

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

Supervisión técnica de muros de mampostería reforzada con capacidad de disipación moderada (DMO) para unidades de vivienda en el municipio de Florencia, Caquetá

Gustavo Adolfo Gómez Cárdenas

Jairo Alberto Gómez Roa

Trabajo de grado para optar el título de Especialista En Interventoría Y Supervisión De La Construcción

Director:

Ing. Nicolás Moreno Yañez

Ingeniero Civil

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Arquitectura

2019

Agradecimientos

El presente documento lo dedicamos a nuestras familias, ya que sin el apoyo de estas no hubiera sido posible la realización del mismo; a Dios por darnos la inspiración necesaria para proyectar este documento.

Por otro lado, agradecemos a la Universidad Santo Tomas por facilitarnos todas las herramientas bibliográficas y guiarnos en este proceso, también a los compañeros de la cohorte 18 de la Especialización En Interventoría Y Supervisión De La Construcción por haber compartido tantos momentos gratos, y finalmente a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a que pudiéramos culminar este gran proyecto.

Contenido

	pág.
Introducción	1
1. Objetivos	4
1.1 Objetivo General	4
1.2 Objetivos Específicos	4
2. Marco Referencial	5
2.1 Clasificación de la mampostería estructural	5
2.1.1 Mampostería de Cavidad Reforzada	5
2.1.2 Mampostería Reforzada	5
2.1.3 Mampostería Parcialmente Reforzada	6
2.1.4 Mampostería No Reforzada	6
2.1.5 Mampostería de Muros Confinados.	6
2.1.6 Mampostería de Muros Diafragma	7
2.1.7 Mampostería Reforzada Externamente.	7
2.2 Supervisión Técnica	7
2.2.1 Grados De Supervisión	8
2.2.1.1 Grado A (supervisión técnica continua)	8
2.2.1.2 Grado B (supervisión técnica itinerante	8
3. Método inductivo	10
4. Resultados	11
4.1 Presentación	11
4.2 Ensayos para la verificación del concreto de obra	12

4.3 Acero de refuerzo	13
4.4 Mortero de pega en la mampostería reforzada	14
4.5 Características de los materiales utilizados	16
4.6 Control de planos	20
4.6.1 Parámetros mínimos sugeridos para la revisión de planos	20
4.7 Ejecución de la Mampostería	21
4.8 Colocación Del Concreto	27
4.9 Cimentaciones	30
4.10 Colocación De Instalaciones	31
4.11 Uso de la formaleta	33
4.12 Hormigueros en elementos de concreto	34
4.13 Reparación de hormigueros en elementos de concreto	35
5. Conclusiones	38
Referencias Bibliográficas	39
Apéndices	45

Lista de Tablas

pág.

Tabla 1. <i>Grado de supervisión técnica recomendado para la mampostería según la NSR 10, tabla I.4.3.1</i>	9
Tabla 2. <i>Resumen de ensayos y especificaciones, para la verificación del concreto de obra, extraído de la NSR-10, numeral C.5.6 — Evaluación y aceptación del concreto.</i>	12
Tabla 3. <i>Listado de exigencias de calidad del Acero</i>	13
Tabla 4. <i>Clasificación de los morteros de pega por propiedad o por proporción, Norma NSR-10.</i>	16
Tabla 5. <i>Listado de exigencias para el Mortero de Pega</i>	18
Tabla 6. <i>Listado de exigencias para el Groutung</i>	18
Tabla 7. <i>Listado de exigencias para las Piezas de mampostería</i>	19
Tabla 8. <i>Suministrada de la NSR-10 numeral D.4.2-2 Tolerancia constructiva para muros de mampostería.</i>	23
Tabla 9. <i>Lista de chequeo para supervisión técnica itinerante de estructuras en mampostería.</i> ..	36

Lista de Figuras

pág.

<i>Figura 1.</i> Bloque de edificio urbanización la gloria, municipio de Florencia Caquetá.....	11
<i>Figura 2.</i> Esquema de dimensiones de cilindros para toma de muestras de concreto.....	13
<i>Figura 3.</i> Esquema de muestras de log 1.20 de cada diámetro de trabajo.....	14
<i>Figura 4.</i> Ilustración de dimensiones de cilindros para ensayos de mortero de pega.	18
<i>Figura 5.</i> Detalle de elaboración de muretes para ensayo de Grouting.	19
<i>Figura 6.</i> Geometría de una pieza de mampostería.	19
<i>Figura 7.</i> Unidades de mampostería.....	22
<i>Figura 8.</i> Cavidades de ventanas de inspección o ratoneras.	23
<i>Figura 9.</i> Verificación de cavidad de la celda, vaciado del Grouting y sellado de ratoneras.....	24
<i>Figura 10.</i> Correcta colocación del mortero de pega tanto en los laterales como en divisiones internas.....	25
<i>Figura 11.</i> Detalle de conexión de armado entre placa y rampa para escaleras.	25
<i>Figura 12.</i> Disposición y armado del acero en placa entrepiso con sus respectivas instalaciones.	26
<i>Figura 13.</i> Instalación del acero vertical para columnas de confinamiento o instalaciones en dovelas e instalación de aceros horizontales llamados grafiles.	27
<i>Figura 14.</i> Placa de cimentación, tipo flotante, para estructura de mampostería estructural de la urbanización la gloria, Florencia Caquetá.	28
<i>Figura 15.</i> Detalles de instalación de redes eléctricas en la placa de entre piso, para estructura de mampostería estructural de la urbanización la gloria, Florencia - Caquetá.....	28

<i>Figura 16.</i> Placa de 15 cm de entrepiso con presencia de hormigonero, urbanización la gloria, Florencia - Caquetá.	29
<i>Figura 17.</i> El supervisor técnico siempre verificará las dimensiones de los elementos antes durante y después del trabajo de fundición, así como el curado del mismo, urbanización la gloria, Florencia - Caquetá.	30
<i>Figura 18.</i> Trincheras de cimentación perfectamente definidas y excavadas antes de la fundición. Urbanización la gloria, Florencia - Caquetá.	30
<i>Figura 19.</i> Trincheras de excavación de cimentación inestables, en las cuales fue necesario realizar un tablestacado en plástico y fundición de solado para poder estabilizar el terreno, Urbanización La Gloria, Florencia - Caquetá.	32
<i>Figura 20.</i> Colocación de refuerzo adicional en pases de tubería. Urbanización La Gloria, Florencia - Caquetá.	32
<i>Figura 21.</i> Vista clara de un proceso adecuado de instalación de redes en elementos de mampostería.	32
<i>Figura 22.</i> Formaletas en madera poco confiables que no garantizan su trabajo y desarrollo, por su parte la estructura metálica, aunque de mejores condiciones, no cumple certificado de calidad. Urbanización La Gloria, Florencia - Caquetá.	33
<i>Figura 23.</i> Zonas que fueron identificadas como fallo por hormigoneros en el concreto. Urbanización La Gloria, Florencia - Caquetá.	34
<i>Figura 24.</i> Pasos para la reparación de fallos por hormigoneros	35

Lista de apéndices

pág.

Apéndice A. Documento para supervisión técnica Ley 400 de 1997 – ley 1229 de 2000	45
Apéndice B. Documento para supervisión técnica Ley 400 de 1997 – ley 1229 de 2000.....	46
Apéndice C. Documento para supervisión técnica Ley 400 de 1997 – ley 1229 de 2000.....	48
Apéndice D. Documento para supervisión técnica Ley 400 de 1997 – ley 1229 de 2000	50
Apéndice E. Documento para supervisión técnica Ley 400 de 1997 – ley 1229 de 2000.....	52
Apéndice F. Documento para supervisión técnica NSR – 10 TÍTULO D	54
Apéndice G. Documento para supervisión técnica NSR – 10 TÍTULO D	55

Glosario

El siguiente glosario es tomado de la Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR 10 de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010) en su título D.

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 (Afanador, Guerrero, & Monroy, 2012).

Aditivo — Es toda substancia, 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 (Díaz & Abreu, 2017).

Aparejo — Patrón de colocación de las unidades de mampostería (Fonseca, 2018).

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 (Fonseca, 2018).

Arcilla cocida (cerámica) — Mezcla de arcilla, sílice y otros componentes menores,

moldeada y que ha sido sometida a temperaturas altas por tiempo prolongado (García, Gómez, & Monroy, 2012).

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 (Criales, Peñaranda, & Sánchez, 2018).

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 (Criales, Peñaranda, & Sánchez, 2018).

Celda — Cavidad continua interior en la mampostería (Criales, Peñaranda, & Sánchez, 2018).

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 (Arteta, 2000).

Cuantía — Relación entre el área transversal del refuerzo y el área bruta de la sección considerada (Castilla & Villalobos, 1997).

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 (Agrado, 2014).

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 (Agrado, 2014).

Plasticidad (mortero de pega) — Facilidad con que se extiende el mortero de pega sobre una superficie, sin pérdida de su uniformidad (Agrado, 2014).

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

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 (Alegre & Cansario, 2013).

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 (Fonseca, 2018).

Resumen

Esta monografía ofrece los lineamientos para una adecuada supervisión técnica de muros de mampostería reforzada con capacidad de disipación moderada (DMO) para viviendas en el municipio de Florencia. Está dirigido a profesionales afines al área de la construcción que desarrollan actividades de supervisión técnica en estructuras de mampostería, y su objetivo es ilustrar y orientar algunos procesos propios de la supervisión técnica en el marco del título D de la NSR-10. De manera resumida se presentan las revisiones mínimas que se deben desarrollar para la supervisión de actividades en este tipo de estructuras según lo contemplado en el reglamento de construcción sismo resistente colombiano NRS-10, Para facilitar su entendimiento.

Se pretende dar un vistazo general a los ensayos y especificaciones necesarios para el desarrollo de las actividades así como al control de planos, ejecución de mampostería, colocación de refuerzo, colocación de concreto, cimentaciones, colocación de instalaciones, uso de formaletas, por último en este documento se abordaran temas de suma importancia, como lo son la lista de chequeo para supervisión técnica de estructuras en mampostería, y se enunciará y describirá la reparación de hormigueros en elementos de concreto.

Palabras Clave: supervisión técnica, mampostería, concreto , ensayos, especificaciones

Abstract

This monograph offers the guidelines for adequate technical supervision of reinforced masonry with moderate dissipation capacity (DMO) for homes in the municipality of Florence. It is aimed at related professionals in the area of construction that the technical supervision activities in the masonry structures, and its aim is to illustrate and guide some processes of technical supervision under the title D of the NSR-10. In this way the revisions are summarized.

