

MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL SEGUIMIENTO
DE LA CONSTRUCCION DEL EDIFICIO "TRIGO Y CANELA"
POPAYAN, CAUCA

LEANDRO DAVID LUCERO TORRES

INFORME FINAL DE PASANTIA, REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO CIVIL

ING. JUAN CARLOS ZAMBRANO
DIRECTOR DE PASANTIA

ARQ. IVAN DELGADO.
SUPERVISOR PASANTIA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
POPAYÁN

2008.

TABLA DE CONTENIDO.

	Pagina.
INTRODUCCION.	7
JUSTIFICACION.	8
OBJETIVOS.	9
OBJETIVOS GENERALES.	9
OBJETIVOS ESPECIFICOS.	9
INFORMACION DEL PROYECTO.	10
EMPRESA EJECUTORA.	12
DESARROLLO DE LA PASANTIA.	13
1. OBRAS PRELIMINARES	13
1.1 Demolición.	13
1.2 Cerramiento	13
1.3 Campamento y almacén.	14
2. CIMENTACION.	15
2.1 Excavación.	15
2.2 Acero.	15
2.3 Fundición de vigas.	15
3. INSTALCION DE REDES SANITARIAS.	18
3.1 Aguas lluvias y aguas negras.	18
4. CONSTRUCCION DE COLUMNAS DEL PRIMER PISO.	19
5. CONSTRUCCION DE MAMPOSTERIA ESTRUTURAL.	23
5.1 Planteo de muros.	23
5.2 Colocación de miras	25
5.3 Levantamiento de muros	27
5.4 Revitado de muros.	28
5.5 Limpieza de muros.	29
5.6 Llenado de celdas.	30
6. LOSAS DE ENTREPISO.	32
7. INSTALACIONES ELECTRICAS E HIDRO SANITARIAS.	37
8. CONSTRUCCION E INSTALACION DE OTROS ELEMENTOS EN CONCRETO PREFABRICADOSY HECHOS EN SITIO.	39
9. MATERIALES.	47
9.1 Acero de refuerzo horizontal.	47
9.1.1 Escalerilla	47
9.1.2 Conectores	48
9.2 Acero de refuerzo vertical.	49
9.3 Mortero de pega.	50
9.4 Mortero de revitado.	51
9.5 Mortero de relleno.	51

CONTINUACION DE TABLA DE CONTENIDO.

	Pagina.
9.6 Unidades de mampostería.	51
9.7 Agua.	52
9.8 Otros.	52
10. CONCLUSIONES.	54
11. RECOMENDACIONES.	57
12. BIBLIOGRAFIA.	59

LISTA DE FIGURAS.

	Pagina.
Figuras 1. Edificio "TRIGO Y CANELA".	11
Figura 1.1.1 Demolición de muros vecinos. Sección de parqueaderos.	14
Figura 2.2.1 Sección o tipo de vigas de cimentación.	16
Figura 2.1.1 Excavación para obras de cimentación e instalación de obras sanitarias, cámaras de inspección.	17
Figuras 4.1 y 4.2 Formaleta de una columna tipo y columna después de ser desencofrada.	21
Figura 4.3 y 4.4 Collarín de una columna, acero de refuerzo de una Columna.	21
Figuras 4.5 y 4.6 Verificación del recubrimiento del acero, vibrado durante la fundición de las columnas.	22
Figura 5.1.1 y 5.1.2 Planteo de muros del segundo y tercer piso.	24
Figuras 5.1.3 y 5.1.4 Muros del primer piso todos llevan las ventanas de limpieza para posteriormente ser fundidos.	24
Figuras 5.2.1 y 5.2.2 Colocación de miras para muros interiores del edificio.	26
Figuras 5.2.3 y 5.2.4 Hilo horizontal colocado para controlar el nivel horizontal de las hiladas en el muro.	26
Figuras 5.3.1 y 5.3.2 Colocación del mortero sobre la primera hilada escalerilla embebida en el mortero de pega.	28
Figuras 5.4.1 y 5.4.2 Muro terminado de rebitar, rebitado de muro	

CONTINUACION LISTA DE FIGURAS.

	Pagina.
hecho por un ayudante	29
Figuras 5.5.1 y 5.5.2 Limpieza de muros, muro limpio en una de las fachadas del edificio.	30
Figuras 5.6.1 y 5.6.2 Ventanas de limpieza, celda sin ser llenada.	31
Figuras 6.1 y 6.2 Elementos de borde o formaleta de borde, y formaleta de losa de entrepiso.	34
Figuras 6.3 y 6.4 Malla de gallinero instalada en losa de entrepiso, malla electro soldada utilizada en cada losa.	35
Figuras 6.5 y 6.6 Aceros de viguetas en cada losa, acero de vigas de pórticos sector de parqueadero primer nivel.	35
Figuras 6.7 y 6.8 Encofrado de las vigas de pórticos primer nivel, fachaleta colocada en los bordes de la losa.	36
Figuras 6.9 y 6 .10 Estructura lista para extender los tableros de la formaleta.	36
Figuras 7.1 y 7.2 Instalaciones eléctricas, instalaciones hidráulicas agua potable.	37
Figuras 7.3 y 7.4 Técnico hidráulico dejando las chambas sobre losa de entrepiso, instalaciones sanitarias de un piso.	38
Figuras 7.5 y 7.6 Arreglo de casetones para instalaciones sanitarias, tubería de incendios.	38
Figuras 8.1 y 8.2 Quiebra soles puestos en la gradas, quiebra	

CONTINUACION LISTA DE FIGURAS.

