



Construcción de Viviendas de Interés Social a partir de mampostería estructural

Daniel Fernando Eraso Muñoz

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor
Álvaro José Mattos Olivella, Magíster (MSc)

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil
Medellín, Antioquia, Colombia
2022

Cita	(Eraso Muñoz, 2022)
Referencia	Eraso Muñoz, D. F. (2022). <i>Construcción de Viviendas de Interés Social a partir de mampostería estructural</i> [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla

Jefe departamento: Claudia Helena Muñoz Hoyos

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

1	Introducción.....	5
2	Objetivos.....	6
2.1	Objetivo general.....	6
2.2	Objetivos específicos.....	6
3	Marco Teórico.....	7
3.1	Licencia de construcción.....	7
3.2	Permiso o autorización para aprovechamiento forestal de árboles aislados para tala o reubicación por obra pública o privada.....	7
3.3	Vivienda de Interés Social (VIS).....	7
3.4	Acta de vecindad.....	7
3.5	Normas Técnicas Colombianas.....	7
3.5.1	NTC 4026.....	7
3.5.2	NTC 673.....	8
3.6	NSR-10, Título C.....	8
3.6.1	Calidad del concreto, mezclado y colocación.....	8
3.7	NSR-10, Título D.....	8
3.7.1	Calidad de materiales en la mampostería estructural.....	8
3.7.2	Requisitos constructivos para mampostería estructural.....	9
3.7.3	Muros de mampostería reforzada contruidos con unidades de perforación vertical.....	9
4	Metodología.....	10
5	Resultados y análisis.....	11
5.1	supervisión técnica de las actividades realizadas en la obra.....	11
5.1.1	Instalación y vaciado de losa prefabricada.....	12
5.1.2	Ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto	13
5.2	Mampostería estructural.....	14
5.3	Vaciado de muros y refuerzo vertical.....	16
5.4	Refuerzo horizontal.....	16
5.5	Bases de datos.....	17
5.6	Retrasos en la obra civil.....	18
6	Conclusiones.....	19
7	Anexos.....	20
7.1	Anexo A. Costos de materiales de la obra para el mes de septiembre.	20
7.2	Anexo B. Movimiento diario para el mes de octubre.....	21

7.3	Anexo C. Control del recurso humano para el mes de septiembre...	23
7.4	Anexo D. Programación y cronograma del proyecto de Villas del Río.	24
8	Referencias Bibliográficas.....	25

Resumen

La vivienda de interés social (VIS) en Colombia ha permitido el acceso a viviendas propias para familias que no contaban con una, por esta razón, la construcción de este tipo de vivienda se ha convertido en una de las grandes necesidades para la población, por lo que en el siguiente documento se dará a conocer el proceso para la construcción residencial en el municipio de San Rafael (Antioquia) por parte de FRS constructora S.A.S.

Se llevaron a cabo constantemente supervisiones técnicas de las actividades realizadas en la obra civil, donde se permitió evidenciar los avances en la construcción residencial. Además, se llevó un control sobre los materiales utilizados en la ejecución del proyecto y que estos cumplieran con los requerimientos de resistencia de la normatividad.

Por otro lado, se elaboraron bases de datos que permitieron llevar un control más detallado de la construcción, lo que es una ventaja al momento se comprender el rendimiento del material de construcción y conocer donde es favorable adquirirlo. También se evidenciaron las limitaciones que tiene el desarrollo del proyecto de vivienda, donde la demora en la entrega de los recursos económicos y del material puede ocasionar retrasos en la obra civil y sobrecostos.

1 Introducción

Los proyectos de vivienda en Colombia han cobrado mayor importancia en los últimos años generando un impacto en el desarrollo y crecimiento económico del país puesto que es una de las actividades que más contribuye al Producto Interno Bruto ya que genera un alto índice de empleo. (Oikos constructora, 2020)

En el país existen diferentes compañías dedicadas al sector de la construcción, una de ellas es FRS constructora S.A.S, una empresa dedicada a la construcción de edificios residenciales; esta fue creada recientemente en 2020, donde su tipo de organización es de sociedades por acciones simplificadas. Actualmente, FRS constructora S.A.S está desarrollando un proyecto de vivienda de interés social (VIS) llamado "Villas del Río" en el municipio de San Rafael (Antioquia), el cual está proyectado a la realización de seis (6) edificaciones de las cuales las primeras cuatro (4) están programadas, cada una con veinte (20) apartamentos en cinco (5) pisos por lo cual las torres se distribuyen en cuatro (4) apartamentos por nivel con área de 55m².

En el presente estudio se dará a conocer el proceso para la construcción de estos edificios residenciales, donde las funciones dentro de la empresa del estudiante de la práctica académica profesional consisten en apoyar y acompañar la supervisión técnica de las actividades realizadas en obra civil, delegar funciones, realizar control de calidad y cantidad de los materiales

requeridos, al igual que el apoyo en la supervisión y gestión del cumplimiento de tareas asignada y por último, actualizar, codificar y unificar base de datos de los diferentes formatos utilizados. Por otro lado, con la construcción del proyecto de vivienda se busca, principalmente, realizar una edificación adecuada para la habitabilidad de los ciudadanos llevando un cumplimiento de los planos diseñados y normatividad colombiana, así como cumplir con los tiempos establecidos para la entrega del proyecto del proyecto de vivienda y un uso eficiente de los materiales de obra. Además, para este caso de estudio la construcción de residencia impacta positivamente en el desarrollo económico y social de la localidad ya que permite ofrecer oportunidades para adquirir vivienda propia.