It is intended to give a general overview of the tests and specifications necessary for the development of the activities as well as the control of plans, masonry execution, reinforcement placement, concrete placement, foundations, placement of facilities, use of forms, finally in this document will address very important issues, such as the checklist for technical supervision of structures in masonry, and spell out and describe the repair of anthills in concrete elements.

Keywords: technical supervision, masonry, concrete, tests, specifications

Introducción

En Colombia y en general en el mundo, las normas en lo referente a construcción, se hacen posterior a desastres, es decir, se crean con el fin de minimizar los efectos de los sucesos catastróficos y salvaguardar las vidas humanas. Aunque ya existen normas regulatorias en lo referente a la mampostería reforzada, que son de obligatorio cumplimiento, las labores de ejecución y seguimiento no son las más adecuadas, esto según el artículo de opinión de Gorbanet, González y Barón (2011) publicado en la Revista de Economía Institucional, volumen 13, “¿para qué sirve la interventoría de las obras públicas en Colombia?”, donde se señala el sin número de falencias en las labores de interventoría o supervisión de las obras públicas, y donde se expresó lo siguiente: “se observaron en numerosas obras en varios departamentos: falta de seguimiento continuo y de rigurosidad, laxitud en materia de calidad e incumplimiento de diseños y plazos” (p. 422), todo esto nos lleva a pensar, que hacen falta guías de lineamientos y de control para las labores de interventores y supervisores.

Según la revista Construdata (2012) en el análisis de “¿cómo se construye en Colombia?” La mampostería reforzada es el tercer sistema constructivo más utilizado en Colombia para viviendas de interés social, pero poco documentado y controlado.

De acuerdo a lo anterior, la mampostería estructural se convierte en un tema de interés para la ingeniería nacional, así como entender el comportamiento de la misma frente a eventos naturales como es el caso del sismo. Es así que la normatividad colombiana ha establecido requisitos mínimos a tener en cuenta, pero estos no se cumplen a cabalidad.

A nivel internacional también se presentan deficiencias en las construcciones en lo referente a supervisión técnica, tal como se evidencia en el artículo dado por Martínez y Martínez (2010) y

publicado por la Sociedad Mexicana De Ingeniería Estructural: Fallas estructurales comunes en las edificaciones de Mexicali B.C., en el que concluyen “El sismo ocurrido el pasado 4 de abril del 2010 en Mexicali, B.C. dejó al descubierto deficiencias en la reglamentación, y malas prácticas de construcción y supervisión que incrementan la posibilidad de daño de las edificaciones” (p. 13).

Para poder contextualizar la mampostería reforzada, la norma sismo resistente de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010) en el título D, la define como:

“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”. (p. D-5)

Algunos autores han tratado de implementar y crear mecanismos que permitan mejorar el sistema constructivo de la mampostería estructural, por ejemplo, mediante la metodología BIM en el cual se propone un modelo metodológico el cual, mediante la implementación de BIM, logre una mayor eficiencia, calidad y rentabilidad en los procesos constructivos de proyectos de vivienda multifamiliar VIS desarrollados con sistemas constructivos de mampostería estructural (Fonseca, 2018). El mismo autor concluye que,

“Herramientas como los formatos de coordinación, validación, mediciones, programación y supervisión y seguimiento de obra, facilitan la comunicación y elaboración de las distintas actividades que comprenden la gestión en este tipo de construcciones, mejorando y optimizando el trabajo interdisciplinario, y reduciendo en gran medida los reprocesos, los cuales repercuten directamente en los costos del proyecto.” (p. 192)

En el caso de aplicación, se ha evidenciado que las técnicas de construcción para este tipo de sistemas estructurales deben controlarse, o por lo menos ajustar para que se garantice las disposiciones establecidas en las normas, en el caso del municipio de Florencia Caquetá, de acuerdo con las experiencias vividas e información levantada, se identificó que existen muchos problemas de orden técnico en el proceso constructivo de la mampostería reforzada.

Por tal razón se pretende dar respuesta a ¿Cómo realizar una supervisión técnica de muros de mampostería reforzada con capacidad de disipación moderada (DMO), para unidades viviendas en el municipio de Florencia, Caquetá teniendo en cuenta la normativa colombiana?

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Revisar los lineamientos para la supervisión técnica de muros de mampostería reforzada con capacidad de disipación moderada (DMO), teniendo en cuenta la normativa colombiana. Caso de estudio: unidades de vivienda en el municipio de Florencia, Caquetá.

1.2 Objetivos Específicos

Identificar los requisitos que establece la normativa colombiana para muros de mampostería reforzada con capacidad de disipación moderada, en cuanto a los materiales, disposiciones geométricas y especificaciones de planos de construcción.

Identificar los aspectos más relevantes en la construcción de muros de mampostería reforzada, basados en las prácticas actuales de construcción en proyectos desarrollados en el municipio de Florencia – Caquetá

Proponer una lista de chequeo para la supervisión técnica de muros construidos con mampostería reforzada a partir de lo establecido en la NSR-10 y la experiencia de construcción con este sistema estructural en Florencia –Caquetá.

2. Marco Referencial

Para poder entender la supervisión técnica de la mampostería estructural, se deben precisar los conceptos dados en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10, según este reglamento existen 4 tipos de sistemas estructurales, dentro de ellos está el sistema de muros de carga y dentro de este sistema se encuentra la mampostería estructural.

2.1 Clasificación de la mampostería estructural

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).

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.

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).

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).

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 contruidos 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).

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.

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), tal como se indica en el Título D del Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR 10 de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010).

2.2 Supervisión Técnica

El Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR 10, 2010, define la supervisión técnica como la verificación de la sujeción de la construcción de la estructura de la edificación a los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural. Así mismo, que los elementos no estructurales se construyan siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador de los elementos no estructurales, de acuerdo con el grado de desempeño sísmico requerido. La supervisión técnica puede ser realizada por el interventor,

cuando a voluntad del propietario se contrate una interventoría de la construcción (Título I, del Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR 10 de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2010)).

2.2.1 Grados De Supervisión

2.2.1.1 Grado A (*supervisión técnica continua*). Es aquella en la cual todas las labores de Construcción se supervisan de una manera permanente. El supervisor técnico debe realizar visitas frecuentes a la construcción, y además debe destacar en la obra personal auxiliar, profesional y no profesional, con el fin de supervisar de una manera continua las operaciones de construcción. Se debe asignar un residente de supervisión técnica, el cual es una persona auxiliar profesional de asistencia permanente en la obra. Se recomienda efectuar los controles indicados en la tabla I.4.3-2 para este grado de supervisión técnica.

2.2.1.2 Grado B (*supervisión técnica itinerante*). Es aquella en la cual el supervisor técnico visita la obra con la frecuencia necesaria para verificar que la construcción se está adelantando adecuadamente. Durante algunas de las operaciones de construcción el supervisor técnico, o su auxiliar profesional, debe asistir personalmente para verificar la adecuada ejecución de la obra. En este grado de supervisión no es necesario designar personal auxiliar residente en la obra. Se recomienda que el supervisor técnico lleve a cabo, como mínimo, los controles indicados en la tabla I.4.3-2 para este grado de supervisión técnica. (Título I, Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR 10, 2010).A continuación en la tabla 1 se menciona el grado de supervisión recomendado para la mampostería.

Tabla 1. *Grado de supervisión técnica recomendado para la mampostería según la NSR 10, tabla I.4.3.1*

Materiales estructurales	Área construida (5)	Control de calidad realizado por el constructor	A Supervisión técnica itinerante	B Supervisión técnica continua.
Concreto estructural.	Menos de 2000 m ²	Grupo de uso I y II	Grupo de uso III y IV	
Estructura metálica y madera			Grupo de uso I y II	Grupo de uso III y IV
				Grupo de uso I, II, III y IV
		Grupo de uso I y II	Grupo de uso III y IV	
Mampostería				Grupo de uso I, II, III y IV
				Grupo de uso I, II, III y IV

Notas:

1. Está exenta de supervisión técnica de la construcción, según el artículo 18 de la ley 400 de 1997, las edificaciones con menos de 2000 m² de área construida.
2. Las estructuras de edificaciones de los grupos III y IV, independiente mente de su área, según el artículo 20 de la ley 400 de 1997, deben someterse a supervisión técnica de la construcción.
3. El diseñador estructural, o ingeniero Geotecnista, según el parágrafo 2° del artículo 18 de la ley 400 de 1997, pueden exigir supervisión técnica de la construcción, independientemente del área, según la complejidad, procedimientos constructivos o materiales empleados.
4. Las estructuras diseñadas y construidas de acuerdo con el título E del Reglamento, según el parágrafo 1° 18 de la ley 400 de 1997, están exentas de supervisión técnica, siempre y cuando se trate menos de 15 unidades de vivienda.
5. Cuando el proyecto se desarrolle por etapas, el área a construir será la consignada en la licencia de construcción.
6. Se recomienda supervisión técnica itinerante para estructuras de mampostería mayores a 1000 m².

3. Método inductivo

Se pretende alcanzar los objetivos de la investigación mediante la realización de las siguientes actividades:

- Revisión Bibliográfica: se buscará información acerca de la mampostería estructural, con el fin de dar soporte al trabajo a realizar
- Recopilación de información de la mampostería estructural en el municipio de Florencia Caquetá: Se procederá a realizar visitas a obras que se estén desarrollando con el sistema constructivo de mampostería estructural comparando la forma de ejecución con el cumplimiento de la normativa colombiana.
- Análisis información recopilada: Con la información recolectada en la obra se procederá a registrar los aspectos más relevantes en la construcción de muros de mampostería reforzada, creando listas de chequeo para el control y seguimiento de la supervisión técnica independiente.
- Construcción documento final: con base en la información recolectada, se elaborará el documento final

4. Resultados

4.1 Presentación

Esta guía de lineamientos está dirigida a profesionales afines al área de la construcción que desarrollan actividades de supervisión técnica en estructuras de mampostería, y su objetivo es ilustrar y orientar algunos procesos propios de la supervisión técnica. De manera resumida se presentan las revisiones mínimas que se deben desarrollar para la supervisión de actividades en este tipo de estructuras según lo contemplado en el reglamento de construcción sismo resistente colombiano NRS-10, para facilitar su entendimiento. Las fotografías y demás aportes son fundamentados en la experiencia del autor.



Figura 1. Bloque de edificio urbanización la gloria, municipio de Florencia Caquetá

4.2 Ensayos para la verificación del concreto de obra

El reglamento sismo resistente de Colombia establece los lineamientos y características a desarrollarse para la verificación , evaluación y aceptación del concreto en obra, estas condiciones se encuentran debidamente señaladas en los requisitos de los numerales C.5.6.2 a C.5.6.5 los cuales deberán ser realizados por técnicos de laboratorio debidamente calificados.

