



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**SUPERVISIÓN DE CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDA
DE INTERÉS SOCIAL CON
SISTEMA INDUSTRIALIZADO TIPO
MANOPORTABLE**

Autor
Cristian David Coral Martínez

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia
2020



SUPERVISIÓN DE CONSTRUCCIÓN EN VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL CON
SISTEMA INDUSTRIALIZADO TIPO MANOPORTABLE

Cristian David Coral Martínez

Informe de práctica
como requisito para optar al título de:
Ingeniero civil

Asesores

Juan Carlos Obando Fuertes, Ingeniero civil

Walter Pérez Quintero, Arquitecto constructor

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela ambiental.
Medellín, Colombia
2020.

Resumen

Durante la construcción de obras en cualquier proyecto, es natural que se presenten inconvenientes de construcción, tal como, escasez de material, clima desfavorable, ejecución deficiente del mezclado de concreto, prácticas incorrectas en el vaciado de los elementos estructurales, para lo anterior se requieren de profesionales con experiencia y buen análisis, para sobrepasar o sortear los obstáculos que se presenten durante la realización de los trabajos, además la organización y el seguimiento del cronograma ayudará a reducir las dificultades que surjan durante la obra.

La edificación de las torres Villa Romera campestre al igual que en otras construcciones presentaron diversos inconvenientes que según su complejidad y la experiencia del ingeniero residente se pudieron resolver algunos de inmediato y otros con mayor tiempo, pero siempre se resolvieron para que la construcción siguiera con las demás actividades y finalizar completamente la obra. Las dificultades generalmente se presentaron en las formaletas exactamente en las aletas debido a la manipulación del martillo para hacer sus ajustes, también en el plomo y desplazamiento de muros, desplazamiento de elementos de red sanitaria o red eléctrica por baja supervisión en la construcción, reemplazo de elementos de formaleta por carencia de los módulos con la medida correcta en ese momento (rinconeras en vez de panel en la losa) no acorde a los planos.

Como se observa, el presente trabajo enuncia diferentes problemas presentados en obra, además existe un interrogante sobre la construcción de estructuras con mallas electrosoldadas como refuerzo principal en muros esbeltos, por lo tanto, por medio del análisis de artículos y trabajos referentes al tema, se da unas observaciones y opiniones acerca de ese sistema y su efectividad para resistir sismos.

Contenido

Resumen	3
1 Introducción.....	5
2 Objetivos.....	6
2.1 Objetivo general:	6
2.2 Objetivos específicos:.....	6
3 Marco Teórico	7
3.1 Sistema industrializado.....	7
3.2 Sistema tradicional	7
3.3 Vivienda de interés social (VIS).....	7
3.4 Negativos	7
3.5 Malla electrosoldada.....	7
3.6 Norma sismo-resistente colombiana (NSR-10):.....	7
4 Metodología.....	8
5 Resultados y análisis.....	13
6 Conclusiones.....	16
7 Referencias Bibliográficas.....	17

1 Introducción

La calidad de vida de una persona se define por aspectos como la salud, condiciones económicas, políticas, sociales y naturales, para alcanzar una calidad de vida buena, deben existir proyectos generados por el gobierno que ayude a mejorarla, por ejemplo, construir hospitales y programas de salud para todo el público, crear o aumentar puestos de trabajo para las personas, construir viviendas para personas de bajos recursos, etc., en el último aspecto, Colombia tiene un déficit de familias sin vivienda propia, según el DANE el 42,9% de la población tiene vivienda propia totalmente pagada, el 5% es propia, pero aún la sigue pagando, el 33,8% la está arrendando y el 14,7% vive en casa con permiso del propietario sin pagar (DANE,2018 1), es decir, más de la mitad de los residentes Colombianos no tiene casa propia, a nivel de Antioquia los porcentajes son muy parecidos teniendo un 41,4% con hogar propio, 4% propio y pagando, 37,3% en arriendo y 15,1% con permiso del propietario sin pagar, es así como el gobierno destina recursos para el desarrollo de viviendas de interés social, y así cubrir ese déficit.

La empresa Promotora Villa Paula s.a.s., en la actualidad se encarga de crear la unidad residencial llamada Villa Romera Campestre, que es un proyecto público privado, es decir se hace con parte de los recursos del estado y otra parte con recursos privados de la constructora, el proyecto se caracteriza por ser viviendas de interés social VIS.

En la construcción existen diferentes tipos de sistemas para viviendas, están los tradicionales y el sistema industrializado, además hay 2 subtipos del último sistema, manoportable y túnel, en esta construcción de torres de apartamentos, se utiliza el sistema industrializado por manoportable, que se usa con el fin de hacer con mayor velocidad la construcción de los apartamentos, dado que son proyectos para beneficiar a muchas personas, se hace la entrega de los apartamentos en menor tiempo que con un sistema de construcción tradicional, lo que ayuda a reducir el déficit de vivienda propia.