El desarrollo de este tipo de proyectos presenta limitaciones como la falta de disponibilidad y retraso de entrega del material de obra civil, el daño de herramientas indispensables para la construcción y el retraso en la entrega de los recursos económicos.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

Identificar procesos, condiciones y limitaciones que controlan la construcción del proyecto de vivienda Villas de Río en el municipio de San Rafael (Antioquia), llevando un estricto cumplimiento de los planos previamente diseñados y de la normatividad colombiana establecida.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar controles técnicos en la obra civil y controles de calidad de los materiales de construcción en base las normas NTC y NSR-10
- Realizar seguimiento constructivo del proyecto de vivienda.
- Formular las bases de datos que ayuden almacenar información para así llevar un control de la obra civil.
- Delegar funciones de acuerdo con las actividades y capacidades de los trabajadores.

3 Marco Teórico

3.1 Licencia de construcción.

Autorización previa para desarrollar edificaciones, áreas de circulación y zonas comunales en uno o varios predios, de conformidad con lo previsto en el Plan de Ordenamiento Territorial, los instrumentos que lo desarrollen y complementen, los Planes Especiales de Manejo y Protección de Bienes de Interés Cultural, y demás normatividad que regule la materia. (Decreto 1077, 2015, Artículo 2.2.6.1.1.7.).

3.2 Permiso o autorización para aprovechamiento forestal de árboles aislados para tala o reubicación por obra pública o privada.

Cuando se requiera talar, trasplantar o reubicar árboles aislados localizados en centros urbanos, para la realización, remodelación o ampliación de obras públicas o privadas de infraestructura, construcciones, instalaciones y similares (Decreto 1076, 2015, Artículo 2.2.1.1.9.4.).

3.3 Vivienda de Interés Social (VIS).

Es aquella que reúne los elementos que aseguran su habitabilidad, estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción cuyo valor máximo es el que se establezca en las normas que regulan la materia para este tipo de viviendas. (Decreto 1077, 2015, Artículo 2.1.1.1.1.2.).

3.4 Acta de vecindad.

El acta de vecindad es un documento de carácter privado, que constituye una prueba para establecer el estado en que se encontraba la casa u otros inmuebles vecinos, cuando se iniciaron las obras de demolición y construcción del citado edificio y que cobra mucha importancia en caso de que la nueva construcción les cause daños. (Obando, S. 2018).

3.5 Normas Técnicas Colombianas

3.5.1 NTC 4026.

Esta norma establece los requisitos para las unidades de mampostería, perforadas o macizas de concreto que estén elaboradas con cemento Pórtland, agua y agregados de minerales con la inclusión o no de otros materiales que son aptos para la elaboración de mampostería estructural. Para esto se establecen tres clases de unidades según su peso, las cuales son: de peso normal, medio y liviano. Además, existen dos tipos de mampostería, el tipo I de humedad controlada y el tipo II de humedad no controlada. Por último, también se establecen dos clases de unidades según la resistencia, de resistencia alta y baja añadiendo que las unidades que cumplan esta norma también se pueden utilizar para la elaboración de mampostería no estructural.

3.5.2 NTC 673.

Esta norma está establecida para el ensayo de resistencia a la compresión de especímenes de cilindro de concreto tales como cilindros moldeados y núcleos perforados.

3.6 NSR-10, Título C

Los siguientes conceptos fueron obtenidos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente del Título C – Concreto estructural.

3.6.1 Calidad del concreto, mezclado y colocación

3.6.1.1 Frecuencia de los ensayos

Las muestras (véase 3.6.1.1.1) para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 40 m³ de concreto, ni menos de una vez por cada 200 m² de superficie de losas o muros. De igual manera, como mínimo, debe tomarse una muestra por cada 50 tandas de mezclado de cada clase de concreto.

3.6.1.1.1 Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f_c' .

3.6.1.2 Documentación de la resistencia promedio a la compresión

Para cada mezcla de prueba deben fabricarse y curarse al menos dos probetas cilíndricas de 150 por 300 mm o tres probetas de 100 por 200 mm de acuerdo con la NTC 1377. Las probetas deben ensayarse a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para f_c' .

Los siguientes conceptos fueron obtenidos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente del Título D – Mampostería estructural.

3.7 NSR-10, Título D

Los siguientes conceptos fueron obtenidos del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente del Título D – Mampostería estructural.

3.7.1 Calidad de materiales en la mampostería estructural

3.7.1.1 Normas de producción de calidad para unidades de concreto para mampostería.

Las unidades (bloque) de perforación vertical portante de concreto para mampostería deben cumplir con la norma NTC 4026.

3.7.1.2 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.

3.7.1.3 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.

3.7.2 Requisitos constructivos para mampostería estructural

3.7.2.1 Diámetros máximos y mínimos permitidos para el refuerzo.

El refuerzo longitudinal que se coloca dentro de las celdas de unidades de perforación vertical, celdas de unidades especiales de tipo viga o cavidades que posteriormente se inyectan con mortero deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) El diámetro mínimo es N°3 (3/8") o 10M (10 mm) Para muros con espesor.
- 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.

3.7.3 Muros de mampostería reforzada construidos con unidades de perforación vertical

3.7.3.1 Generalidades.

- a) 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.
- b) 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.

3.7.3.2 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.

3.7.3.3 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.

4 Metodología

Previo al inicio de la práctica académica la empresa realizó la licencia de construcción, las actas de vecindad, los planos estructurales, arquitectónicos y de urbanismos. Además, se realizó un trámite para el otorgamiento de un permiso de aprovechamiento forestal de árboles aislados.