Tabla 2. *Resumen de ensayos y especificaciones, para la verificación del concreto de obra, extraído de la NSR-10, numeral C.5.6 — Evaluación y aceptación del concreto.*

Tamaño de cada muestra	Seis (6) Cilindros (Para ensayar 3 Parejas)
Frecuencia de Ensayo	Por cada 40 m ³ de concreto vaciado, por cada 200 m ² de área de losas o muros ó, por cada día de concreto vaciado (lo que primero ocurra).
Forma y Edades de ensayo	Dos (2) Cilindros a 7 ó a 14 días (alternativamente uno a 7 y uno a 14 días sólo como indicativos de la evolución de resistencia) Dos (2) Cilindros a 28 días
Tamaño del Espécimen (Cilindro)	6" x 12" (15 cm x 30 cm)
Tipo de Ensayo	Resistencia a la Compresión - NTC 673 - Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto. (ASTM C39) (ICONTEC, 2010)
Notas: estas notas están dadas como recomendación de la experiencia del autor.	➤ Como alternativa se acepta tomar tres (3) cilindros de tamaño 4" x 8" (10 cm x 20 cm), para ensayar a las mismas edades indicadas anteriormente. ➤ Se debe solicitar a la concretara la curva típica de Evolución de la Resistencia del Concreto. ➤ Tomar el ensayo de asentamiento (Slump, NTC 396 – Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto (ICONTEC, 1992). (ASTM C143)) al concreto que llegue en todos los carros.

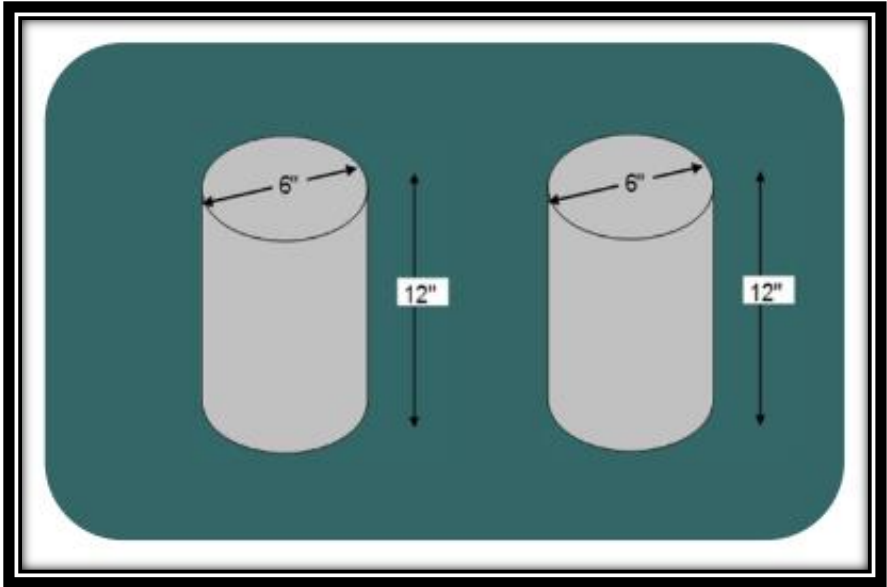


Figura 2. Esquema de dimensiones de cilindros para toma de muestras de concreto.

4.3 Acero de refuerzo

Dentro de las características de los materiales necesarios para el desarrollo de procesos constructivos en la mampostería estructural y reglamentados por el Código colombiano sismo resistente, encontramos el acero de refuerzo, como material indispensable y altamente exigido en condiciones de calidad para el cumplimiento de la obra.

Tabla 3. Listado de exigencias de calidad del Acero

Tamaño de cada muestra	Cuatro (4) Probetas (2 Parejas) por cada diámetro
Frecuencia de Ensayo	Cada 100 toneladas de acero consumido. o lo definido por la supervisión técnica.
Forma de ensayo	Dos (2) Probetas (de cada diámetro) Dos (2) Probetas (de cada diámetro) se dejan como contra mues- tra
Detalle del Espécimen (Probeta)	Barras #3, #4, #5, #6, #7 y #8 de 1.20m de longitud
Tipos de Ensayo	Propiedades Mecánicas (Fu, Fy, Fu/Fy, % de alargamiento) Área y Peso Doblamiento
Nota: Los informes deben incluir la siguiente información	Nombre y dirección de la obra Identificación del Constructor Fabricante y Norma de fabricación del acero Fecha de recepción de las muestras y fecha de realización de los Ensayos Señalar inequívocamente si se cumplen o no los parámetros Nombre y firma del director del laboratorio

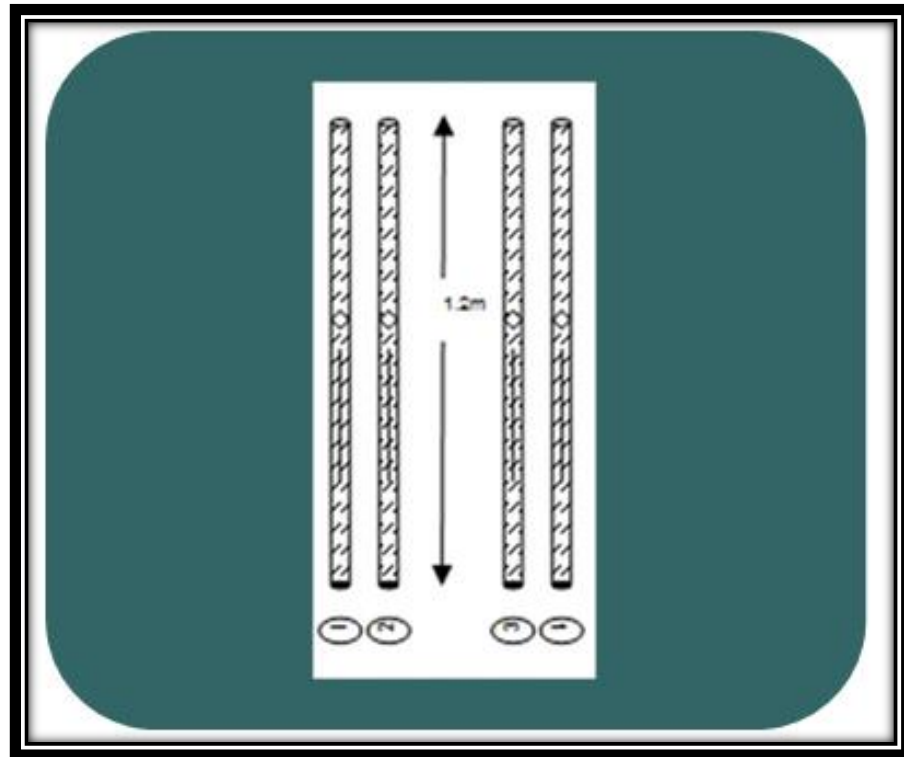


Figura 3. Esquema de muestras de log 1.20 de cada diámetro de trabajo.

4.4 Mortero de pega en la mampostería reforzada

En el gremio de la construcción uno de los elementos más usados y poco atendidos desde el punto de vista de sus especificaciones técnicas es el mortero de pega, material necesario para ligar o unir las unidades de mampostería y altamente utilizado en toda construcción convencional en Colombia. Según la Norma sismo resistente colombiana (NSR-10) en su título D, numeral D.2.5 definiciones, establece el siguiente concepto como mortero de pega: “Mortero de pega — Mezcla plástica de materiales cementantes, agregado fino y agua, usado para unir las unidades de mampostería.”.

Para poder hablar de las especificaciones del mortero de pega, debemos a hablar de las

normas técnicas que se exigen para cada uno de los materiales que lo conforman, para ello nos remitimos nuevamente a la NSR-10, título D, numeral 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 (ICONTEC, 1982) y NTC 321 (ICONTEC, 1982). 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)”² estas normas técnicas son de obligatorio cumplimiento, por lo que deben ser verificadas y soportadas en los informes de trabajos, así se garantiza la calidad del mortero de pega.

En específico los morteros de pega fabricados en obra deben cumplir la norma NTC 3329 (ASTM C270) de ICONTEC (2004) y con lo especificado en la Tabla D.3.4-1, de la NSR-10, y en contra parte los premezclados deberán cumplir con la norma NTC 3356 (ASTM C1142) de ICONTEC (2000), pero siempre garantizando una buena plasticidad, consistencia y tener una capacidad aceptable de retención de agua para la hidratación del cemento, además, garantizar su adherencia con la mampostería, como una unidad estable o monolítica.

Tabla 4. Clasificación de los morteros de pega por propiedad o por proporción, Norma NSR-10.

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 cemento ⁽⁵⁾	
							Min	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	0.25 a 1.25	No aplica	3.00	4.5
				0	No aplica	1	3.00	4.0

Nota 1:

1. 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).
2. Ensayo de resistencia a la compresión a 28 días en cubos de 50 mm de lado.
3. Ensayo realizado según NTC 4050 (ASTM C91).
4. Se puede utilizar cal hidratada en polvo tipo N o S.
5. Para este cálculo no se incluye como cementante la cal.
6. El mortero tipo N solo se permite en sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (DMI).
7. El tipo de cemento para mampostería (M, S o N) será el mismo que el tipo de mortero de pega.

Nota 2:

Como podemos apreciar la dosificación del mortero de pega, dicha dosificación debe basarse en ensayos de laboratorio o en experiencia del constructor en campo sobretodo en obras de regiones y condiciones climáticas similares, la clasificación de los tipos de mortero H, M, S o N son demonizaciones exclusivas para el uso en la mampostería, como medida de calidad se utiliza la toma de probetas en cubos de 50 mm o en cilindros de 75 mm por 150 mm de altura, estas muestra deberán garantizar la resistencia mínima a la compresión a los 28 días cumpliendo con Norma NTC 3546 (ASTM C780), en cada una de las pruebas tomadas. Para cada una de las dosificaciones expresadas en la tabla 1, se pueden identificar una con cemento portland y cal hidratada y otra con cemento portland y cemento para mampostería, es una buena práctica la utilización de una de las dos alternativas de dosificación, pero nunca se deberán utilizar las dos dosificaciones.

4.5 Características de los materiales utilizados

La cal que se utilice en la preparación del mortero deberá ser cal hidratada y cumpliendo con las especificaciones de mezcla antes señaladas siempre verificando que no perjudique las propiedades solicitadas al mortero (Gallegos, 1993).

Los agregados deberán tener estricto cumplimiento de la norma NTC 2240 (ASTM C144), libres de materiales contaminantes o perjudiciales a la mezcla (ICONTEC, 1994). El agua en una palabra debería ser potable y se deberá cumplir con el numeral C.3.4 de la NSR-10.