Podemos observar entonces que, en los últimos años el sistema industrializado ha ido en aumento en las nuevas construcciones de viviendas, estas generalmente se caracterizan por poseer muros delgados, que pueden tener entre 10 y 15 cm de espesor, los cuales se refuerzan con malla electrosoldada, estos métodos requieren una investigación más amplia en la zona geográfica donde se vaya a aplicar, ese estudio analizará la capacidad de resistir fuerzas sísmicas, actualmente Colombia no posee norma que provea los parámetros mínimos para la construcción de estructuras con refuerzo de mallas electrosoldadas, por eso, se debe generar discusiones frente a la normativa con vacíos en este aspecto.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general:

Supervisar la construcción de las viviendas de interés social con sistema industrializado mano portable de tal forma que se identifiquen los principales problemas en el proceso y se puedan plantear soluciones a los mismos.

2.2 Objetivos específicos:

2.2.1 Examinar los planos y especificaciones, para corroborar si la construcción se realiza adecuadamente.

2.2.2 Revisar coordenadas de ubicación del edificio, marcación de pilas o fundaciones.

2.2.3 Control de dimensiones de elementos de fundación.

2.2.4 Verificar la construcción de los anillos, acero y vaciado de pilas.

2.2.5 Revisar la ubicación de vigas de fundación.

2.2.6 Verificar refuerzo de acero, encofrado, y vaciado de vigas de fundación.

2.2.7 Revisar cimbrado de ejes y repartición de muros, armado de refuerzo de acero, formaleta, vaciado de muros y losa.

2.2.8 Verificar plomos (verticalidad) antes y después del vaciado de muros.

2.2.9 Revisar hormigueos y resanes estructurales.

2.2.10 Supervisar los testigos o cilindros de concreto y verificar su adecuada resistencia.

2.2.11 Analizar el factor de colocación para controlar la cantidad de cemento aplicado en la mezcla de concreto y reducir el desperdicio de este o aumentar la cantidad de cemento para llegar a la resistencia requerida.

2.2.12 Verificar los espesores y las cuantías de acero de los muros y discutir qué tan confiables son desde el punto de vista estructural.

3 Marco Teórico

Desde del origen del hombre, se ha buscado el resguardo de este ante los peligros de otras especies y de las contingencias climáticas, con el paso del tiempo el hombre ha transformado su morada para convertirla en un lugar cómodo para descansar, eso ha sido posible gracias a los avances tecnológicos, a medida que avanza el tiempo la forma en construir viviendas cambia de igual forma, en la actualidad existen diferentes formas y materiales para construir casas, entre ellos los siguientes.

3.1 Sistema industrializado¹: son aquellos métodos que se utilizan mediante la producción en serie de elementos estructurales como las placas y muros, aportando mayores rendimientos en tiempos de ejecución, y es basada en la utilización de formaleta modulada para la construcción de serie de unidades habitacionales tipo.

3.2 Sistema tradicional²: se consideran sistemas constructivos tradicionales a aquellos que tienen un grado de industrialización bajo, teniendo como factor fundamental la mano de obra, los muros en mampostería simple en ladrillo.

3.3 Vivienda de interés social (VIS)³: Es aquella que reúne los elementos que aseguran su habitabilidad, estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción cuyo valor máximo es de ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes.

3.4 Negativos: elementos de construcción que se instalan en las formaletas para ajustar los espacios de muros y dejar vacíos para las instalaciones de cajas eléctricas.

3.5 Malla electrosoldada⁴: estructuras de acero planas en forma de panel, formadas por alambres de acero grafilados o lisos, dispuestos en forma ortogonal y electrosoldados en todos los puntos de encuentro.

3.6 Norma sismo-resistente colombiana (NSR-10): Reglamento colombiano de construcción sismo resistente que regula las condiciones de las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable.

¹ ROMERO, Claudia Yineth. VAQUIRO, Edwin Motta. (Sin año). MANUAL DE CONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL CON SISTEMA INDUSTRIALIZADOS TIPO MANOPORTABLE Y TUNEL. [archivo PDF]. [Consultado el 6 de marzo de 2020]. Disponible en: http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4990/1/RomeroCastroClaudiaYineth2016A_nexo.pdf

² Obox housing. (2015). Construcción industrializada versus construcción tradicional, ventajas e inconvenientes. [Sitio web]. [Consultado el 6 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.oboxhousing.com/construccion-industrializada-versus-construccion-tradicional/>

³ Ministerio de ambiente, vivienda y Desarrollo territorial (2009). Definición Vivienda interés Social. [archivo PDF]. Disponible en: <http://www.minvivienda.gov.co/ConceptosJuridicos/Concepto%20101503%20del%2010%20de%20septiembre%20de%202009%20-%20Definición%20vivienda%20de%20interés%20social.pdf>

4 Metodología

La realización de este trabajo se desarrolló bajo la supervisión y apoyo de los ingenieros residentes a cargo cada torre, los cuales estuvieron siempre presentes en las diferentes actividades, con disposición a resolver todas las dudas que surgían en esos momentos; para cumplir los objetivos definidos inicialmente de la práctica se implementaron procesos para el análisis y solución de los problemas, esos métodos o procesos son los siguientes:

4.1 Se adquirió los planos estructurales y arquitectónicos para realizar su respectivo análisis.

Se inició con la revisión de los planos ofrecidos por los arquitectos e ingenieros, en ellos se definen las cotas y coordenadas de cada torre y estructura a construirse, dado los anteriores datos se comenzó con el proceso de la marcación en el sitio de las cimentaciones (previamente se hizo limpieza) con la colaboración del topógrafo y ayudante entendido, esta actividad duró entre medio día y un día, dependiendo de la amplitud y el número de pilas.