Inicialmente, se realizaba consultas constantes de normatividad como lo son las Normas Técnicas Colombianas, al igual que El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) donde se puede encontrar lineamientos sobre cargas, la calidad del concreto y calidad de materiales en mampostería estructural y sus requisitos constructivos, la caracterización geotécnica del suelo, la supervisión técnica y la cimentación, entre otros. Además, se revisaron los lineamientos de excavación y pilas de cimentación ya que todos estos conceptos fueron fundamentales para la construcción de las edificaciones de vivienda. Por otra parte, desde el inicio de la práctica académica se realizó una revisión de los planos arquitectónicos, estructurales y de urbanismo con el fin de tener claridad sobre la ejecución de la obra, pero es importante aclarar que esta revisión se estuvo realizando conforme iba avanzando el proceso de prácticas con el propósito de verificar que el desarrollo de la obra civil se estuviera llevando a cabo de acuerdo con los planos diseñados.

Otra actividad que se desarrollaba era la supervisión técnica de las actividades realizadas en la obra civil, la cual se hacía diariamente donde el estudiante desempeñaba funciones como delegar instrucciones y funciones de acuerdo a las capacidades de los obreros, programar y ordenar las actividades según las necesidades de la obra ya que así se evitaría retraso lo que permitía que la obra se ejecutara dentro del programa establecido, también se programaba la llegada del material necesario para que la obra no tuviera contratiempos. Además, se realizaban acciones preventivas como la revisión del estado de los materiales cuando ingresaban a la obra y que la cantidad fuera acorde a la que se había solicitado, también se llevaba a

cabo el replanteo de los muros con las especificaciones en los planos debido a que esta era una de las actividades más importantes ya que de eso dependía el buen funcionamiento de la estructura, entre otras actividades. En esta supervisión también inspeccionaba el trabajo ejecutado en la obra con el fin de que en caso de que no se cumplieran con los requisitos establecidos se implementarían acciones correctivas.

Por último, se realizaban revisiones constantes de la entrada y salida de los materiales requeridos. Además, se actualizaban y codificaban las bases de datos utilizadas en la empresa. Estas bases de datos se desarrollaron en Excel y se componían de 5 documentos, donde la primera base de datos contenía toda la información de costos de la obra como el valor directo de los materiales, la fecha de facturación y qué saldo había pendiente con el proveedor, esta información se registraba diariamente con el propósito de conocer los gastos necesarios para mantener el proyecto de vivienda, los movimientos del dinero y permitir conocer el costo final de los materiales de construcción, en el anexo A se puede evidenciar los costos de los materiales de la obra para el mes de septiembre. En la segunda base de datos se ingresaba el movimiento diario compuesto de información detallada del material de la obra, con el fin de registrar cuanto material ingresaba, salía y qué cantidad quedaba, al igual que el proveedor, el precio respectivo y en qué fue utilizado, para así tener conocimientos sobre el rendimiento del material de construcción y donde era más favorable adquirirlo, en el anexo B se puede evidenciar el movimiento diario para el mes de octubre. La tercera base de datos correspondía al control del recurso humano, la cual tenía la finalidad de registrar cuantos trabajadores ingresaban a la obra ya que era importante tener un control sobre la nómina y el rendimiento de la construcción civil, en el anexo C se puede observar un control para el mes de septiembre. En el cuarto documento se ingresaba el estado del clima con el fin de llevar el registro de las de las condiciones climáticas diarias debido a que las tareas realizadas se desarrollaban a la intemperie por lo que los trabajadores estaban expuesto a condiciones ambientales variables, lo cual ayudaría a conocer como las tareas que se desarrollaban habitualmente se veían condicionadas a fenómenos meteorológicos, al igual que se buscaba prevenir riesgos laborales. La última base de datos tenía la finalidad de llevar el inventario de las herramientas usadas para la elaboración de la obra y tenía como propósito llevar un control de la existencia de estas ya que se podían extraviar o averiar.

5 Resultados y análisis

5.1 supervisión técnica de las actividades realizadas en la obra

Durante la supervisión técnica de las actividades realizadas en la obra civil se evidenció lo siguiente:

5.1.1 Instalación y vaciado de losa prefabricada



Ilustración 1. Instalación y vaciado de la losa. **a)** Separación de malla electrosoldada. **b)** Proceso de vibrado. **c)** Resultado final del área inferior del proceso de vaciado de la losa.

En la *ilustración 1* se puede observar la instalación y vaciado de la losa, donde en la *ilustración 1a* se evidencia que para la losa prefabricada se hizo uso de “panelas” para garantizar la separación entre la malla electrosoldada y la losa prefabricada, esto se realiza principalmente donde no hay redes eléctricas y en las uniones de las mallas. En la *ilustración 1b* se observa el proceso de vibrado, este tiene gran importancia en las losas prefabricadas debido a que garantiza una buena resistencia, ya que este proceso reduce la porosidad permitiendo rellenar espacios pequeños y así favoreciendo la homogeneidad de la mezcla. En la *ilustración 1c* se observa un resultado final del área inferior del proceso de vaciado de la losa, donde se evidencia que debido al mal vibrado se presentaron áreas porosas y debido a esto se optó por inyectar concreto desde la parte superior y selló la parte inferior que se observa en el área del círculo rojo.