Los colorantes y aditivos deberán ser ensayados en laboratorios, mediante pruebas y proporciones adecuadas para el cumplimiento de los requisitos antes mencionados y ajustándose a las solicitudes especiales de color o comportamiento solicitados por la obra, en todo caso deberán ser aprobadas por el supervisor técnico (Muñoz, 2015).

La elaboración del mortero de pega con las dosificaciones señaladas en la tabla 1, deben realizarse utilizando mezcladoras mecánicas para obtener la plasticidad requerida. Cuando se mezclen los componentes en seco, la adición de agua se debe realizar hasta obtener la plasticidad y consistencia requeridas (Herrera & Narváez, 2017). El tiempo de mezclado deberá ser el necesario para obtener uniformidad en la mezcla garantizando no exceder en los tiempos para no presentar segregación en la pasta. Por último, la preparación de mezclas a mano la norma NSR-10 expresa claramente: “La preparación manual sólo se admite para trabajos de obras menores no contempladas en A.1.6.1 de este Reglamento.”

Para el caso de los morteros mezclados en seco en la obra, debe tenerse el cuidado de que no se inicie el proceso de hidratación del cemento con la humedad natural del agregado fino (arena), garantizando que se utilice el material de pega antes de dos horas y media, de lo contrario deberá desecharse (Vargas, 2013).

Los morteros premezclados de larga vida, deberán ser utilizados con estricto cumplimiento de las instrucciones del fabricante y en los tiempos especificados. Deberá realizarse ensayos de laboratorio que garanticen las propiedades de estos morteros al momento de su uso y sobre todo

en la aplicación después de largos periodos de tiempo (Martínez & Martínez, 2010).

Tabla 5. *Listado de exigencias para el Mortero de Pega*

Tamaño de <u>cada</u> muestra	Seis (6) cilindros (para ensayar 2 tríos)
Frecuencia de Ensayo	Un ensayo (promedio de 3 cilindros) por cada 200 m2 de muro ó por cada día de pega (lo que primero ocurra).
Forma y Edad de ensayo	Tres (3) Cilindros a 28 días. Tres (3) se dejan como testigos.
Tamaño del Espécimen (Cilindro)	3" x 6" (7.5 cm x 15 cm)
Tipo de Ensayo	Resistencia a la Compresión

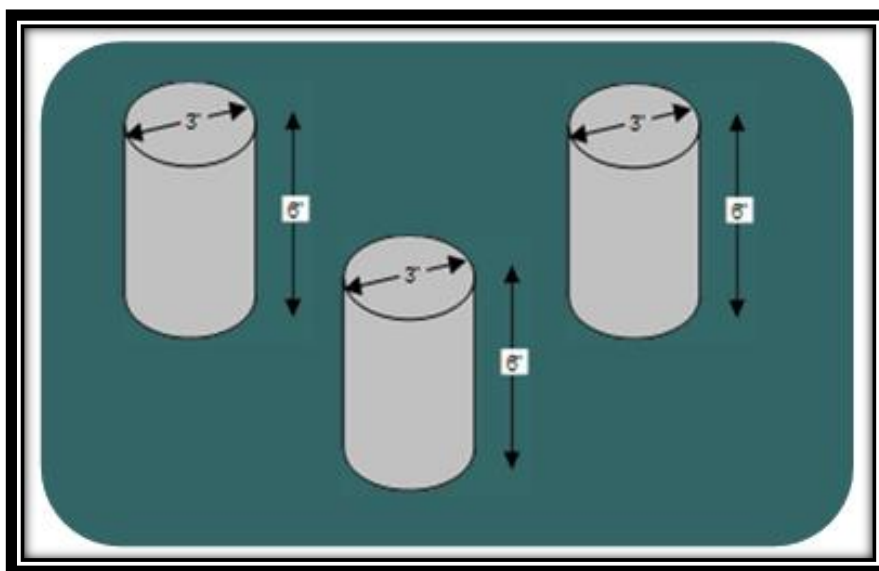


Figura 4. Ilustración de dimensiones de cilindros para ensayos de mortero de pega.

Tabla 6. *Listado de exigencias para el Groutung*

Tamaño de <u>cada</u> muestra	Tres (3) Muretes
Frecuencia de Ensayo	Un ensayo (promedio de 3 muretes) por cada 500 m2 de muro o fracción, para cada tipo de ladrillo ó bloque. NTC 4043 — Muestreo y ensayo de concreto fluido (Grouts). (ASTM C1019)
Forma y Edad de ensayo	Tres (3) Muretes a 28 días
Tamaño del Espécimen (Cilindro)	Los muretes deben elaborarse con los mismos materiales y bajo las mismas condiciones que la estructura. Los muretes deben tener un mínimo de 30cm de altura y una relación altura/ancha entre 1.5 y 5.
Tipo de Ensayo	Resistencia a la Compresión

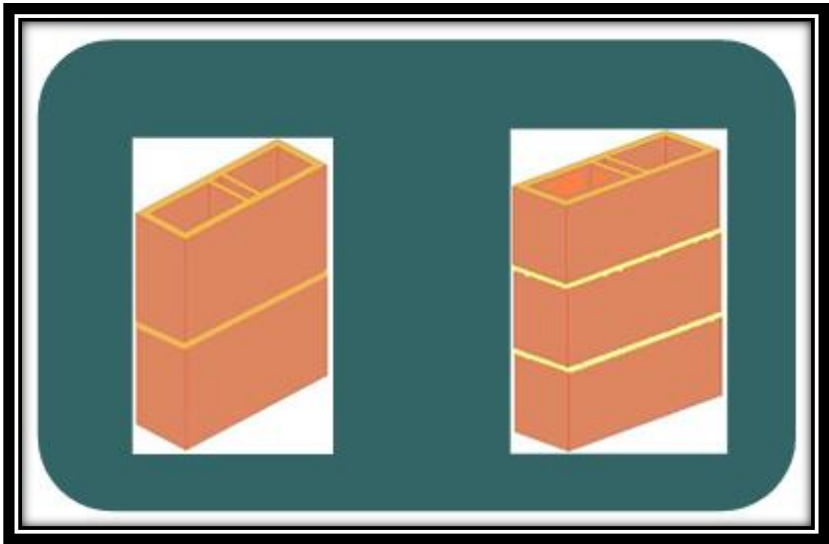


Figura 5. Detalle de elaboración de muretes para ensayo de Groutung.

Tabla 7. Listado de exigencias para las Piezas de mampostería

Tamaño de cada muestra	Cinco (5) Piezas
Frecuencia de Ensayo	Un ensayo (promedio de 5 piezas) por cada lote de producción y no menos de una (1) unidad por cada 200 m2 de muro, para cada tipo de ladrillo y bloque.
Tipos de ensayo	Resistencia a la Compresión Absorción Inicial y Total Estabilidad Dimensional

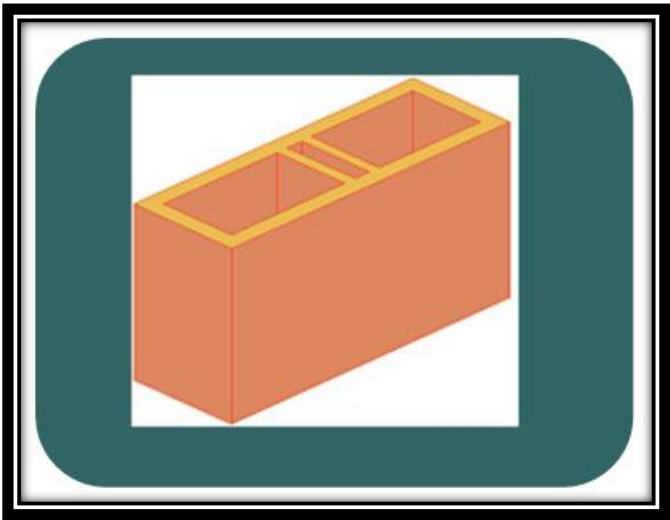


Figura 6. Geometría de una pieza de mampostería.

4.6 Control de planos

Teniendo en cuenta que la revisión de planos consiste en la verificación de la existencia de todas las indicaciones necesarias para poder realizar la construcción de una forma adecuada, con los planos del proyecto, se plantea los siguientes aspectos fundamentales que deben tenerse en cuenta para la revisión y control de planos. Se indican los aspectos como pasos a seguir (Solís, 2004).

En la revisión de planos no se incluye la elaboración de modelos matemáticos de verificación, ni revisiones en detalle de diseños (cargas, solicitaciones sísmicas, dimensiones, esfuerzos, cuantías, espesores, especificaciones de materiales, etc.), por cuanto se consideran de exclusiva responsabilidad del diseñador de la mampostería reforzada (Mehendale, Bambole, & Raghunath, 2017).

4.6.1 Parámetros mínimos sugeridos para la revisión de planos

1. Verificar el plano índice con la cantidad de planos. Debe haber consistencia en: Nombre del plano, versión, vigencia.
2. Revisar que los planos contengan las especificaciones de los materiales de construcción que se van a utilizar en la estructura, tales como resistencia del concreto, resistencia del acero, calidad de las unidades de mampostería, tipo de mortero, calidad de la madera, y toda información adicional que sea relevante para la construcción y supervisión técnica de la estructura (Villalobos, 2009).
3. Revisar de manera general la información consignada en los planos y determinar si la información indicada es suficiente para ser comprendidos completamente.
4. Verificar los detalles de cortes versus lo indicado en las plantas del proyecto.

5. Verificar detalles, cotas, textos y su correspondencia con las plantas del proyecto.
6. Revisar los detalles estructurales de cortes, secciones de columnas, secciones de vigas y su correspondencia con la planta del proyecto.
7. Revisar la existencia en planos de despiece de todos los elementos indicados en las plantas.

4.7 Ejecución de la Mampostería

Se debe tener presente la revisión del estado de las unidades de mampostería previa a su colocación, es decir, la limpieza e integridad para unidades de mampostería en arcilla se debe considerar el tiempo de pre humedecimiento, el cual se determina en base al resultado del ensayo de tasa inicial de absorción determinado por la norma NTC 4017 (ICONTEC, 2005) y que debe ser suministrado por el proveedor de las unidades de mampostería.

La colocación del mortero de pega debe hacerse cumpliendo lo especificado en el numeral D.4.5.10.1, de la norma sismo resistente colombiana, es decir debe cubrir en el 100% de la cara vertical, y en la superficie horizontal sobre las paredes laterales y tabiques transversales. Además, se debe cumplir con el espesor de pega que establece el reglamento NSR-10 de 10 mm y su tolerancia de ± 4 mm.