Imagen 1. Planos de la planta de las torres 6,7 y 8.



PLAN PARCIAL VILLA PAULA MUNICIPIO DE SABANETA		PROPIETARIO PROMOTORA VILLA PAULA S.A.S	ESCALA: 1:200 FECHA: SEPT 2018 PROYECTO: REVISION REVISOR:	PLANO
--	--	---	---	-------

Imagen 2. Planos arquitectónicos de la torre 6

4.2 Se localizó con ayuda del topógrafo y los planos, la ubicación de las cimentaciones, vigas de fundación, muros y losas.

Para el siguiente paso se hizo la excavación de pilas según las especificaciones de los ingenieros geotecnistas, tales como profundidad y ancho.

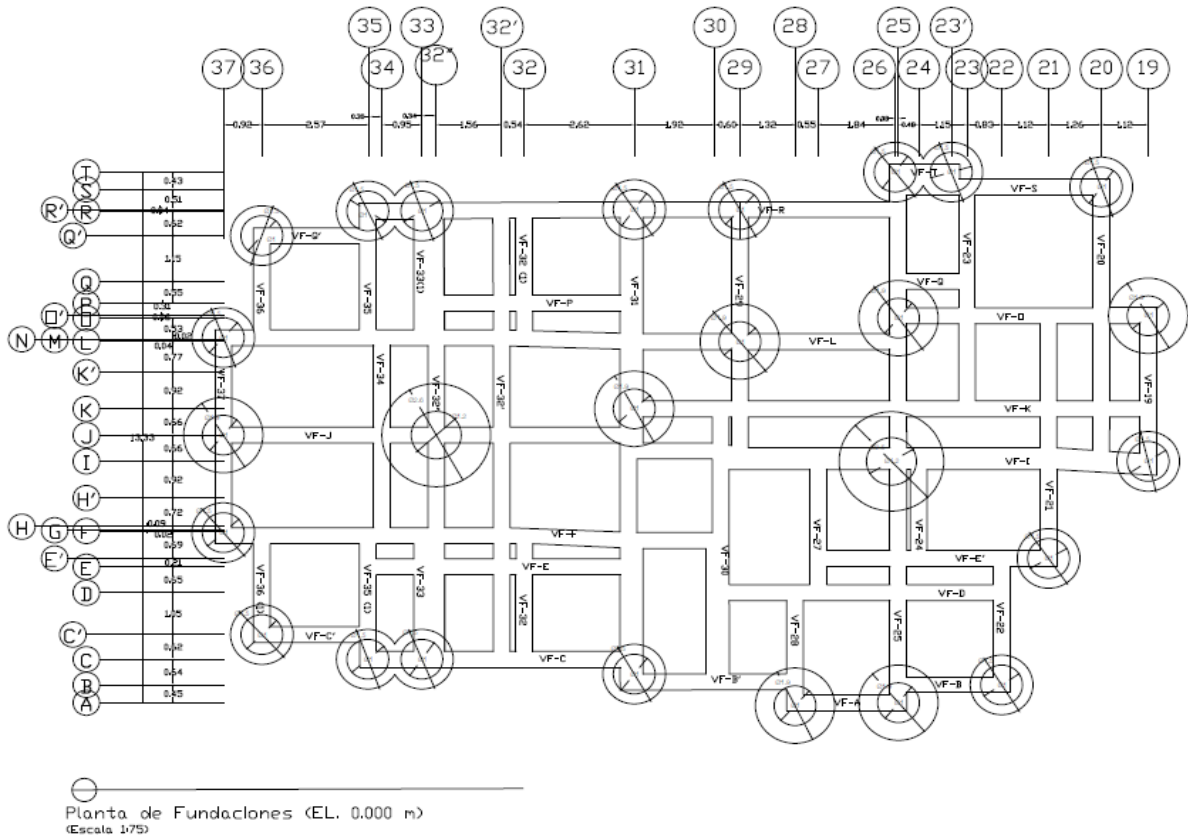


Imagen 3. Planos de las pilas y vigas de fundación.