5.1.2 Ensayo de resistencia a la compresión sobre cilindros de concreto

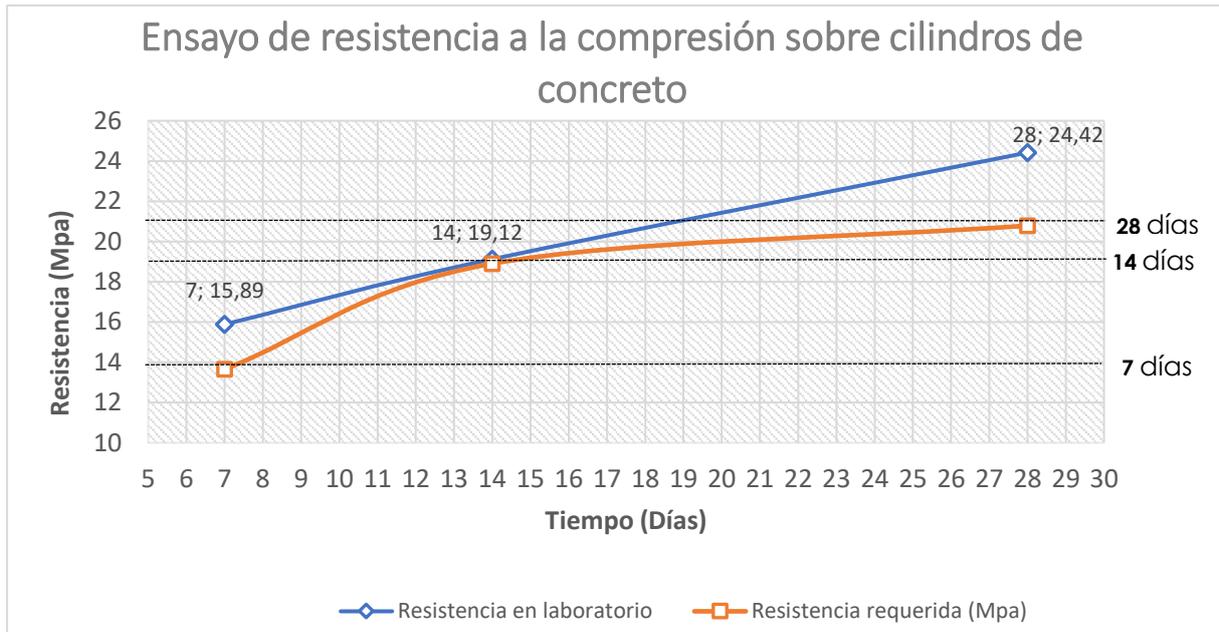


Ilustración 2. Prueba de resistencia a compresión del concreto. **a)** Proceso de llenado de la probeta. **b)** Probetas llenas **c)** Cilindros de concreto

Tabla 1. Datos de ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto

Localización	Fecha (día /mes/año)		Días curado	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia (Mpa)	Resistencia exigida (%)	Resistencia exigida (Mpa)
	Vaciado	Prueba					
Losa nivel 4	21-07-21	28-07-21	7	162	15.8867	65%	14
Losa nivel 4	21-07-21	4-08-21	14	195	19.1229	90%	19
Losa nivel 4	21-07-21	18-08-21	28	249	24.4185	99%	21

En la *tabla 1* se evidencian los datos del ensayo de resistencia a la compresión de los cilindros de concreto de la losa del cuarto nivel de la edificación, para esto se realizaron 6 muestras distribuidas en 2 para los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente, para estos, se realizaron dos ensayos. Los resultados es el promedio de las dos pruebas de resistencias para cada uno de los tiempos de curado los cuales. Por otro lado, es importante mencionar que la prueba de resistencia a la compresión de concreto en ocasiones puede presentar retrasos al realizar los ensayo a los 7 y 14 días debido s la distancia que existe entre el municipio donde se lleva a cabo la obra civil y el laboratorio, ya que este último se encuentra en la ciudad de Medellín.



Gráfica 1. Resistencia a la compresión de cilindros de concreto.

La *gráfica 1* corresponde a los datos observados en la *tabla 1*, en esta se puede evidenciar que la resistencia de las muestras obtenida en laboratorio supera la resistencia exigida la cual se observa en la línea horizontal punteada, lo que quiere decir que el concreto suministrado para la losa cumple con los requerimientos de resistencia.

5.2 Mampostería estructural

Unos de los métodos constructivos más utilizados en Colombia para construcciones de tipo residencial es el uso de la mampostería estructural debido a que tiene como ventajas la rapidez y el bajo costo, por tal razón, la construcción de estas viviendas de interés social está centrada en la mampostería estructural.



Ilustración 3. a) Estructura de mampostería estructural. **b)** Interior de la vivienda. **c)** Avance del edificio residencial de la torre 1.

Debido a lo anterior, la disminución de costos y tiempo con el método constructivo de mampostería estructural se debe principalmente a que las edificaciones no requieren del armado de formaletas como se puede observar en la *ilustración 3*, donde no hay presencia de columnas ya que no es un sistema porticado. Además, se puede evidenciar que las unidades de mampostería corresponden a bloques de concreto, los cuales cumplen con la normatividad establecida en el título D, ya que el espesor nominal de los bloques usados es de 15cm y la resistencia se encuentra entre 13 y 14 MPa, estando por encima de lo requerido en la norma, lo que indica un cumplimiento de esta.