Figura 7. Unidades de mampostería

La correcta definición del mortero de pega en las unidades de mampostería puede ser la diferencia en un buen comportamiento estructural.

Tabla 8. *Suministrada de la NSR-10 numeral D.4.2-2 Tolerancia constructiva para muros de mampostería.*

Tolerancias constructivas para muro de mampostería	
Elementos tolerancia	Tolerancia
Dimensiones de elementos (sección o elevación)	- 6 mm + 12.5 mm
Junta de mortero (10 mm)	- 4 mm + 4 mm
Cavidad o celda de inyección	- 6 mm + 9 mm
Variación del nivel de junta horizontal	± 2m/metro (1/500)
máximo	± 12.5 mm
Variación de la superficie de apoyo (cara superior del muro)	± 2m/metro (1/500)
máximo	± 12.5 mm
Variación del plomo del muro	± 2m/metro (1/500)
máximo	± 12.5 mm
Variación del alineamiento longitudinal	± 2m/metro (1/500)
máximo	± 12.5 mm
Tolerancia de elemento en planta	± 2m/metro (1/500)
máximo	± 20 mm
Tolerancia de elemento en elevación	± 6 m/piso
máximo	± 20 mm

La ejecución de ventanas de inspección o ratoneras es de carácter obligatorio en muros cuya altura supera 1.4 m y en muros menores a esta altura no es obligatorio siempre y cuando se realicen vaciados parciales.



Figura 8. Cavidades de ventanas de inspección o ratoneras.

Este mortero debe tener una consistencia y fluidez suficiente para lograr inyectar completamente las celdas de la mampostería sin presentar segregación en las secciones

irregulares. Se debe dar cumplimiento a la norma NTC 4048 - Morteros de inyección - Grouts- para mampostería (ICONTEC, 2002).



Figura 9. Verificación de cavidad de la celda, vaciado del Grouting y sellado de ratoneras.

La colocación del mortero de pega debe hacerse cumpliendo lo especificado en la NSR-10, numeral D.4.5.10.1, mortero de pega, es decir en el 100% de la cara vertical, y en la superficie horizontal sobre las paredes laterales y tabiques transversales, salvo indicación expresa en el plano de mampostería reforzada



Figura 10. Correcta colocación del mortero de pega tanto en los laterales como en divisiones internas.

Colocación del refuerzo, las revisiones y verificaciones deben corresponder a los requerimientos mínimos de la NSR-10 numeral C.3.5 – Acero de refuerzo, el cual indica las especificaciones y propiedades físicas mínimas requeridas para el acero de refuerzo.



Figura 11. Detalle de conexión de armado entre placa y rampa para escaleras.

Además de lo anterior y como punto importante se debe hacer claridad en que en ningún

caso es aceptable maltratar o “perrear” el acero de refuerzo, como medida correctiva; esta es una mala práctica que se debe prohibir y atenta contra la integridad y buen desempeño del refuerzo.

Se debe garantizar la limpieza del refuerzo, quedando esté libre de concreto adherido de vaciados anteriores, arcillas, o cualquier material nocivo o que afecte la adherencia con el concreto como lo dicta la NSR-10, en su numeral D.4.5.5, acero de refuerzo.



Figura 12. Disposición y armado del acero en placa entrepiso con sus respectivas instalaciones.

Es deber del supervisor técnico revisar que la colocación del refuerzo se realice en conformidad con los planos de la mampostería reforzada, y cumplan con el diámetro, cantidad, posición, y demás referencias indicadas. Cualquier modificación al despiece o detalle de los elementos debe contar con el visto bueno del profesional responsable del diseño y debe darse de forma escrita.



Figura 13. Instalación del acero vertical para columnas de confinamiento o instalaciones en dovelas e instalación de aceros horizontales llamados grafiles.

4.8 Colocación Del Concreto

La colocación del concreto para las obras desarrolladas en la mampostería estructural se debe ceñir a lo exigido en el título C, de la norma sismo resistente colombiana, atendiendo todas las recomendaciones para las excavaciones, cortes, colocación del acero y vaciado de elementos de cimentación. Teniendo siempre presente que el numeral D.4.4.4, exige que el vaciado de los elementos estructurales de la cimentación debe realizarse previa aprobación de parte del supervisor técnico, además de señalar que las juntas de vaciado deben ser verticales y estar

ubicadas en el tercio central entre los vanos libres del muro.

Es criterio del supervisor técnico la colocación de aditivos adherentes entre concretos de dos etapas, pero en todos los casos se debe verificar el cumplimiento de las características anteriores. Estas características del corte, aplica para el vaciado de placas de entre piso (González & Lira, 2016).



Figura 14. Placa de cimentación, tipo flotante, para estructura de mampostería estructural de la urbanización la gloria, Florencia Caquetá.



Figura 15. Detalles de instalación de redes eléctricas en la placa de entre piso, para estructura de mampostería estructural de la urbanización la gloria, Florencia - Caquetá.

Durante el proceso de vaciado de elementos de concreto en el desarrollo de ejecución de la estructura de la mampostería estructural, se presentan elementos de segregación o hormigoneros que deberán ser corregidos inmediatamente sean identificados



Figura 16. Placa de 15 cm de entrepiso con presencia de hormigonero, urbanización la gloria, Florencia - Caquetá.

- Es importante también, que el supervisor técnico garantice el curado de los elementos como placas y muros, para prevenir la aparición de fisuras por los procesos de retracción del fraguado.
- Antes del vaciado del concreto, el supervisor técnico debe verificar las especificaciones del concreto a vaciar, y constatar que su manejabilidad y fluidez permita la construcción de los elementos sin inconvenientes.
- Las trincheras de vigas de cimentación deben estar completamente libres de agua al momento del vaciado para prevenir la contaminación del concreto (Félix & Flores, 2006).



Figura 17. El supervisor técnico siempre verificará las dimensiones de los elementos antes durante y después del trabajo de fundición, así como el curado del mismo, urbanización la gloria, Florencia - Caquetá.

4.9 Cimentaciones



Figura 18. Trincheras de cimentación perfectamente definidas y excavadas antes de la fundición. Urbanización la gloria, Florencia - Caquetá.

Los aspectos a tener en cuenta están contenidos en la NSR-10, numeral D.4.4 — Requisitos constructivos para cimentaciones.

Se debe dar cumplimiento de manera estricta a lo indicado en el estudio de suelos, tanto especificaciones como recomendaciones. En caso de que se presenten inconsistencias o alguna eventualidad se debe informar directamente al ingeniero de suelos, solicitando su concepto.

- Se debe verificar la toma de densidades y sus resultados. Colocación de concreto pobre o de limpieza.
- Se debe realizar una estricta verificación a la instalación de elementos hidráulicos sanitarios eléctricos antes de la fundición de elementos de cimentación.

4.10 Colocación De Instalaciones

De acuerdo a lo establecido en el reglamento sismo resistente numeral D.4.5.6 — Tuberías Embebidas, la colocación de tuberías solo se permite en celdas no inyectadas y que tengan un diámetro inferior a la menor dimensión de la celda. Se prohíbe la colocación de tuberías mediante regatas y solamente mediante excepciones puntuales se permite colocar tubería dentro de una celda inyectada con “grouting” según el numeral D.4.5.6.3 — Tuberías embebidas en celdas inyectadas.

La colocación de la tubería tanto de redes eléctricas, hidrosanitarias, como de gas, no deben interferir en la colocación del refuerzo de acuerdo a los recubrimientos indicados en planos de detalle de la mampostería reforzada. Por lo anterior se debe tener especial cuidado en placas macizas de entepiso, especialmente donde la malla de refuerzo es perforada para huecos o pasos, así como cuando cambia su posición cerca a los apoyos.

Es importante garantizar suficiente recubrimiento de las tuberías en placas aéreas, pues con un recubrimiento mínimo es muy probable la aparición de fisuras que generan posventas o futuros mal entendidos con respecto al funcionamiento e integridad de la edificación.



Figura 19. Trincheras de excavación de cimentación inestables, en las cuales fue necesario realizar un tablestacado en plástico y fundición de solado para poder estabilizar el terreno, Urbanización La Gloria, Florencia - Caquetá.



Figura 20. Colocación de refuerzo adicional en pases de tubería. Urbanización La Gloria, Florencia - Caquetá.



Figura 21. Vista clara de un proceso adecuado de instalación de redes en elementos de mampostería.

En la anterior figura se ilustra la forma adecuada de colocación y/o instalación de redes en elementos de mampostería, ya que en ciertas ocasiones los constructores realizan regatas y/o perforaciones las cuales no se recomiendan usar en la mampostería estructural.

4.11 Uso de la formaleta

Las formaletas y los elementos de apuntalamiento para la estructura de placas de entrepiso utilizados, deben cumplir con todos los lineamientos técnicos necesarios para garantizar seguridad y estabilidad de la estructura al momento de la fundición, por lo tanto, estos elementos deben estar acreditados para desempeñar esta labor, es obligación del supervisor realizar esta verificación.

Cómo se trata de obra falsa, estos elementos no están obligados a un diseño estructural, pero, aun así, se tiene que garantizar que soporte las cargas necesarias para realizar las labores de trabajo a las cuales serán exigidas.



Figura 22. Formaletas en madera poco confiables que no garantizan su trabajo y desarrollo, por su parte la estructura metálica, aunque de mejores condiciones, no cumple certificado de calidad. Urbanización La Gloria, Florencia - Caquetá.

4.12 Hormigueros en elementos de concreto

Durante el desarrollo de las visitas de seguimiento al proceso constructivo en mampostería estructural, en la Urbanización la gloria del municipio de Florencia – Caquetá, se pudo evidenciar claramente una serie de fallencias en los procesos de colocación del concreto. Evidenciando la presencia de fallas de concreto tipo hormigoneros, por lo que se aporta como condición adicional el procedimiento de reparación de este tipo de fallas (Carrillo, Echeverri, & Aperador, 2015).



Figura 23. Zonas que fueron identificadas como fallo por hormigoneros en el concreto. Urbanización La Gloria, Florencia - Caquetá.