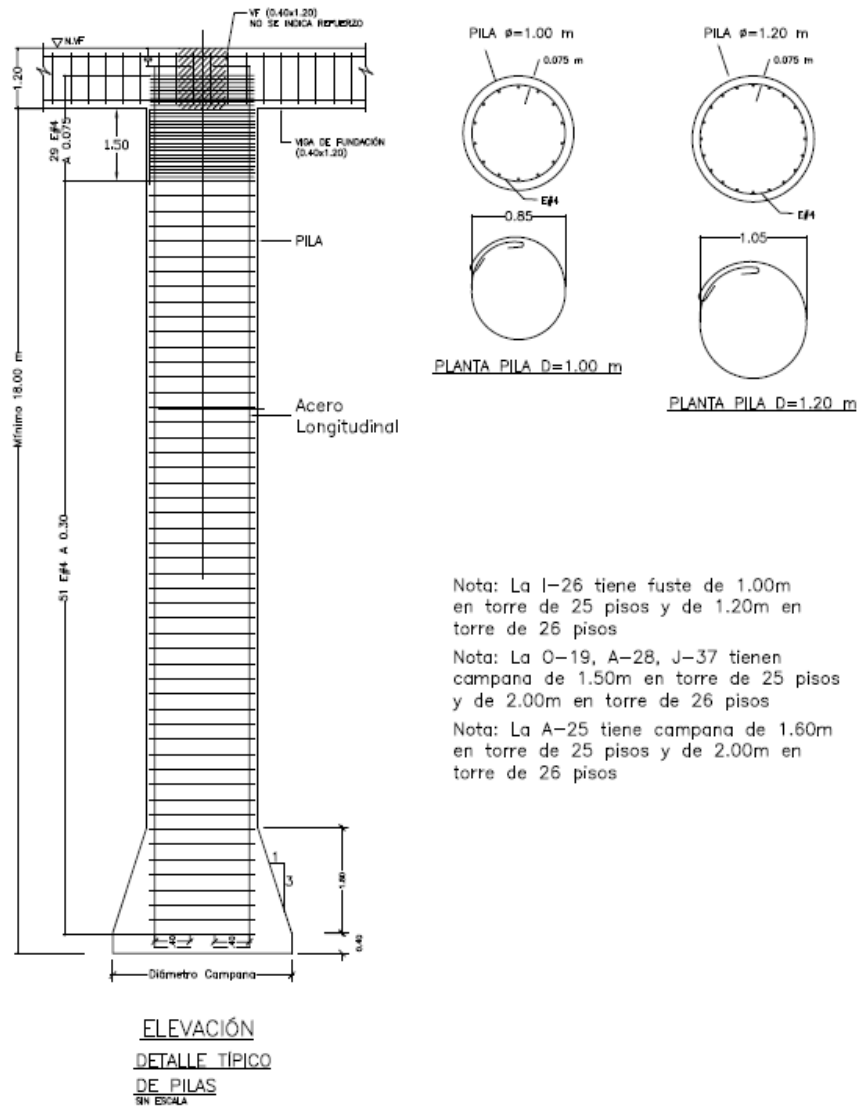


Imagen 4. Detalle de pilas

4.3 Se supervisó las cantidades de materiales para la realización del concreto directamente en la obra, para alcanzar la resistencia requerida de los diferentes elementos estructurales.

La fabricación del concreto requiere de la presencia del residente o maestro encargado, de tal forma que garantice la cantidad o peso correcto de los materiales, en cada vaciado se pesaban los materiales transportados en un coche o boogie y puestos sobre una báscula, adicionalmente se realizaba la prueba de asentamiento para comprobar que la relación agua cemento sea la adecuada.



Foto 1. Planta de fabricación del concreto

4.4 Se controló la modulación de las formaletas mediante los planos entregados.

La modulación de las formaletas se hizo acorde a la geometría de los muros y losas propuestas por la arquitectura de la estructura, con los planos designados se hizo la contratación de la modulación con una empresa que demostró buena experiencia en el tipo de estructuras industrializadas.