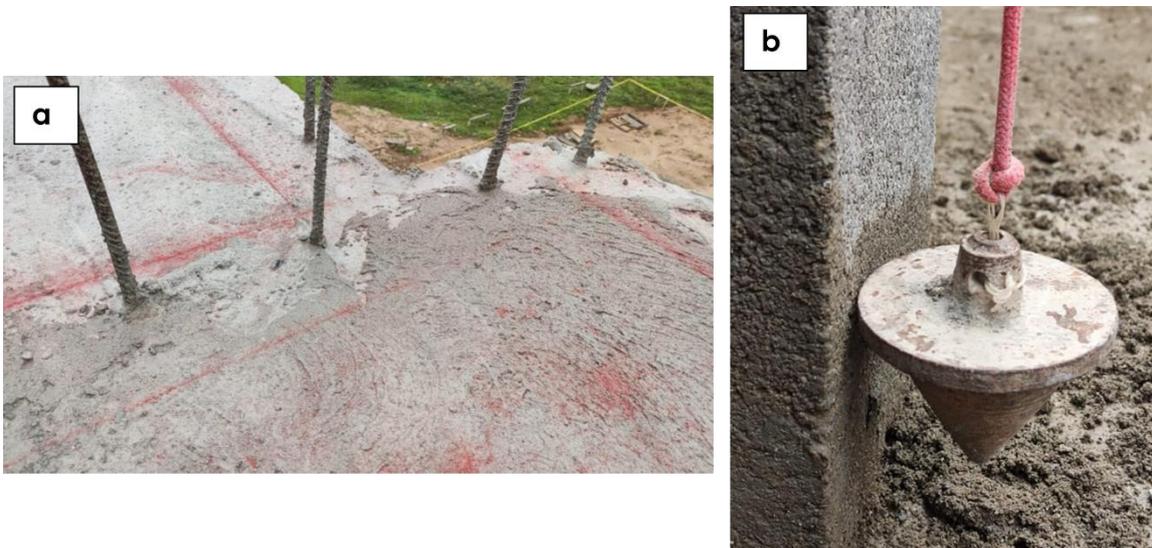


Ilustración 4. a) Mampostería estructural del nivel 5. **b)** Plomada vertical

En la *ilustración 4a* se observan que para la mampostería estructural se realizó la adecuada marcación a plomo y a escuadra para la ubicación de los muros estructurales, teniendo en cuenta que esto es un proceso importante ya que hace parte de la estructura de la edificación. Por otro lado, en la *ilustración 4b* se evidencia que se llevó a cabo la verticalidad con la plomada.

5.3 Vaciado de muros y refuerzo vertical



Ilustración 5. Vaciado de muros

En la *ilustración 5* se observa los muros de mampostería estructural de la fachada posterior se dónde se evidencia la varilla de 1/2" en los extremos y la varilla de 3/8" en el centro, lo que indica que se realizó un vaciado de acuerdo con las especificaciones de los planos y siguiendo la normatividad vigente.

5.4 Refuerzo horizontal



Ilustración 6. a) Refuerzo de amarre. **b)** Refuerzo horizontal.

En la *ilustración 6a* se evidencia el refuerzo de amarre, el cual rodea el refuerzo vertical de cada muro para que así quede embebido al momento de vaciar la abertura vertical. Este refuerzo se instala cada 600mm. Por otra parte, en la *ilustración 6b* se observa el refuerzo horizontal, el cual está distribuido cada 600mm y tiene como función prevenir fallas por cortante, por lo que las juntas deben tener mínimo 1cm de separación para que el refuerzo este con el recubrimiento adecuado.

5.5 Bases de datos

De acuerdo con la formulación de las bases de datos utilizadas en la empresa se puede evidenciar la *tabla 2*, la cual contiene la información del estado del clima y la *tabla 3* contiene el movimiento diario y cantidad del material de construcción en este caso, el cemento para la primera semana de julio.

Tabla 2. Información del estado del tiempo para los primeros días del mes de Julio

		ESTADO DEL TIEMPO									
		Construcción de 120 apartamentos en la obra Villas del Río en el municipio de San Rafael, departamento de Antioquia									
ITEM	MES	JUL-21									
	PERIODO	J	V	S	D	L	M	W	J	V	S
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7:00 - 9:00	0	0	0			0	0	0	0	0
2	9:00 - 13:00	0	0	0			0	0	0	0	0
3	13:00 - 17:00	1	0				0	0	0	0	
TIEMPO LLUVIA DIARIO		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIEMPO LLUVIA TOTAL		1									

Tabla 3. Información del movimiento diario y cantidad del material de construcción

		URBANIZACION VILLAS DEL RIO	
FECHA	DESCRIPCION	UND	CANT
01-jul-21	Cemento Argos mampostería 42,5 kg	Saco	0.5
02-jul-21	Cemento Argos mampostería 42,5 kg	Saco	1
03-jul-21	Cemento Argos mampostería 42,5 kg	Saco	0.5
06-jul-21	Cemento Argos mampostería 42,5 kg	Saco	1
07-jul-21	Cemento Argos mampostería 42,5 kg	Saco	2
08-jul-21	Cemento Argos mampostería 42,5 kg	sacos	1
09-jul-21	Cemento Argos mampostería 42,5 kg	sacos	1

En la *tabla 2* se puede observar el estado del clima para los primeros 10 días del mes de julio, donde se evidencia que para la fecha 1 de julio se presentaron lluvias en las horas de la tarde, lo que indica un retraso en la obra ya que se suspendieron las actividades debido a las condiciones ambientales, razón por la cual en la *tabla 3* se observa para la misma fecha un menor rendimiento comparado con los demás días, donde solo se hizo uso de medio saco de cemento, resaltando que esto es proporcional al rendimiento. El 3 de julio, también se observa un bajo rendimiento y es debido a que fue sábado donde se trabaja media jornada laboral. Además,

para esos días la obra civil se encontraba con poco personal ya que se disponía de poco material de construcción debido a la poca disponibilidad de recursos económico y el retrasaron en la entrega del material y un alza en los precios, lo que finalmente provocó que para el mes de julio no se evidenciaran grandes avances en la obra civil.

Tabla 4. Información del material de construcción.