4.13 Reparación de hormigueros en elementos de concreto

1. Retirar todo el concreto suelto y/o segregado, hasta encontrarlo sano y homogéneo; en caso de presentarse refuerzo expuesto, se debe dejar libre, entendiéndose por libre que se puede empuñar.
2. Preparar la superficie garantizando total limpieza y rugosidad.
3. Imprimir con aditivo adherente.
4. Llenar la cavidad con:
 - Concreto de la misma resistencia, si el espesor lo amerita, o con
 - Mortero reforzado especial para reparaciones, de resistencia mayor o igual a la que se tiene en el elemento a reparar, si la cavidad es muy angosta o estrecha.
 - No es aceptable el uso de morteros mezclados en obra sin diseño

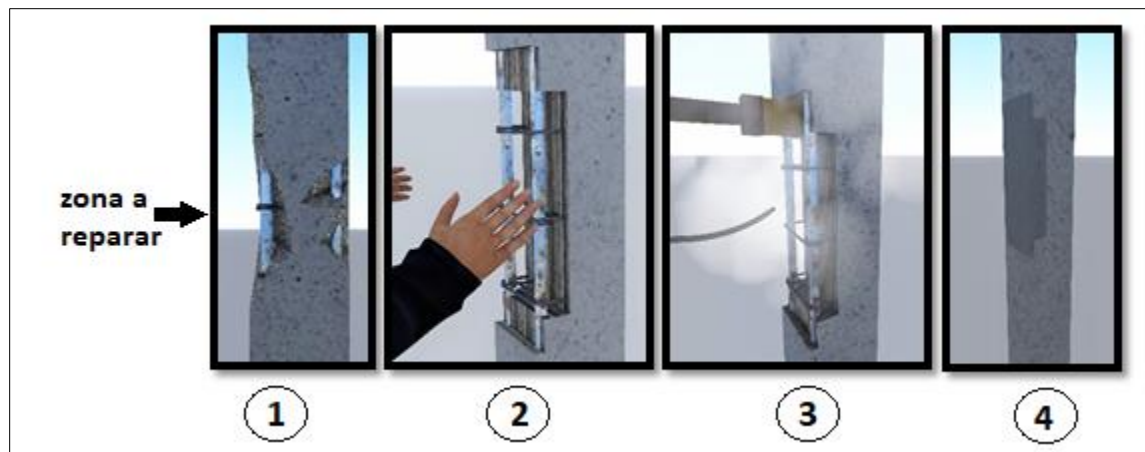


Figura 24. Pasos para la reparación de fallos por hormigoneros

Tabla 9. *Lista de chequeo para supervisión técnica itinerante de estructuras en mampostería*

Actividad	Nombre de la actividad	Si	No	N/A
Capítulo 1. Ensayos y Especiaciones				
1.1	Concreto			
1.1.1	Toma de ensayo de asentamiento (slump)			
1.1.2	Curado de las muestras			
1.1.3	Frecuencia de toma de muestras			
1.1.4	Resultado de ensayos			
1.2	Mampostería			
1.2.1	Frecuencia de toma de muestra			
1.2.2	Unidad de mampostería (unidad que las unidades utilizadas en obra corresponden a las unidades utilizadas en el diseño estructural)			
1.2.3	Mortero de pega			
1.2.4	Mortero de relleno (grouting)			
1.2.5	Muretes			
1.3	Producción de mezcla en obra			
1.3.1	Diseños de mezclas aprobados			
1.3.2	Cumplimiento de requisitos y cuidados mínimos para el almacenamiento y manejo de agregados.			
Capítulo 2. Control de planos				
2.1	Versión vigente de los planos			
2.2	Planos firmados por el ingeniero de suelos e ingeniero calculista.			
Capítulo 3. Ejecución de la mampostería				
3.1	Colocación del refuerzo de dovelas / verificación de arranques.			
3.2	Humedecimiento de las piezas.			
3.3	Colocación del mortero de pega.			
3.4	Modulación de las piezas			
3.5	Ejecución de ventanas de inspección (ratonera)			
3.6	Colocación del refuerzo de pega (grafiles o ram)			
3.7	Sondeo o limpiezas de las celdas.			
3.8	Relleno con grouting			
3.9	Taponamiento de celdas no inyectadas.			
Capítulo 4. Colocación de refuerzos				
4.1	Refuerzos en elementos de cimentación			
4.1.1	Refuerzo en vigas			
4.2	Refuerzos de losa y vigas de entre piso			
4.2.1	Refuerzo de vigas, viguetas y riostras			
4.2.2	Posición de refuerzos superiores e inferiores de losas			
4.2.3	Colocación de distanciadores			
4.2.4	Posición del refuerzo de losas en concreto del vaciado			
4.3	Refuerzo en escaleras			
4.3.1	Refuerzo principal y de repartición			
4.3.2	Colocación de distanciadores			
4.4	Refuerzo en tanques			
4.4.1	Colocación de distanciadores			
4.4.2	Refuerzo de placa de base, muro y tapa (diámetro, cantidad y reparación)			
4.5	Refuerzo en columnas			
4.5.1	Refuerzo longitudinal y transversal; cumplimiento del despiece he integridad (que no se maltrate)			

4.6	Refuerzo en rampas		
4.6.1	Refuerzo longitudinal y transversal		
4.6.2	Colocación de distanciadores		
Capítulo 5. Colocación del concreto			
5.1	Verificación de cortes de vaciado		
5.2	Curado		
5.3	Acabado o estado de la superficies de elementos (hormigones, refuerzo expuesto, etc.) e indicación de reparación		
5.4	Verificación del espesor de losas, espesores de muro y espesor efectivo de escaleras		
5.5	Tanques		
5.5.1	Etapas de vaciado		
5.5.2	Colocación de cintas PVC		
Capítulo 6. Cimentaciones			
6.1	Correspondencia entre planos de cimentación, el estudio de suelos y lo que se está construyendo o se va a construir		
6.2	En placa de cimentación, verificar estrato de apoyo y geometría		
6.3	En terrazas de recebo, verificar aprobación de la subrasante por parte del ingeniero de suelos y los resultados de densidades del relleno		
6.4	Revisión de asentamiento		
6.5	Seguimiento del proceso constructivo		
Capítulo 7. Colocación de instalaciones			
7.1	Colocación de tuberías en elementos en concreto		
7.2	Colocación del refuerzo en pases		
7.3	Ubicación de instalaciones		
Capítulo 8. Uso de la formaleta			
8.1	Apuntalamiento y retiro de formaletas, apuntalamiento de voladizo		
8.2	Descimbrado		
8.3	Altura libre entre placa		
8.4	Estado y colocación de formaleta, irregularidades y colocación materiales ajenos (papel, icopor plástico, etc.)		

5. Conclusiones

Algunas unidades de vivienda construidas en el municipio de Florencia, Caquetá con mampostería reforzada, presentan deficiencias en la calidad de materiales y procesos constructivos, ya que carecen de una adecuada supervisión técnica, que permita garantizar una construcción acorde al Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR 10; por tanto en este documento se proporcionan los lineamientos que se deben cumplir al momento de construir con este sistema estructural.

Al comparar las prácticas de construcción utilizadas en la mampostería reforzada en las edificaciones visitadas en el municipio de Florencia Caquetá , con lo estipulado en el Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR 10 , se observa que el mayor error presentado durante el proceso constructivo es la aparición de hormigueros en elementos de concreto, debido a la mala vibración.

Al implementar las listas de chequeo propuestas para la supervisión técnica de muros construidos con mampostería reforzada, en base a la normatividad colombiana vigente y experiencias vividas en el municipio de Florencia-Caquetá, se facilita el seguimiento y control de este tipo de proyectos.

Referencias Bibliográficas

- Afanador, G., Guerrero, G., & Monroy, S. (2012). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, 22(1), 43-58. Recuperado el 9 de febrero de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5065720>
- Agrado, V. (2014). *Desarrollo de proyectos arquitectónicos con mampostería estructural. Informe de Práctica Académica de Arquitectura*. Pereira: Universidad Católica de Pereira. Recuperado el 13 de enero de 2019, de <http://hdl.handle.net/10785/939>
- Alegre, V., & Cansario, M. (2013). El control de calidad en España y Colombia. Diferencias en su filosofía. *Revista ALCONPAT*, 3(2), 122-128. doi:<http://dx.doi.org/10.21041/ra.v3i2.48>
- Arteta, A. (2000). *Programación y procesos constructivos en la construcción de un edificio de cinco pisos con albañilería armada. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. Recuperado el 10 de noviembre de 2018, de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/16433>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente, NSR-10*. Bogotá: AIS.
- Carrillo, J., Echeverri, F., & Aperador, W. (2015). Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XVI(4), 479-490. doi:<https://doi.org/10.1016/j.riit.2015.09.001>
- Castilla, E., & Villalobos, F. (1997). Evaluación de las longitudes de solape de acero de refuerzo

vertical en mampostería armada internamente bajo acciones sísmicas. *Boletín Tecnico IMME*, 35(3), 20-45.

Construdata. (4 de marzo de 2012). *¿Cómo se contruye en Colombia?* Recuperado el 31 de marzo de 2019, de http://www.construdata.com/Bc/Otros/Archivos/como_se_construye_en_colombia.asp?Id_Tarea=_IDTAREA_&Email={{EMAIL}}

Criales, C., Peñaranda, F., & Sánchez, C. (2018). *Bloques de mampostería estructural de unión mecánica en Villavicencio. Proyecto de Investigación para optar al título de Ingeniero Civil*. Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Programa de Ingeniería Civil. Recuperado el 5 de marzo de 2019, de <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/4307>

Díaz, D., & Abreu, C. (2017). *Análisis comparativos de factibilidad entre sistema de construcción con formaletas metálicas vs método construcción de mampostería armada. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil*. Santo Domingo: Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Recuperado el 4 de septiembre de 2018, de <http://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/1193>

Félix, N., & Flores, F. (2006). *Análisis y estudio de la Mampostería armada de ladrillo estructural. Trabajo para optar al título de Ingeniero Civil*. Quito: Repositorio de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE. Recuperado el 5 de diciembre de 2018, de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2089>

Fonseca, R. (2018). *Propuesta para la optimización de los procesos constructivos en sistemas de mampostería estructural, para la construcción de vivienda multifamiliar VIS, mediante la implementación de BIM*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Artes,

- Escuela de Arquitectura y Urbanismo. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/69796/8/RamiroFonseca.2018.pdf>
- Gallegos, H. (1993). Los últimos adelantos en el diseño sísmico de la mampostería en latinoamérica. *Seminario latinoamericano de ingeniería sismo resistente, 8 y primeras jornadas andinas de ingeniería estructural* (págs. 66-93). Mérida: Universidad de Los Andes, Departamento de Estructuras. Recuperado el 16 de agosto de 2018, de <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=DESASTRES&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=7280&indexSearch=ID>
- García, N., Gómez, G., & Monroy, S. (2012). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 22(1), 43-58. doi:<https://doi.org/10.18359/rcin.248>
- González, C., & Lira, A. (2016). Análisis estructural para el uso de conectores como soporte de mampostería (pared de bloques de concreto). Caso: sismo. *Repositorio Institucional Universidad Nueva Esparta*, 1-72. Obtenido de <http://miunespace.une.edu.ve/jspui/handle/123456789/2806>
- Gorbanet, Y., González, J., & Barón, L. (2011). ¿Para qué sirve la interventoría de las obras públicas en colombia? *Revista de Economía Institucional*, 13(24), 413-428. Obtenido de <https://revistas.ueexternado.edu.co/index.php/ecoins/article/view/2857/2499>
- Hernández, O. (1991). *Mampostería reforzada con acero de alta resistencia. Una opción segura y económica para la vivienda de bajo costo*. México D.F.: MX. Obtenido de <http://cidbimena.desastres.hn/pdf/spa/doc1520/doc1520.htm>
- Herrera, J., & Narváez, J. (2017). *Estudio y propuesta de factibilidad técnica y económica del*

sistema constructivo denominado Mampostería Reforzada Alivianada (MRA), para vivienda de interés social en Ecuador. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Recuperado el 30 de noviembre de 2018, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/18809>