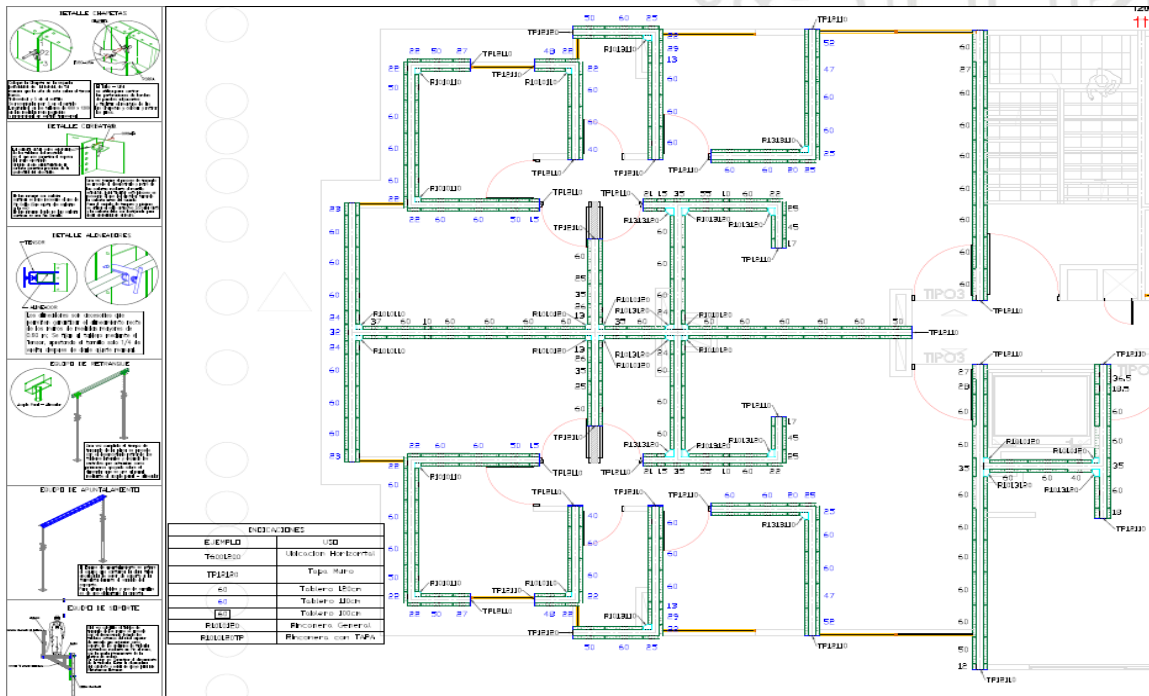


Imagen 5. Planos de los módulos de la formaleta

4.5 Se analizó los testigos de concreto fallados en el laboratorio, observando su resistencia.

La cantidad de cilindros para pruebas de resistencia son 2 testigos por cada día de prueba, es decir, para el caso de la construcción del proyecto se hizo fallar a los 7, 28 y 90 días, además se hace las muestras para cilindros cada 20m3.

FACTOR DE COLOCACION DEL CONCRETO - VILLA ROMERA CAMPESTRE															
MPa	psi	f'c (kg/cm²) o REFERENCIA	CONSUMO	CONSUMO	CONSUMO	CONSUMO	DENSIDAD	DENSIDAD	NOTA: Solo se deben digitar las casillas señaladas	CONSUMO	CONSUMO	DENSIDAD	DENSIDAD	CONSUMO	
			CEMENTO	ARENA	GRAVA	ADITIVO	ARENA	GRAVA		PUZOLANA	material	PUZOLANA	Real	Teórico	kg
			kg por m3	kg por m3	kg por m3	kg por m3	kg/m³	kg/m³		kg por m3	kg por m3	kg/m³	kg/m³	kg por m3	kg por m3
25	5000	5000 GOG	524	837	837	0.0	1670	1650	CEMEX USO GENERAL - CANTERAS DEL CAUCA	0	0	0	0	0	0
25	5000	5000 GOG - ARGOS	514	1883	769	3.6	1670	1650	ARGOS USO GENERAL - CANTERAS DEL CAUCA	0	0	0	0	0	0
21	3000	3000 GOG NUEVA	363	1160	773	0.0	1670	1650	CEMEX USO GENERAL - CANTERAS DEL CAUCA	0	0	0	0	0	0
28	4000	4000 GOG CON EUCOLN	430	1020	746	3.0	1670	1650	CEMEX USO GENERAL - CANTERAS DEL CAUCA	0	0	0	0	0	0
21	3000	3000 GOG 2 NUEVA	336	945	945	0.0	1670	1650	CEMEX USO GENERAL - CANTERAS DEL CAUCA	0	0	0	0	0	0
35	5000	5000 GOG SIN EUCOLN	444	939	939	0.0	1670	1650	CEMEX USO GENERAL - CANTERAS DEL CAUCA	0	0	0	0	0	0
21	3000	3000 GOG 2	316	1050	960	2.2	1670	1650	CEMEX USO GENERAL - CANTERAS DEL CAUCA	0	0	0	0	0	0
21	3000	3000 GOG ARGOS T7	356	1164	776	2.5	1670	1650	ARGOS USO GENERAL - CANTERAS DEL CAUCA	0	0	0	0	0	0
28	4000	4000 GOG	360	1176	784	2.9	1670	1650	CEMEX USO GENERAL - CANTERAS DEL CAUCA	0	0	0	0	0	0
21	3000	3000 ULTRACEM	380	1210	807	2.1	1670	1650	ULTRACEM USO GENERAL - CANTERAS DEL CAUCA	0	0	0	0	0	0