		MOVIMIENTO DIARIO DE ALMACÉN				No 2	
		DESCRIPCION	UND	CANT	VLR UNITARIO	SUBTOTAL	PROVEEDOR
M A Y O		Cemento Cemex 50kg	Saco	65	\$ 29'000	\$ 1'885'000	Ferregal
		Cemento Holcim	Saco	110	\$ 27'500	\$ 3'025'000	Ferregal
		Soldadura PVC 1/8	Unidad	3	\$ 38'500	\$ 115'500	Construmas
		Soldadura PVC 1/8	unidad	2	\$ 31'500	\$ 63'000	Ferregal
		Codo 2"	Unidad	20	\$ 2'900	\$ 58'000	Ferregal
		Codo 2"	unidad	12	\$ 2'500	\$ 30'000	Construmas

En la *tabla 4* se puede observar la información de algunos materiales de construcción para el mes de mayo, evidenciando el cambio de los precios de los materiales con los diferentes proveedores. En cuanto al cemento, el usado normalmente por la empresa es cemento Holcim, pero se puede observar un cambio en la marca ya que para este mes no había disponibilidad de este material con ningún proveedor razón por la cual se optó usar cemento Cemex, teniendo en cuenta que este es más costoso que el anterior lo que provoca un alza en el costo de la construcción. Por otro lado, en los otros materiales se observa una diferencia del costo de acuerdo con el proveedor, donde la ferretería Ferregal es la más indicada para obtener estos materiales.

5.6 Retrasos en la obra civil

Otro resultado observado son los retrasos presentados en la obra civil, ya que inicialmente la programación de la construcción de viviendas se estimó que la primera torre tomaría un tiempo de siete (7) meses, desde septiembre de 2020 a marzo de 2021, las tres (3) siguientes estaban programadas para realizarlas en un tiempo determinado de seis (6) meses, y la torre 5 y 6 aún no cuentan con programación. Las fechas respectivas se pueden observar en el cronograma del anexo D.

Sin embargo, se ha llevado a cabo la construcción de un nivel cada dos (2) meses, debido al retraso en la entrega de los recursos económicos lo que provoca la disminución de disponibilidad del personal, además de los contagios por Covid-19, también al retraso y escasez de los materiales de obra, dando como resultado a la demora en el levantamiento de los muros estructurales. Debido a lo anterior, la obra presenta un retraso de seis (6)

meses, estimando un retraso final de siete (7) meses. Además, en los momentos donde no se puede avanzar con la mampostería estructural se inician labores de acabados, tales como: pulir el borde de la losa y las escalas, resanar perforaciones, rebitar la fachada, enchapar baños, realizar aseo general, entre otros. También se resalta que estas labores se podrían realizar simultáneamente a las actividades estructurales.

6 Conclusiones

- Uno de los métodos constructivos más usados en Colombia para la construcción de viviendas de interés social (VIS) es la mampostería estructural, ya que en la construcción de este tipo de viviendas se busca principalmente rapidez, facilidad y disminución de costos, y uno de los factores que más influye en estas características es que este tipo de método constructivo no requiere el uso de formaletas disminuyendo los costos y el tiempo de construcción.
- Una de las desventajas del método constructivo con mampostería estructural es que a futuro no se podrá realizar modificaciones estructurales ya que esto afectaría la estructura de la edificación.
- Una de las patologías observadas en la obra civil es que en el vaciado de los muros no se tiene certeza de que se rellene la totalidad del área por lo que es importante realizar una adecuada inspección para implementar acciones correctivas.
- Una de las principales limitaciones que ha presentado la construcción de las viviendas de interés social (VIS) del proyecto Villas del Río en el municipio de San Rafael es la disponibilidad de los recursos económicos ya que impide la continuidad de la construcción de la obra. Además, si existen sobrecostos en la construcción estos deben ser asumidos por la empresa debido a que los precios de los proyectos VIS no se pueden alterar o modificar.
- Se evidenció un déficit de los materiales para la construcción de las viviendas, debido a las manifestaciones que se evidenciaron en el país en el primer semestre de este año, ya que se presentaron bloqueos en las principales vías lo que no permitió el abastecimiento en muchos lugares del territorio dando como resultado a un retraso en el rendimiento de la construcción. Además, debido a la pandemia se presentaron contagios de Covid-19 en la obra civil lo que ocasionó suspender las actividades durante 10 días en el mes de junio para evitar la propagación del virus. Luego, se siguieron presentando casos positivos por lo que se determinó aislar solo a la persona contagiada y los posibles casos, lo que conllevó a un bajo rendimiento debido a que no se contaba con el personal suficiente.
- El estado del tiempo fue un factor determinante en el rendimiento de la ejecución del proyecto constructivo, debido a que en los días lluviosos el

rendimiento bajaba ya que durante el periodo de lluvia se suspendían las actividades de mampostería. Además, se resalta que este es el proceso más importante ya que la construcción es de estructuras de mampostería estructural.

- Otra limitación, es la distancia que existen entre el municipio donde se lleva a cabo la obra y una ciudad principal, ya que al momento de presentar inconvenientes como el daño de una herramienta indispensable no se podrá resolver de inmediato y en algunas ocasiones no se pueden lograr realizar las pruebas de resistencia a la compresión de concreto para los 7 y 14 días. Además, se pueden presentar retraso en la entrega de los materiales por lo que se requiere realizar una buena planificación para la entrega de estos.
- Es importante mantener el mismo equipo de trabajo ya que se tiene conocimiento de las capacidades y habilidades de cada obrero para así realizar la correcta asignación de tareas.
- Es importante realizar un seguimiento detallado de donde se adquiere el material de construcción, ya que al conocer el proveedor y el valor correspondiente de cada material se puede conocer donde es más favorable adquirirlo lo que permite reducir costos de la obra.