ICONTEC. (5 de mayo de 1982). Norma Técnica Colombiana NTC 121. Ingeniería y arquitectura. Cemento pórtland. Especificaciones físicas y mecánicas. Bogotá: Dirección de Normalización. Obtenido de <http://zonanet.zonafrancabogota.com/www/resources/NTC%20121%20de%201982.pdf>

ICONTEC. (4 de agosto de 1982). Norma Técnica Colombiana NTC 321. Ingeniería Civil y Arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones químicas. Bogotá: Dirección de Normalización. Obtenido de <http://zonanet.zonafrancabogota.com/www/resources/NTC%20321%20de%201982.pdf>

ICONTEC. (15 de enero de 1992). Norma Técnica Colombiana NTC 396. Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. Bogotá: Dirección de Normalización. Obtenido de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC396.pdf>

ICONTEC. (23 de noviembre de 1994). Norma Técnica Colombiana NTC 2240. Bogotá: Dirección de Normalización. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/41268747/NTC2240pdf/>

ICONTEC. (17 de mayo de 2000). Norma técnica Colombiana NTC 3356. Concretos. Mortero premezclado para mampostería. Bogotá: Dirección de Normalización. Obtenido de <http://www.andimix.co/files/NTC%203356%20Morteros%20premezclados%20para%20Mamposteria.pdf>

ICONTEC. (27 de noviembre de 2002). Norma Técnica Colombiana NTC 4048. Concretos.

Morteros De Inyección (Grouts) Para Mampostería. Bogotá: Dirección de Normalización.

Obtenido de <https://es.scribd.com/document/88594905/NTC4048>

ICONTEC. (28 de julio de 2004). Norma Técnica Colombiana NTC 3329. Concretos.

Especificaciones del mortero para unidades de mampostería. Bogotá: Dirección de Normalización. Obtenido de

<https://es.slideshare.net/rudyernestoalegriarodriguez/50156316-ntc3329>

ICONTEC. (30 de noviembre de 2005). Norma Técnica Colombiana NTC 4017. Métodos para

muestreo y ensayos de unidades de mampostería y otros productos de arcilla. Bogotá: Dirección de Normalización. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/199898739/NTC-4017>

ICONTEC. (17 de febrero de 2010). Norma Técnica Colombiana NTC 673. Concretos. Ensayos

de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto. Bogotá: Dirección de Normalización. Obtenido de

<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/NTC%20%20673%20de%20%202010.pdf>

López, C., & Angulo, L. (2008). *Reforzamiento de mampostería de ladrillo. Proyecto para optar*

al título de Ingeniero Civil. Quito: Escuela Politécnica Nacional -EPN, Facultad de ingeniería Civil y Ambiental. Recuperado el 6 de febrero de 2019, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1069>

Martínez, J., & Martínez, J. (2010). Fallas estructurales comunes en las edificaciones de

Mexicali B.C. debido al sismo del 4 de abril de 2010. *Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural*, 1-15. Recuperado el 5 de julio de 2018, de http://www.smie.org.mx/SMIE_Articulos/co/co_16/te_03/ar_01.pdf

Mehendale, S., Bambole, A., & Raghunath, S. (2017). Desarrollo de un pseudo-elemento de

interfaz para el modelado de mampostería de ladrillo reforzado. *Revista ALCONPAT*, 7(1), 73-86. doi:<http://dx.doi.org/10.21041/ra.v7i1.147>

Muñoz, H. (2015). *Harold Alberto Muñoz – IC MSc (2015). Construcción, interventoría y supervisión Técnica de las Edificaciones de concreto Estructural*. Madrid: Asocreto Ediciones.

Solís, R. (2004). La supervisión de la obra. *Revista Aca'demina Ingeniería*, 8(1), 55-60. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/467/46780106.pdf>

Vargas, J. (2013). *Análisis comparativo entre muros de retención de mampostería reforzada y muros de retención de mampostería con suelo reforzado. Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Ingeniería Civil*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería. Recuperado el 15 de septiembre de 2018, de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3580/1/34978.pdf>

Villalobos, J. (2009). *Supervisión técnica en la construcción de edificaciones. Monografía presentada como requisito para optar al título de ingeniero Civil*. Sincelejo: Universidad de Sucre, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil. Recuperado el 11 de septiembre de 2018, de <https://repositorio.unisucree.edu.co/bitstream/001/344/2/T692.5P438.pdf>

Apéndices

Apéndice A. Documento para supervisión técnica Ley 400 de 1997 – ley 1229 de 2000

DOCUMENTO PARA SUPERVISIÓN TÉCNICA													
FABRICACIÓN TRANSPORTE DEL CONCRETO													
Obra:													
Elementos vaciados:													
Fecha:													
FABRICACIÓN DEL CONCRETO ☐ En obra ☐ Manualmente ☐ Trompo - capacidad _____ ☐ Planta en obra – capacidad _____ ☐ Premezclado ☐ Mezcladora					TRANSPORTE ☐ Carretilla ☐ Canaleta ☐ Cubos ☐ Malacate ☐ Mixer ☐ Mezclador ☐ Bomba estacionaria ☐ Autobomba ☐ Cinta de transportar ☐ Grúa –torre grúa ☐ Otra								
TIEMPOS				MIXER									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora salida de planta													
Hora vaciado													
Tiempo transcurrido													
Temperatura ambiente													
(1.5 horas $T^{\circ} > 25^{\circ}$ – horas $T^{\circ} < 25^{\circ}$)													
MIXER #	PLACA	Volumen (m³)	Elementos vaciados					Observaciones					
1													
2													
3													
4													

Apéndice B. Documento para supervisión técnica Ley 400 de 1997 – ley 1229 de 2000

DOCUMENTO PARA SUPERVISIÓN TÉCNICA																			
PREPARACIÓN ANTES DEL VACÍO																			
Obra:																			
Elementos vaciados:																			
Fecha:																			
TIEMPO DE MEZCLADO Mezcladora < 1 m ³ : _____ 90” > 1 m ³ : _____ 20” por cada m ³ adicional Nota: el tiempo debe medirse a partir de que todos los ingredientes se encuentren dentro de la mezcladora.	PROCESO DE MEZCLADO EN EL CAMIÓN <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">proceso</th> <th style="padding: 5px;">velocidad</th> <th style="padding: 5px;">Control</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Carga</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Mezclado</td> <td style="padding: 5px;">70/100rpm < 150</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Viaje</td> <td style="padding: 5px;">1/6rpm</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Remezclado</td> <td style="padding: 5px;">10/15rpm</td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Descarga</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>	proceso	velocidad	Control	Carga			Mezclado	70/100rpm < 150		Viaje	1/6rpm		Remezclado	10/15rpm		Descarga		
proceso	velocidad	Control																	
Carga																			
Mezclado	70/100rpm < 150																		
Viaje	1/6rpm																		
Remezclado	10/15rpm																		
Descarga																			
PROCESO DE MEZCLADO EN EL CAMIÓN <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tbody> <tr><td style="padding: 5px;">Resistencia</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">Asentamiento</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">t.m.a</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">Contenido aire</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;">MR (pavimento)</td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;"></td><td style="padding: 5px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 5px;"></td><td style="padding: 5px;"></td></tr> </tbody> </table>	Resistencia		Asentamiento		t.m.a		Contenido aire		MR (pavimento)						PROGRAMACIÓN DEL CONCRETO Programación mensual: _____ Programación quincenal: _____ Confirmación previa: _____ Confirmación 24 horas: _____				
Resistencia																			
Asentamiento																			
t.m.a																			
Contenido aire																			
MR (pavimento)																			

PREPARACIÓN ANTES DEL VACIADO			
Inspección formaleta	Chequeo del refuerzo	juntas	Instalaciones
☐ Apuntalamiento	☐ Cantidad	☐ Tipo de juntas	☐ Hidráulico
☐ Riostras	☐ Figuración	☐ Refuerzo pasante	☐ Eléctrico
☐ Resistencia	☐ Tolerancia	☐ Refuerzo suspendido	☐ Telefónico
☐ Rigidez	☐ Recubrimiento	☐ Sellante	☐ Sanitario
☐ Medidas	☐ Traslapo		☐ Aire acondicionado
☐ Limpieza	☐ Amarres		☐ Gas
☐ Desmoldante			☐ Voz y dato
☐ Hermeticidad			
☐ Biseles			
☐ Desmoldante			
☐ Hermeticidad			
☐ Biseles			

Observaciones:

[illegible]

Apéndice C. Documento para supervisión técnica Ley 400 de 1997 – ley 1229 de 2000

DOCUMENTO PARA SUPERVISIÓN TÉCNICA		
PREPARACIÓN ANTES DEL VACÍO		
Obra:		
Fecha:		
MOVILIDAD Y TRANSPORTE DE CONCRETO		
Equipo	Observaciones	Velocidad de colocación
Carretilla	Ruta de transporte Capacidad _____ m ³ Distancia máxima 60 m	3 – 5 m ³ /hora _____ m ³ /hora
Cubos	Tiempo del concreto sin agitación 30-45"	
Mixer	Tiempo de entrega. 1.5 horas Numero de revoluciones totales: 300 Velocidad: 4 – 16 rpm Adición de aditivos: reamasado 1minuto/m ³ < 5"	
Bombeo	Consistencia. 6-15 cm cono de Abrams Contenido de finos < 350kg/ m ³	

ADITIVOS – ADICIONES	
Activos	☐ Reductor de agua ☐ Supeplastificante ☐ Aire: 3-5%
Adiciones	☐ Ceniza volante ☐ Humo de Sílice

EQUIPO	
Bomba centrífuga	
Bomba de pistón	
Tubería ϕ _____ Distancia máxima _____ - - ____m Distancia promedio _____m Altura _____m	

MTC 3357 – TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO**Limitaciones clima frio**