Vaciado	Fecha	Elemento	f'c (kg/cm²)	Volumen				Factor	Observaciones y comentarios	Consumo					Consumo	
				Teórico m³	Vaciado m³	Teórico kg	Real kg			Real kg	Real kg	Real kg	Real kg	Real kg	Real kg	Real kg
114	15-01-19	VACIADO YF TRAMO B MODULO A	3000 GOG ARGOS T7	11.76	12.08	4,195.56	4,200.00	2.71		4,200.00	4,195.56	6.42	5.68	20.05	378,223.00	728.77
115	16-01-20	VACIADO NF TRAMO 3 MODULO A	3000 GOG ARGOS T7	10.22	10.67	3,629.74	3,800.00	4.49		3,800.00	3,629.74	7.44	5.02	26.58	378,223.00	736.21
116	22-01-20	VACIADO MURDOS 47Y, 54Y, 24K, 33Y, 44Y, 42K, 41Y, 30Y, 38Y, 37Y, EN 30 MB	5000 GOG - ARGOS	6.62	7.10	3,402.68	3,850.00	7.27		3,850.00	3,402.68	4.52	3.05	25.45	380,573.00	740.73
117	24-01-20	VACIADO DE MURDOS 16Y, 49Y, 50Y, 49Y, 43Y, 43Y	5000 GOG - ARGOS	7.10	7.53	3,649.40	3,900.00	6.87		3,900.00	3,649.40	4.83	3.26	27.24	384,473.00	745.56
118	27-01-20	VACIADO DE MURDOS 38Y, 38Y, 38Y, EN 30 MB	5000 GOG - ARGOS	3.36	3.49	1,727.04	1,750.00	1.33		1,750.00	1,727.04	2.17	1.46	12.22	386,223.00	747.73
119	11-02-20	VACIADO MURDOS 47Y, 42Y, 24K, 32K, 54Y, 35Y, 38Y, 37Y, 57Y	5000 GOG - ARGOS	8.80	9.53	4,523.20	4,900.00	8.33	Arena con olor oscuro	4,900.00	4,523.20	6.07	4.30	34.22	391,123.00	753.79
120	13-02-20	VACIADO DE MURDOS (22Y, 32Y), (30Y, 33Y)	5000 GOG - ARGOS	8.25	8.85	4,240.50	4,550.00	7.30	Cemento color diferente	4,550.00	4,240.50	5.63	3.80	31.78	395,673.00	759.43
121	14-02-20	(35Y), (36Y, 28Y), (28Y), (27Y, 24Y)	5000 GOG - ARGOS	6.80	6.91	3,495.20	3,550.00	1.57		3,550.00	3,495.20	4.40	2.97	24.75	399,223.00	763.82
122	18-02-20	UBA APTOS 4 Y 5 NIVEL, MODULO B	3000 GOG ARGOS T7	12.46	12.92	4,434.76	4,600.00	3.73		4,600.00	4,434.76	9.01	6.08	52.17	403,823.00	772.83
123	20-02-20	VACIADO DE MURDOS (30Y, 34Y), (28Y, 28Y), (36Y)	5000 GOG - ARGOS	8.63	9.44	4,635.62	4,850.00	5.34	Corrección a la cantidad por recuento a sacos de cemento	4,850.00	4,635.62	6.01	4.05	33.67	408,673.00	778.94
124	24-02-20	(27Y, 24Y), (40Y, 37Y, 48Y), 44Y, 25Y, MODULO A	5000 GOG - ARGOS	8.01	8.07	4,107.14	4,200.00	2.81		4,200.00	4,107.14	5.20	3.51	29.33	412,873.00	784.04

Imagen 6. Factor de colocación.

4.6 Se realizó una revisión bibliográfica acerca del funcionamiento y efectividad de la malla electrosoldada en muro estructurales delgados.

Mediante el uso de las herramientas computacionales como Google Scholar se realizó la búsqueda de información necesaria para analizar y filtrar la información relevante.

5 Resultados y análisis

Durante el desarrollo de la práctica tuve la oportunidad de estar en el proceso de varias actividades, esto debido a la amplitud del proyecto y que al momento de mi ingreso ya se tenía avances en diferentes obras como urbanismo, construcción de pilas y apartamentos para entrega, por lo cual, en mi aprendizaje obtuve muchas experiencias, las cuales me enriquecieron para futuras situaciones y poder solucionar con mayor facilidad y agilidad nuevas eventualidades.

Al momento de iniciar las actividades me entregaron planos generales, arquitectónicos y estructurales de la obra, con los cuales se hizo revisión de las medidas y verificó que los planos de la estructura concuerden con la geometría arquitectónica, de ellos se derivaron algunas diferencias en sus medidas, esto debido a que los arquitectos generaban cambios pequeños pero que en la parte estructural es importante tener en cuenta, por lo tanto, veo como gran oportunidad para la empresa, la actualización de conocimientos y poder conectar a los arquitectos con los ingenieros por medio de herramientas computacionales a la vanguardia de las necesidades (como son las construcciones aceleradas y en masa), los softwares AutoCAD Revit o Cypecad, son ejemplos de programas que funcionan para el diseño y que genera actualización de planos al instante, de tal forma que haya comunicación continua entre los profesionales, mejorando los tiempos entre el diseño y la construcción de esos diseños.

Más adelante se hizo la marcación de la zona para la construcción de la torre de viviendas, y con la cual no hubo contratiempo dado la experiencia del topógrafo en esta labor, días más adelante se inició con la excavación de las cimentaciones, el vaciado de los anillos de las pilas, el armado del acero principal de ellas, tiempo después se realizó el vaciado de campana y fuste para las pilas, todo dependiendo de las condiciones climáticas y la disponibilidad de los materiales; teniendo en cuenta que el material era de muy buenas características se destinó para la construcción de muro armado en tierra, así se redujeron los costos por transporte fuera de obra y por compra de nuevo material para el muro.



Foto 2. Vaciado de pilas

Al momento de hacer el armado de la formaleta se organizó por grupos, cada módulo por sus medidas, de acuerdo a los planos recibidos, puesto que, en la obra ya se habían utilizado para otras torres, los elementos ya tenían deformaciones, exactamente en las aletas, debido a la manipulación del martillo para hacer sus ajustes, lo cual generaba mayores medidas y espacios entre módulos, y por consiguiente ampliando las medidas de los muros, dado lo anterior se utilizaban elementos llamados negativos, para recortar la longitud y tener nuevamente las medidas necesarias. En consecuencia, de la manipulación continua y extendida de la formaleta, resultaban en elementos sin utilidad, por lo que se hacían nuevamente pedidos parciales, derivando en malas prácticas como colocación de módulos en lugares incorrectos, afectando la disposición original de las formaletas.



Foto 3. Armado de la formaleta.

Preliminar al vaciado de todas las estructuras se hacía la inspección de los agregados, rectificando que fueran los apropiados, generalmente el maestro o residente revisaban la mezcla del concreto para asegurar que las cantidades de los materiales fueran apropiadas según el diseño de mezcla proporcionado; dado la velocidad con que se debe hacer la mezcla, las cantidades de arena, triturado, cemento y agua variaba, pero siempre cumpliendo la relación agua-cemento por medio de la prueba de asentamiento.

Antes del vaciado de los muros, losa o cualquier parte de la estructura se elaboraban cilindros de concreto con diferentes características para enviar al laboratorio y cuantificar la resistencia, dado que en algunos elementos no dieron la resistencia requerida, se necesitó derribar esas secciones y volver a hacer su construcción, con lo cual se debió hacer una supervisión más estricta en la mezcla del concreto.

Debemos discutir ahora que tan conveniente es hacer edificios con el sistema industrializado de muros estructurales delgados, por una parte, este sistema ayuda en la construcción de edificios de forma acelerada con formaleta de grandes dimensiones sin hacer cambios entre plantas, dando un rendimiento alto, y por lo tanto, los costos se disminuyen considerablemente (Mazo,2018), lo cual ayuda a disminuir el déficit de vivienda propia en Colombia; pero otra parte, la investigación en Colombia sobre su desempeño frente a un sismo es escasa y debido a eso, la normatividad no aclara cómo debe ser su diseño y cuáles son los requisitos mínimos para su construcción. Las normas en otros países prohíben el uso de mallas electrosoldadas para edificios en zonas sísmicas, como es Estados Unidos, o el espesor mínimo de los muros, o el máximo número de pisos, como lo contempla la normativa peruana. Para ahondar más en el tema, el autor Mazo nos muestra una tabla con las diferencias entre las normas de algunos países, poniendo en evidencia que respecto a los demás, Colombia debe hacer un estudio de este sistema y por consiguiente implementar las restricciones que se originen de ellos.

Una de las características que destaca el sistema industrializado con muros delgados es su rigidez, por lo cual, al momento de evaluar la deriva máxima permitida, este sistema lo cumpliría con facilidad, pero respecto a la ductilidad, su cuantificación es baja (García,2012), por lo que al momento de someterse a fuerzas sísmicas, cualquier edificio podrá presentar fallas frágiles, como es el caso del edificio Alto Río en Chile, que fue el único edificio alto de muros de hormigón armado que colapsó en el terremoto de El Maule en el 2010 (Peña, 2017).

En el caso de las obras de Villa Romera Campestre, los muros tienen un espesor de 12cm, además la mayoría de los muros, se reforzaron con barras de acero #6 en una sola fila, desde la base hasta un número de pisos determinado por el ingeniero estructural, y en medio de las barras de acero se puso una malla de acero electrosoldada de referencia XX 257, que según la ficha técnica tiene una resistencia a la fluencia mínima de 485 Mpa y resistencia a la tracción de 550 Mpa, cumpliendo con los estándares de la norma técnica colombiana NTC 5806, podemos ver por lo tanto, que el espesor es adecuado según los mínimos requeridos por la norma Peruana, y que la resistencia a fluencia de las mallas es superior a las barras corrugadas de grado 60 (con resistencia de 420 Mpa), pero debemos tener en cuenta la elaboración de la malla, puesto que, para fabricarla es necesario pasar los grafiles por rodillos, para obtener el diámetro requerido, y más adelante unirlos a grafiles transversales, dando así una rejilla con determinadas medidas, como observamos, este proceso deforma plásticamente la malla, cambiando sus propiedades originales, lo que reduce su funcionalidad en los muros a la hora de estar sometidos a un sismo.

6 Conclusiones

En el proceso constructivo de cualquier obra, el residente encargado siempre debe estar presente en ella, dado que, las fallencias que se hallen requieren de reparación inmediata, además los inconvenientes que se observen en la estructura a cargo del ingeniero, serán atribuidos directamente como responsabilidad de él. Es por eso, que cuenta con la ayuda del maestro, y por lo tanto una buena comunicación es primordial, para coordinar apropiadamente la construcción que se esté realizando.

Al momento del mezclado de los materiales es necesario que haya alguien encargado de verificar las cantidades necesarias del concreto, y en caso contrario corregir de inmediato, porque puede incurrir en un error y debilitar la estructura originando mayores gastos al reconstruir el elemento de baja resistencia (en el caso de que sea rápidamente detectado el error o de lo contrario, mostrará fallas en corto tiempo).

En obras de gran envergadura la comunicación entre arquitectos e ingenieros es indirecta y demorada, lo que ocasiona contratiempos mayores cuando se realizan cambios repentinos, e incluso generan más gastos por los diseños estructurales, cuando se hace consultoría externa, además de hacer pagos a todo el personal por cada día que se demora la obra, por lo tanto, los nuevos programas adquieren gran importancia a la hora de realizar diseños integrales, como los de arquitectura, estructural, redes eléctricas y de aguas, software como Revit y Cypecad son grandes herramientas que pueden mejorar la interacción de todos los profesionales implicados de la estructura, e incluso pueden mejorar los tiempos de resolución de problemas en obra, entonces la actualización de conocimientos para la utilización de nuevas herramientas computacionales es básica para mejorar la forma de trabajar en equipo.

Para reducir el déficit de vivienda propia, los sistemas industrializados son perfectos, ya que la construcción por medio de ellos es muy rápida y rentable para las empresas, además trae beneficios para muchos, puesto que la economía crece en la región por el incremento en la compra de viviendas, el mismo beneficio tiene el comprador porque el costo del inmueble es menor que las casas construidas por métodos tradicionales, pero también tiene desventajas, como deficiencias en sistema de aislamiento térmico y acústico, pero principalmente la desventaja está en su seguridad, dado que en Colombia no se ha desarrollado una investigación amplia acerca los sistemas industrializados de muros estructurales delgados (como lo han hecho otros países), la normativa carece de códigos que regulen los requisitos mínimos para la construcción y diseño con esos métodos, por lo tanto, es imperante realizar más estudios que descubran las fallencias, para actualizar la normativa y mejorar la seguridad de los edificios.

7 Referencias Bibliográficas

- DANE. Encuesta Nacional de Calidad de Vida. [Sitio web]. [Consultado el 4 de marzo de 2020]. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/Presentacion_ECV_2018.pdf
- Villa Romera Campestre. [Sitio web]. [Consultado el 4 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://villaromeracampestre.com>
- ROMERO, Claudia Yineth. VAQUIRO, Edwin Motta. (Sin año). MANUAL DE CONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL CON SISTEMA INDUSTRIALIZADOS TIPO MANOPORTABLE Y TUNEL. [archivo PDF]. [Consultado el 6 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4990/1/RomeroCastroClaudiaYineth2016Anexo.pdf>
- Obox housing. (2015). [Sitio web]. [Consultado el 6 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.oboxhousing.com/construccionindustrializada-versus-construccion-tradicional/>
- Ministerio de ambiente, vivienda y Desarrollo territorial (2009). Definición Vivienda interés Social. [archivo PDF]. Consultado en: <http://www.minvivienda.gov.co/ConceptosJuridicos/Concepto%20101503%20del%2010%20de%20septiembre%20de%202009%20-%20Definición%20vivienda%20de%20interés%20social.pdf>
- MAZO, Jhon Jaime. (2018). REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA MALLA ELECTROSOLDADA COMO REFUERZO PRINCIPAL EN MUROS ESTRUCTURALES DELGADOS DE CONCRETO REFORZADO. [archivo PDF]. [Consultado el 27 de junio de 2020]. Disponible en: http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/12233/1/MesaJohn_2018_ComportamientoSismicoMalla.pdf
- GARCIA, Ronald David. (2012). ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA Y ALBAÑILERÍA CONFINADA. [archivo PDF]. [Consultado el 30 de junio de 2020]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/DavidGarcia143/tesina-2>

- PEÑA, Mario Andres. (2017). ANÁLISIS DE LA DEMANDA SÍSMICA EN EL COLAPSO DEL EDIFICIO ALTO RÍO, CONSIDERANDO PROPAGACIÓN DE ONDAS, DURANTE EL TERREMOTO DEL 27 DE FEBRERO DE 2010. [archivo PDF]. [Consultado el 30 de junio de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/145309/Analisis-de-la-demanda-sismica-en-el-colapso-del-edificio-Alto-Rio-considerando-propagacion-de-ondas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