7 Anexos

7.1 Anexo A. Costos de materiales de la obra para el mes de septiembre.

							
URBANIZACION VILLAS DEL RÍO							
COSTOS DE MATERIALES DE LA OBRA							
FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2021							
Tipo de Documento	No	Número de Documento	Fecha	Beneficiario	Valor	Abonos	Situación
NIT	901423889-4	MAXI-4818	6/09/2021	Maxiequipos	\$ 598.575	\$ 598.575,00	\$ -
NIT	900570382-8	FE-5255	7/09/2021	Compre	\$ 7.029.200	\$ -	\$ 7.029.200
NIT	901449838-1	GEF-1639	9/09/2021	Ferregal	\$ 4.106.900	\$ -	\$ 4.106.900
NIT	890910712	02FS30539	11/09/2021	Ferrosvel	\$ 6.739.721	\$ 6.739.721	
NIT	901449838-1	FV-4-2628	13/09/2021	Ferregal	\$ 90.000	\$ -	\$ 90.000
-	-	-	13/09/2021	Pedro Pablo Acevedo	\$ 100.000	\$ 100.000	\$ -
-	-	No facturado	15/09/2021	Manuel	\$ 6.760.000	\$ -	
NIT	901423889-4	FE7660	23/09/2021	Construmas	\$ 180.300	\$ -	\$ 180.300
	900570382-8	FE-6075	23/09/2021	Compre	\$ 6.806.602	\$ 6.806.602	
-	-	-	25/09/2021	Transporte cilindros	\$ 80.000	\$ 80.000	\$ -
-	-	-	25/09/2021	Luis Eduardo Osorno	\$ 250.000	\$ 250.00	\$ -
NIT	901423889-4	FE7773	30/09/2021	Construmas	\$ 316.000	\$ -	\$ 316.000
SALDO					\$ 33.057.298	\$ 14.528.296,00	\$ 18.529.001

7.2 Anexo B. Movimiento diario para el mes de octubre.

 							
URBANIZACIÓN VILLAS DEL RIO							
MOVIMIENTO DIARIO DE ALMACÉN							
FECHA	DESCRIPCION	UND	CANT	VLR UNITARIO	SUBTOTAL	ACTIVIDAD	PROVEEDOR
4/10/2021	Clavos 2"	Caja	1	\$ 2.270	\$ 2.270	Borde de losa P5 B	Manuel
4/10/2021	Cemento general	Saco	0,5	\$ 26.000	\$ 13.000	Mampostería P5 A	Manuel
4/10/2021	Tee 1/2"	Unidad	18	\$ 700	\$ 12.600	Tubería de presión P5 B	Ferregal
4/10/2021	Codo 1/2"	Unidad	30	\$ 600	\$ 18.000	Tubería de presión P5 B	Ferregal
4/10/2021	Soldadura PVC 1/4	unidad	1	\$ 91.000	\$ 91.000	Tubería de presión P5 B	Ferreagro Marinilla
5/10/2021	Alambre quemado	Kg	2	\$ 8.500	\$ 17.000	Borde de losa P5 B	Zomac
5/10/2021	Codo 2"	Unidad	8	\$ 2.500	\$ 20.000	Red sanitaria P5 B	Construmas
5/10/2021	Disco diamantado 4(1/2")	unidad	2	\$ 8.900	\$ 17.800	General	Ferregal
5/10/2021	Disco diamantado (9")	unidad	1	\$ 50.700	\$ 50.700	General	Casa ferretera
5/10/2021	Disco diamantado (7")	unidad	1	\$ 20.000	\$ 20.000	General	Ferregal
5/10/2021	Alambre quemado	Kg	2	\$ 9.000	\$ 18.000	Borde de losa	Ferregal
5/10/2021	Tapón 1/2"	unidad	20	\$ 400	\$ 8.000	Red hidráulica P5 B	Ferregal
5/10/2021	Lápiz rojo	unidad	2	\$ 1.500	\$ 3.000	General	Ferregal
5/10/2021	Cemento estructural	saco	1,5	\$ 24.000	\$ 36.000	Dovelas P5 B	Manuel
6/10/2021	Cemento estructural	saco	0,5	\$ 24.000	\$ 12.000	Dovelas P5 B	Manuel
6/10/2021	Tubo 1/2" azul	unidad	48	\$ 5.000	\$ 240.018	Red eléctrica P5B	Electro servimos
6/10/2021	Tubo 3/4" azul	unidad	20	\$ 6.850	\$ 137.000	Red eléctrica P5B	Electro servimos
6/10/2021	Curva 1/2"	unidad	230	\$ 430	\$ 98.806	Red eléctrica P5B	Electro servimos

6/10/2021	Curva 3/4"	unidad	30	\$	569	\$	17.070	Red eléctrica P5B	Electro servimos
6/10/2021	Alambre quemado	Kg	3	\$	9.500	\$	28.500	P5B	Zomac
7/10/2021	Cemento general	Saco	1	\$	26.000	\$	26.000	Mampostería P5 A	Manuel
8/10/2021	Cemento general	Saco	1	\$	26.000	\$	26.000	Mampostería P5 A	Manuel
8/10/2021	Cemento general	Saco	1	\$	26.000	\$	26.000	Mampostería P5 A	Manuel
9/10/2021	Cemento general	Saco	2	\$	26.000	\$	52.000	Mampostería P5 A	Manuel
11/10/2021	Cemento general	Saco	2	\$	26.000	\$	52.000	Mampostería P5 A	Manuel
12/10/2021	Cemento general	Saco	2	\$	26.000	\$	52.000	Mampostería P5 A	Manuel
13/10/2021	Cemento general	Saco	1,5	\$	26.000	\$	39.000	Mampostería P5 A	Manuel
13/10/2021	Cemento general	Saco	0,5	\$	26.000	\$	13.000	Dovelas P5 B	Manuel
14/10/2021	Cemento general	Saco	2	\$	26.000	\$	52.000	Dovelas P5 B	Manuel
15/10/2021	Cemento estructural	Saco	57	\$	24.000	\$	1.368.000	Losa P5 B	Manuel
19/10/2021	Cemento general	Saco	2	\$	26.000	\$	52.000	Mampostería P5 A	Manuel
20/10/2021	Cemento estructural	Saco	4	\$	24.000	\$	96.000	Losa P5 B	Manuel
20/10/2021	Cemento general	Saco	29	\$	26.000	\$	754.000	Losa P5 B	Manuel
20/10/2021	Caja 4x2	unidad	12	\$	450	\$	5.400	Losa P5 B	Electro servimos
20/10/2021	Caja 4x4	unidad	21	\$	650	\$	13.650	Losa P5 B	Electro servimos
20/10/2021	Tapa flux	unidad	21	\$	370	\$	7.770	Losa P5 B	Electro servimos
20/10/2021	Adaptador 1/2	unidad	200	\$	165	\$	33.082	Losa P5 B	Electro servimos
21/10/2021	Cemento general	Saco	1	\$	26.000	\$	26.000	Mampostería P5 B	Manuel
22/10/2021	Cemento general	Saco	1,5	\$	26.000	\$	39.000	Mampostería P5 B	Manuel
22/10/2021	Disco de pulidora 9"	unidad	1	\$	50.000	\$	50.000	General P5	Construmas
22/10/2021	Disco de pulidora 7"	unidad	1	\$	20.000	\$	20.000	General P6	Ferregal
22/10/2021	Disco de pulidora 4-1/2"	unidad	1	\$	7.000	\$	7.000	General P7	Ferregal
22/10/2021	Guante industrial de caucho	unidad	2	\$	6.000	\$	12.000	Mampostería P5 A	Ferregal
22/10/2021	Guante industrial de caucho	unidad	2	\$	2.290	\$	4.580	Mampostería P5 B	Tienda D1
23/10/2021	Cemento general	Saco	0,5	\$	26.000	\$	13.000	Mampostería P5 B	Manuel
					TOTAL	\$	3.700.246		

7.3 Anexo C. Control del recurso humano para el mes de septiembre.

		CONTROL DEL RECURSO HUMANO DEL CONTRATISTA																																	
		CONSTRUCCION DE 120 APARTAMENTOS EN LA OBRA VILLAS DEL RIO EN EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA																																	
MES	SEPTIEMBRE/2021																														QUICENAS				
PERSONAL	W	J	V	S	D	L	M	W	J	V	S	D	L	M	W	J	V	S	D	L	M	W	J	V	S	D	L	M	W	J	15		30		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Total	Horas extras	Total	Horas extras	
Daniel	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	13	-	13	-
Rubén	1	1	0	0		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	11	5	13	2,5
Yeimer	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		0	1	0	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	11	0,5	13	0,5
Omar	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		0	0	0	0	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	10	-	12	-
Samuel	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	13	0,5	13	0,5
Alberto	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	13	0,5	13	-
TOTAL DEL PERSONAL EN OBRA	6	6	5	5	0	6	6	6	6	6	6	0	4	5	4	5	6	6	0	6	6	6	6	6	6	0	6	6	6	6	6				

7.4 Anexo D. Programación y cronograma del proyecto de Villas del Río.

PROGRAMACION Y CRONOGRMA DE OBRA PARA EL PROYECTO VILLAS DEL RIO EN EL MUNICIPIO DE SAN RAFAEL - ANTIOQUIA																					
AÑO	2020				2021												2022				
MES	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22			
ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18			
TORRE 1	■																				
TORRE 2								■													
TORRE 3													■								
TORRE 4													■								
TORRE 5																					
TORRE 6																					

8 Referencias Bibliográficas

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1997). Ingeniería civil y arquitectura. unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería estructural (NTC 4026). Disponible en: <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4017/Anexo%208%20NTC-4026.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2010). Concretos. Ensayo de resistencias a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto (NTC 673). Disponible en: <https://tienda.icontec.org/gp-concretos-ensayo-de-resistencia-a-la-compresion-de-especimenes-cilindricos-de-concreto-ntc673-2010.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2010). Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos en el laboratorio (NTC 1377). Disponible en: <https://docplayer.es/82741627-Norma-tecnica-colombiana-1377.html>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Decreto 1076*. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. Título C – Concreto estructural*. Disponible en: https://michel.udenar.edu.co/wp-content/uploads/2014/11/Titulo_C_NSR-10.pdf

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente. Título D – Mampostería estructura*. Disponible en: http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_ingenieria/pregrado/civil/documentos/NSR-10_Titulo_D.pdf

Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (2015). *Decreto 1077*. Disponible en: <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/1077%20-%202015.pdf>

Oikos constructora. (2020). *La construcción en Colombia y su evolución*. Obtenido de: <https://www.oikos.com.co/constructora/noticias-constructora/evolucion-de-la-construccion>

Obando, S. (2018). *Realización de actas de vecindad puente Mutis Av. Calle 63*. (Informe se pasantía). Universidad Distrital, Bogotá.

Pérez, A. (2016). El diseño de la vivienda de interés social. *La satisfacción de las necesidades y expectativas del usuario*. Revista de Arquitectura (Bogotá),

18 (1), 67-75. ISSN: 1657-0308. Disponible
en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=125146891007>