Tamaño de la sección construir (cm)	Tª C Mínima
Menos de 30	
30-90	
90-180	
>180	

- NTC 396 - Asentamiento del concreto
- NTC 3356 – Fluidez del mortero

Clima cálido: temperatura máxima 32ª C

asentamiento	Tolerancias
< 5 cm	± 1.3 cm
5 – 10 cm	± 2.5 cm
> 10 cm	± 3.8 cm

- NTC 1028/1032 - contenido del aire
- NTC 550 – Elaboración de muestras

Apéndice D. Documento para supervisión técnica Ley 400 de 1997 – ley 1229 de 2000

DOCUMENTO PARA SUPERVISIÓN TÉCNICA	
ACCIONES ANTES DEL VACÍO	
Obra:	
Fecha:	

Previsión de Si ☐ No ☐ _____
 juntas:
 Previsión de Si ☐ No ☐ _____
 acabados:
 Liso ☐ Texturizado ☐
 Previsión de Si ☐ No ☐ _____
 anclaje

Preparación del área del vaciado: ☐ Limpieza ☐ Agua de presión
☐ Barrio
☐ _____

- ☐ Humedecimiento
- ☐ Plástico / polietileno
- ☐ Concreto de limpieza
- ☐ Recebo compactado
- ☐ Recebo compactado
- ☐ Formaleta
- ☐ _____

Limpieza de acero: ☐ Barro
☐ Aceite
☐ Oxido
☐ _____

Inserto o tubería: ☐ Amarre
☐ Separadores
☐ Convencional
☐ Autocompactante

COMPACTACIÓN Y

VIBRADO

Método de vibración:

- ☐ Con barra
- ☐ Apisonado
- ☐ Vibrador

Diámetro ϕ _____ separación entre
penetraciones $< 10 \phi$ _____
r.p.m. _____ Hz

Nota:

Apéndice E. Documento para supervisión técnica Ley 400 de 1997 – ley 1229 de 2000

DOCUMENTO PARA SUPERVISIÓN TÉCNICA	
SUPERVISIÓN ARMADO PLACA DE ENTREPISO ALIGERADA	
Obra:	Código:
Sector:	Fecha:
Supervisor:	Aux. Supervisión:
Chequeo formaleta ☐ Puntales ☐ Soportes ☐ Repisas ☐ cerchas ☐ Riostra ☐ Cerchas ☐ camillas ☐ Cuello de columnas ☐ Testeros – borde de placa	Nivelación: ☐ Manguera ☐ Nivel de preparación Ejes ☐ Plomos ☐ Distancias
Localización columnas: ☐ Dimensión columna	Localización vigas: ☐ Dimensión vigas
Localización Viguetas: ☐ Dimensión Viguetas	Localización riostras: ☐ Dimensión riostras
Testeros de borde de placa:	Arranque de escaleras: ☐ Refuerzo superior ☐ Refuerzo inferior
☐ Refuerzo de confirmación de columnas:	☐ Estribos en columnas por encima de la placa:
Malla torta inferior: ☐ N.A ☐ Referencia _____ ☐ Dirección del refuerzo _____ ☐ Traslapos _____	Malla superior: ☐ Referencia: _____ ☐ Dirección del refuerzo: _____ ☐ Traslapos: _____
Casetones Estanqueidad Resistencia Estabilidad	Viga/ Viguetas: ☐ Contra flechas: _____ ☐ Pases tuberías: _____

VERIFICACIÓN DEL REFUERZO				
Elementos	Dimensiones	Recubrimientos	Refuerzo longitudinal	Refuerzo transversal

Apéndice F. Documento para supervisión técnica NSR – 10 TÍTULO D

Área de la construcción:	Menor a 2000m ² ☐	Sin obligación a supervisión técnica	
	Igual o mayor a 2000m ² ☐	Obligación a supervisión técnica	
¿Se va a utilizar mano de obra calificada?	Si ☐	No ☐	No aplica ☐
¿El cemento portland cumple con las NTC 121 y NTC 321 (ASTM C150 y C595)?	Si ☐	No ☐	No aplica ☐
¿El cemento para mampostería cumple con la NTC 4050 (ASTM C91)?	Si ☐	No ☐	No aplica ☐
¿La cal viva cumple con la NTC 4046 (ASTM C5)?	Si ☐	No ☐	No aplica ☐
¿La cal hidratada cumple con la NTC 4019 (ASTM C270)?	Si ☐	No ☐	No aplica ☐
¿El acero de refuerzo está limpio en su superficie y sin corrosión?	Si ☐	No ☐	No aplica ☐

Notas:

Apéndice G. Documento para supervisión técnica NSR – 10 TÍTULO D

ETAPA CONSTRUCTIVA: Construcción de cimientos y mampostería estructural				
¿El mortero de pega mezclado en obra cumple con la NTC 3329 (ASTM C270)?		Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿El mortero de pega premezclado en obra cumple con la NTC 3356 (ASTM C1142)?		Si ☐	No ☐	N/A ☐
Mortero Tipo H	¿La resistencia mínima a la compresión f'_{cp} Mpa es de 22.5?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
	¿La propiedad de su flujo en (%) está entre el 115-125?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
	¿La relación por proporción del mortero en cemento portland, cal hidratada y arena es 1-0.25-no aplica-2 Respectivamente?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
Mortero Tipo M	¿La resistencia mínima a la compresión f'_{cp} Mpa es de 17.5?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
	¿La propiedad de su flujo en (%) está entre el 115-125?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
	¿La relación por proporción del mortero en cemento portland, cal hidratada y arena es 1-0.25-no aplica-2.25 Respectivamente?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
Mortero Tipo S	¿La resistencia mínima a la compresión f'_{cp} Mpa es de 12.5?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
	¿La propiedad de su flujo en (%) está entre el 110-120?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
	¿La relación por proporción del mortero en cemento portland, cal hidratada y arena es 1-(0.25 a 0.50)-no aplica-2.50 Respectivamente?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
Mortero Tipo N	¿La resistencia mínima a la compresión f'_{cp} Mpa es de 7.5?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
	¿La propiedad de su flujo en (%) está entre el 105-115?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
	¿La relación por proporción del mortero en cemento portland, cal hidratada y arena es 1-(0.50 a 1.25)-no aplica-3.00 Respectivamente?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Se está usando cal hidratada?		Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Los agregados cumplen con la norma NTC 2240 (ASTM C144) y libres de contaminantes?		Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿El agua usada es limpia? (Libre de aceite, ácidos, alcoholes, sales y/o materias orgánicas)		Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Los colorantes y aditivos han sido aprobados por el supervisor técnico bajo la previa realización de ensayos de laboratorio?		Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿El mortero de pega mezclado en obra cumple con la NTC 3329		Si ☐	No ☐	N/A ☐

(ASTM C270)?																																							
¿El mortero de pega premezclado de larga vida tiene instrucciones y tiempo especificado por el fabricante?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				
¿Los morteros de relleno cumplen con la NTC 4048 (ASTM C476), tienen buena consistencia y fluidez?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				
¿Los espesores mínimos para la conformación de paredes en unidades cumplen los parámetros de la tabla D.3.6-1 de la NSR-10?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Espesor externo</th> <th colspan="2">Espesor mínimo de paredes exteriores</th> <th>Espesor mínimo de tabiques transversales</th> </tr> <tr> <th>nominal</th> <th>sin perforaciones verticales secundarias</th> <th>con perforaciones verticales secundarias</th> <th>sin perforaciones verticales secundarias</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80⁽¹⁾</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>120</td> <td>22</td> <td>32</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>25</td> <td>35</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>250</td> <td>35</td> <td>45</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table> 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.				Espesor externo	Espesor mínimo de paredes exteriores		Espesor mínimo de tabiques transversales	nominal	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
Espesor externo	Espesor mínimo de paredes exteriores		Espesor mínimo de tabiques transversales																																				
nominal	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																																				
¿La elaboración de los muretes ha sido realizada con los mismos materiales y condiciones de la estructura?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				
¿Las dimensiones de los muretes tienen mínimo 30cm de altura además de la relación $\geq$ a 1.5 y $\leq$ a 5?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				
¿El refuerzo de la mampostería estructural está embebido en el concreto?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				
REFUERZO LONGITUDINAL EN CAVIDADES Y CELDAS DONDE SE INYECTAN LOS ELEMENTOS CEMENTANTES																																							
¿El diámetro mínimo del refuerzo longitudinal es No. 3 (3/8") o 10mm?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				
¿En muros con espesor de 20cm o más tienen diámetro superior que No. 8 (1") o 25mm?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				
¿En muros con espesor menor de 20cm o más tienen diámetro superior que No. 6 (3/4") o 20mm?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				
REFUERZO EN JUNTAS																																							
¿El diámetro mínimo es 4mm?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				
¿El diámetro no excede la mitad del espesor del mortero de pega?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				
GANCHOS ESTÁNDAR																																							
¿El doblez de 180° incluye una extensión recta de al menos 4 veces el diámetro del elemento pero no es menor a 64mm en su extremo libre?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				
¿El doblez de 90° incluye una extensión recta de al menos 12 veces el diámetro del elemento en su extremo libre?	Si ☐	No ☐	N/A ☐																																				

¿El doblado de 135° incluye una extensión recta de al menos 6 veces el diámetro del elemento en su extremo libre?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Los materiales de obra que son almacenados permanecen protegidos y se utilizan en los tiempos previstos?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Las unidades de mampostería se ubican en un lugar específico para estas, se encuentra preferiblemente ventilado y cubierto?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Hay un lugar específico para la toma y almacenamiento de muestras, apropiado para su curado?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Los elementos de mampostería que serán colocados están limpios y libres de imperfecciones?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿La superficie del refuerzo está libre de arcillas, grasas, corrosión u otras sustancias perjudiciales?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Los refuerzos cumplen con el dimensionamiento, figurado y ubicación del diseño?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿El aparejo trabado de la mampostería permite la continuidad de las celdas verticales que son inyectadas?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Se proveen juntas de control en los muros?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿La distancia entre juntas de control es de más de 8 metros?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Las juntas de control están en los diseños y detalles?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Hay presencia de ventanas de inspección y limpieza en la base de los muros?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Las dimensiones de las ventanas son menores a 7.5cm o mayores a 10cm?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿Son retiradas las rebanas externas e internas de la junta de pega?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿El refuerzo de las juntas de mortero atraviesa las juntas de control?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿El espesor nominal para los muros de mampostería estructural es menor a 12cm?	Si ☐	No ☐	N/A ☐
¿La resistencia a la compresión para la mampostería estructural de menor a 10Mpa o superior a 28Mpa?	Si ☐	No ☐	N/A ☐

Notas:
