despreciando el aporte a la resistencia de la porción de mampostería dándole toda la responsabilidad a las capas de mortero de recubrimiento o revoque (pañete). El análisis y diseño se puede hacer cumpliendo los requisitos del Título C, como si se tratase de muros de concreto con un espesor igual a la suma de los 2 espesores de las capas de recubrimiento y con una resistencia especificada a la compresión $f'_c = f'_{cre}$.

Se deben cumplir todos los requisitos de este Capítulo excepto los relacionados con sección compuesta.

D.12.5 — REQUISITOS ADICIONALES DE CONSTRUCCIÓN

D.12.5.1 — ESPESOR DE LA CAPA DE MORTERO DE RECUBRIMIENTO — El espesor de cada uno de las capas de mortero de recubrimiento (revoque) no podrá ser menor de 15 mm ni mayor de 45 mm. Cuando el espesor total de la capa de mortero de recubrimiento sea mayor de 15 mm dicho mortero se deberá colocar en capas sucesivas con espesores entre 10 y 15 mm hasta completar el espesor total.

D.12.5.2 — RECUBRIMIENTO MÍNIMO A LA MALLA DE REFUERZO — La malla electrosoldada colocada como refuerzo en los muros de mampostería reforzada externamente deberán tener los siguientes recubrimientos mínimos, los cuales deben garantizarse durante el proceso constructivo utilizando dispositivos plásticos o similares desarrollados para tal fin:

- Recubrimiento mínimo a la superficie de mampostería = 5 mm
- Recubrimiento mínimo externo a la malla = 10 mm

D.12.5.3 — CURADO DEL MORTERO DE RECUBRIMIENTO O REVOQUE — El mortero de recubrimiento o revoque que se utilice en los muros de mampostería reforzada externamente debe ser sometido a un curado húmedo continuo durante por lo menos 7 días utilizando los mismos procedimientos y técnicas descritas y especificadas en el Título C.

D.12.5.4 — CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES — El control de calidad de los materiales se debe realizar de acuerdo con las normas de producción de los diferentes materiales y con las frecuencias descritas en D.3.8

Notas

APÉNDICE D-1

DISEÑO DE MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL POR EL MÉTODO DE LOS ESFUERZOS DE TRABAJO ADMISIBLES

D-1.0 - NOMENCLATURA

A_e	=	área efectiva de la sección transversal del elemento, mm ² .
A_{st}	=	área del refuerzo longitudinal del elemento, mm ² .
A_v	=	área del refuerzo a cortante, mm ² .
b	=	ancho efectivo de una sección rectangular, mm.
b_w	=	ancho del alma del elemento, mm.
d	=	altura efectiva de la sección del elemento, mm.
E	=	efectos sísmicos reducidos.
F_a	=	esfuerzo admisible de compresión debido a carga axial, MPa.
F_b	=	esfuerzo admisible de compresión debido a flexión, MPa.
F_s	=	esfuerzo admisible en el refuerzo, MPa., o fuerzas sísmicas.
F_t	=	esfuerzo admisible de tracción debida a flexión, MPa.
F_v	=	esfuerzo admisible de cortante, MPa.
f_a	=	esfuerzo causado por la fuerza axial calculado con el área efectiva, MPa.
f_b	=	esfuerzo de compresión causado por la flexión calculado con el área efectiva, MPa.
f'_m	=	resistencia a la compresión de la mampostería, MPa.
f_v	=	esfuerzo cortante solicitado, MPa.
f_y	=	esfuerzo nominal de fluencia del refuerzo, MPa.
h'	=	altura efectiva del muro o columna, mm.
j	=	factor del brazo de palanca tracción-compresión, adimensional.
M	=	momento flector que actúa sobre la sección debida a la carga de servicio.
P_a	=	fuerza axial de compresión admisible, N.
R	=	coeficiente de capacidad de disipación de energía.
R_e	=	coeficiente utilizado para tener en cuenta los efectos de esbeltez en elementos a compresión.
s	=	espaciamiento del refuerzo transversal en medida paralela al eje del elemento, mm.
t	=	espesor efectivo de la sección para evaluar efectos de pandeo, mm. Véase D.5.4.2.
V	=	fuerza de cortante bajo cargas de servicio, N.

D-1.1 — ALCANCE

D-1.1.1 — Se permite diseñar la mampostería estructural por el método de los esfuerzos de trabajo, utilizando las combinaciones de carga descritas en B.2.3, como un procedimiento alternativo a los procedimientos de diseño presentados en el Capítulo D.5.

D-1.1.2 — Se permite el diseño de estructuras de mampostería por el método de los esfuerzos de trabajo descrito en B.2.3.

D-1.2 — PRINCIPIOS GENERALES

D-1.2.1 — Puede despreciarse la resistencia a tracción en la mampostería para esfuerzos inducidos por cargas axiales de tracción y por efectos de flexión paralela o perpendicular al plano del muro.

D-1.2.2 — Para efectos de la aplicación del presente Apéndice se puede considerar una distribución lineal entre

esfuerzos y deformaciones, con los materiales trabajando en el rango elástico.

D-1.2.3 — Los esfuerzos permisibles para el diseño se deben basar en el valor seleccionado para f'_m de acuerdo a D.3.7.

D-1.2.4 — El diseño estructural de la mampostería debe cumplir los principios de equilibrio y compatibilidad de deformaciones, así como las características mecánicas del material.

D-1.2.5 — Se pueden emplear para el diseño por la metodología presentada en este Apéndice, los módulos de elasticidad y de cortante prescritos en D.5.2.

D-1.3 — CARGAS

D-1.3.1 — Las estructuras de mampostería deben diseñarse para los efectos de las cargas combinadas especificadas en el Título B de este Reglamento. Así mismo en la evaluación de los esfuerzos de diseño, se deben tener en cuenta los efectos de las cargas sobre los desplazamientos.

D-1.3.2 — Las diferentes solicitaciones que deben ser tenidas en cuenta, se combinan para obtener las fuerzas internas de diseño de la estructura, de acuerdo con los requisitos de B.2.3 del Reglamento. En cada una de las combinaciones de carga requeridas, las solicitaciones se multiplican por el coeficiente de carga prescrito para esa combinación allí. En los efectos causados por el sismo se tiene en cuenta la capacidad de disipación de energía del sistema estructural, lo cual se logra empleando unos efectos sísmicos reducidos, E , obtenidos dividiendo las fuerzas sísmicas de diseño F_s , determinadas de acuerdo con los requisitos del Título A del Reglamento, por el coeficiente de capacidad de disipación de energía $R(E = F_s/R)$.

D-1.3.3 — Además de las combinaciones de cargas verticales y horizontales especificadas, se debe capacitar la estructura y sus partes para atender los efectos causados por contracción, expansión, flujo plástico, asentamientos previstos y condiciones ambientales de funcionamiento.

D-1.3.4 — Cuando en la evaluación de los esfuerzos se hayan incluido las cargas transitorias laterales de viento ó sismo, los esfuerzos permisibles se pueden incrementar siguiendo lo indicado en B.2.3.4.

D-1.4 — CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES EFECTIVAS

D-1.5.1 — Deben cumplirse la totalidad de los requisitos de la sección D.5.4 en el diseño de mampostería por el método de los esfuerzos de trabajo.

D-1.5 — DISEÑO POR EL MÉTODO DE LOS ESFUERZOS DE TRABAJO ADMISIBLES

D-1.5.1 — GENERALIDADES — Los esfuerzos máximos calculados en los elementos de estructuras de mampostería bajo cargas de servicio, no deben exceder los valores establecidos en esta sección, utilizando las características dimensionales y en los materiales especificados.

D-1.5.2 — ESFUERZOS ADMISIBLES PARA COMPRESIÓN AXIAL — Los esfuerzos admisibles de compresión axial (F_a) no deben exceder los valores siguientes:

Muros de mampostería

$$F_a = 0.20 f'_m R_e \quad (D-1.5-1)$$

Columnas de mampostería:

No reforzadas

$$F_a = 0.20 f'_m R_e \quad (D-1.5-2)$$

Reforzadas

$$F_a = P_a / A_e \quad (D-1.5-3)$$

donde:

$$P_a = (0.20 f'_m (A_e - A_{st}) + 0.65 A_{st} F_s) R_e \quad (D-1.5-4)$$

$$R_e = 1 - \left[\frac{h'}{42t} \right]^2 \text{ para } h'/t \leq 30 \quad (D-1.5-5)$$

$$R_e = \left[\frac{21t}{h'} \right]^2 \text{ para } h'/t > 30$$

D-1.5.3 — ESFUERZOS ADMISIBLES PARA COMPRESIÓN POR FLEXIÓN — El valor para el esfuerzo máximo admisible de trabajo para compresión por flexión (F_b) se debe tomar como $0.33f'_m$, pero no puede ser mayor que 14 MPa.

$$F_b = 0.33 f'_m \leq 14 \text{ MPa} \quad (D-1.5-6)$$

D-1.5.4 — ESFUERZOS ADMISIBLES PARA TRACCIÓN POR FLEXIÓN EN LA MAMPOSTERÍA NO REFORZADA — La tracción desarrollada en las juntas de mortero por flexión en muros con aparejo trabado, no puede exceder los valores indicados en la tabla D-1.5-1. Cuando el mortero contenga cemento de mampostería, dichos valores deben reducirse en un 50%.

D-1.5.4.1 — No se permite suponer resistencia a la tracción en las juntas, para esfuerzos producidos por cargas axiales de tracción (no producidos por efectos de flexión).

D-1.5.4.2 — Los valores prescritos en la presente sección no son aplicables a elementos sin carga axial, como vigas y dinteles.

Tabla D-1.5-1

Esfuerzos admisibles para tracción por flexión de la mampostería con aparejo trabado F_t (MPa)

Dirección de los esfuerzos de tracción por flexión y tipo de mampostería.	Morteros de cemento pórtland y cal		Morteros de cemento para mampostería	
	H, M, ó S	N	H, M, ó S	N
Perpendicular a las juntas horizontales				
- Unidades Macizas	0.28	0.21	0.17	0.10
- Unidades de perforación vertical ⁽¹⁾				
- Sin rellenar	0.17	0.13	0.10	0.06
- Rellenas con morteros de inyección	0.45	0.43	0.42	0.40
Perpendicular a la junta vertical				
- Unidades Macizas	0.55	0.41	0.33	0.21
- Unidades de perforación vertical				
- Sin rellenar	0.35	0.26	0.21	0.13
- Rellenas y parcialmente rellenas con morteros de inyección	0.55	0.41	0.33	0.21

1. Para mampostería parcialmente inyectada, los esfuerzos admisibles deberán ser determinados por interpolación lineal de los valores dados para las unidades de perforación vertical sin rellenar y las rellenas con mortero de relleno basada en la cantidad (porcentaje) relleno con mortero de relleno.

D-1.5.5 — ESFUERZOS COMBINADOS — ECUACIÓN FUNDAMENTAL — Cuando se combinen esfuerzos de compresión por carga axial y por flexión, se debe utilizar un procedimiento apropiado basado en los principios de la mecánica de sólidos. En su defecto se pueden verificar los esfuerzos por medio de la siguiente ecuación:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1.0 \quad (\text{D-1.5-7})$$

D-1.5.6 — ESFUERZOS ADMISIBLES DE CORTANTE PARA VIGAS — Para el método de esfuerzos admisibles en el cálculo de cortante en elementos a flexión (vigas), se deben emplear los siguientes valores:

Esfuerzo cortante solicitado:

$$f_v = \frac{V}{bjd} \quad (\text{D-1.5-8})$$

En donde j se puede tomar como 0.8 en caso de no realizar un análisis de compatibilidad de deformaciones. Para miembros con secciones en **T** o **I**, se debe reemplazar b por b_w .

Esfuerzo cortante admisible para elementos sin refuerzo para cortante

$$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{12} \leq 0.35 \text{ MPa} \quad (\text{D-1.5-9})$$

Si se exceden los valores especificados, el refuerzo debe tomar todo el cortante y se debe espaciar a distancias no mayores que $d/2$. En este caso no se debe exceder el siguiente límite:

$$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{4} \leq 1.1 \text{ MPa} \quad (\text{D-1.5-10})$$

D-1.5.7 — ESFUERZOS ADMISIBLES PARA CORTANTE EN MUROS — Para el método de esfuerzos admisibles, en el cálculo del cortante en muros de mampostería, se deben emplear los siguientes valores:

Esfuerzo cortante solicitado:

$$f_v = \frac{V}{bjd} \quad (\text{D-1.5-11})$$

En donde j se puede tomar como 0.8 en caso de no realizar un análisis de compatibilidad de deformaciones. Para miembros con secciones en **T** o **I**, se debe reemplazar b por b_w .

(a) Esfuerzo cortante admisible en muros de mampostería no reforzada:

$$F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{40} \leq 0.56 \text{ MPa} \quad (\text{D-1.5-12})$$

El esfuerzo admisible F_v puede ser incrementado en $0.2f_{am}$, donde f_{am} es el esfuerzo de compresión debido a carga muerta solamente.

(b) Esfuerzo cortante admisible en muros de mampostería con refuerzo:

La mampostería toma todo el cortante

$$\frac{M}{Vd} < 1.0 \quad F_v = \left(4 - \frac{M}{Vd}\right) \frac{\sqrt{f'_m}}{40} \leq \left(0.6 - 0.3 \frac{M}{Vd}\right) \text{ MPa} \quad (\text{D-1.5-13})$$

$$\frac{M}{Vd} \geq 1.0 \quad F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{12} \leq 0.25 \text{ MPa} \quad (\text{D-1.5-14})$$

El refuerzo toma todo el cortante

$$\frac{M}{Vd} < 1.0 \quad F_v = \left(4 - \frac{M}{Vd}\right) \frac{\sqrt{f'_m}}{24} \leq \left(0.84 - 0.3 \frac{M}{Vd}\right) \text{ MPa} \quad (\text{D-1.5-15})$$

$$\frac{M}{Vd} \geq 1.0 \quad F_v = \frac{\sqrt{f'_m}}{8} \leq 0.52 \text{ MPa} \quad (\text{D-1.5-16})$$

D-1.5.8 — La cantidad de refuerzo transversal requerido se debe calcular mediante la siguiente expresión:

$$A_v = \frac{f_v b_w s}{F_s} \quad (\text{D-1.5-17})$$

Donde s es el espaciamiento del refuerzo al corte, el cual no debe exceder 1.20 m ni $d/2$, b_w es el ancho efectivo del alma de la sección, F_s es el esfuerzo admisible en el refuerzo a cortante en MPa, f_v es el esfuerzo cortante de diseño en MPa y A_v es el área del refuerzo a cortante en mm^2 .

D-1.5.8.1 — El refuerzo transversal de cortante debe colocarse en piezas especiales tipo viga, ubicadas máximo cada 1.20 m. y a distancias no mayores a $d/2$. Dentro del área de refuerzo transversal de cortante no debe incluirse el refuerzo colocados en las juntas de mortero de la mampostería, el cual solo cumple funciones de disminución de la fisuración.

D-1.5.9 — SECCIÓN CRÍTICA PARA CORTANTE — La sección crítica de diseño a cortante debe localizarse teniendo en cuenta las condiciones de apoyo, aplicación de cargas y las condiciones particulares de funcionamiento del elemento.

D-1.5.10 — ESFUERZOS ADMISIBLES EN EL REFUERZO — Se tomarán los siguientes valores para los esfuerzos máximos en el refuerzo (F_s):

(a) Esfuerzos de tracción, por flexión o por cortante

Barras corrugadas

$$F_s = 0.5f_y \leq 170 \text{ MPa} \quad (\text{D-1.5-18})$$

Barras lisas

$$F_s = 0.4f_y \leq 140 \text{ MPa} \quad (\text{D-1.5-19})$$

Alambres

$$F_s = 0.5f_y \leq 210 \text{ MPa} \quad (\text{D-1.5-20})$$

(b) Esfuerzos de compresión

En columnas

$$F_s = 0.4f_y \leq 170 \text{ MPa} \quad (\text{D-1.5-21})$$

En elementos sometidos a flexión, la resistencia del acero de refuerzo a la compresión debe despreciarse a menos que el refuerzo vertical sea provisto de refuerzo transversal como se indica en el artículo D.4.2.

Barras corrugadas

$$F_s = 0.5f_y \leq 170 \text{ MPa} \quad (\text{D-1.5-22})$$

Barras lisas

$$F_s = 0.4f_y \leq 140 \text{ Mpa} \quad (\text{D-1.5-23})$$