	Pagina.
soles colocados en su totalidad.	40
Figuras 8.3 y 8.4 Acero de refuerzo utilizados en los peldaños, peldaño fundido.	41
Figura 8.5 y 8.6 Formaleta del la pantalla de concreto de las gradas, pantalla desencofrada y terminada.	42
Figuras 8.7 y 8.8 Muro en la sección de sala, colocación de quiebra soles en la grada.	43
Figuras 8.9 y 8.10 Dintel colocado sobre la losa, dintel visto desde la parte interior del edificio.	44
Figuras 8.11 y 8.12 Descansos de la grada, orificios para anclar el descanso a los muros de la grada.	45
Figura 8.13 Acero de refuerzo usados en el descaso d la grada.	45
Figuras 8.14 y 8.15 Disposición de dinteles en una fachada del edificio, dinteles vistos desde el primer piso.	46
Figuras 9.1.1.1 y 9.1.1.2 Escalerillas, recubrimiento de las escalerillas con mortero de pega.	48
Figura 9.1.2.1 Conector instalado en la unión de dos muros.	49
Figura 9.2.1 Y 9.2.2 Acero de refuerzo horizontal en varios sectores del edificio.	50

INTRODUCCION.

En este informe se mostrará las diferentes actividades que permiten que un muro de mampostería estructural se ponga en servicio.

Con este trabajo se trata de resaltar la importancia de este sistema estructural, que hace uso de elementos de arcilla, llamados en el mercado unidades de mampostería estructural de perforación vertical, estas perforaciones sirven para alojar el acero de refuerzo y para ser llenadas con el grouting (concreto fluido, compuesto con un material grueso de granulometría reducida y un cementante),

Los muros de mampostería estructural llevan dos tipos de refuerzo, el primero es el refuerzo vertical, que va anclado a la fundación del edificio y a cada una de las losas de entrepiso, las cuales están definidas en los planos estructurales, el segundo es el acero horizontal el cual se coloca a determinada altura, este tiene una forma de escalerilla, para facilitar su manipulación y que origine un amarre entre las barras, va recubierto por el mortero de pega entre las hiladas. En este caso se coloca una escalerilla cada cinco hiladas, otra clase de refuerzo horizontal son los conectores los cuales sirven para conectar entre si a los muros vecinos y que esto trabajen en conjunto a la hora de eventos como sismos, vientos y otras cargas verticales.

El grouting es un concreto bien fluido que se compone por gravilla, arena cemento y agua, se complementa con el refuerzo vertical, no se hace necesario construir columnetas, como en el sistema de mampostería confinada.

JUSTIFICACION.

El proceso de pasantía tuvo como finalidad, abrir las puertas al aprendizaje de forma directa en la obra y en este caso la experiencia ganada fue mucha; expresada en la aplicación de conceptos como nivelación y verificación de verticalidad de los muros, observando los procesos de construcción, y contando con la participación de los diferentes frentes de trabajo y las asesorías de los ingenieros de la Universidad del Cauca

Debido a que la aplicación en clase fue muy limitada (teoría y ejercicios de mampostería estructural limitados por el tiempo), este proceso ayudo a complementar y a fortalecer la teoría por medio de la observación, de las diferentes actividades que se desarrollaron en la obra, donde se confrontaron los conceptos vistos durante los años de formación académica, se pudo verificar que la teoría y la practica son inherentes.

En este proceso constructivo se aprendió a coordinar el personal de esta obra, así como sacar cantidades requeridas, basados en la observación diaria y colaborar en las diferentes actividades administrativas; ya que estas son algunas de las funciones que desempeña un ingeniero residente en una obra.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Entender la metodología antes, durante y después de la construcción de mampostería estructural y el comportamiento que afecta a este tipo de estructura que en nuestro medio está siendo muy bien acogida, como opción para la construcción de edificaciones, multifamiliares como TRIGO Y CANELA en Popayán.

Objetivos Específicos:

- Observar el tipo de refuerzos utilizados en cada paso de la construcción de los muros de carga o mampostería estructural.
- Adquirir conocimientos sobre este tipo de construcción, para dar a conocer una opción en el manejo de estructuras.
- Observar la calidad que se logra tener en este tipo de edificaciones, para los usos cotidianos en nuestro medio.

INFORMACION DEL PROYECTO.

El edificio "TRIGO Y CANELA" esta ubicado en la carrera 3 No 2N 37, (Resolución C 42 990- M del 10 de junio del 2004 curaduría segunda de Popayán) consta de 16 apartamentos, 16 parqueaderos, portería con citó fono para cada apartamento.

El edificio se distribuye así:

- Primer piso: 16 parqueaderos, una sala de espera o hall donde se encuentra la portería.
- Segundo, tercero, cuarto, y quinto piso: 4 apartamentos cada uno con 2 habitaciones baño principal, baño de visitas, sala comedor, cocina integral y patio de ropas.

El edificio fue diseñado con la NSR-98.

La cimentación consta de vigas T corridas, sección que varia según el diseño estructural cuyas características se muestran en el presente documento en el ítem de cimentación

En la mayoría del edificio se utilizo el sistema de mampostería estructural, en el primer piso se hizo una combinación entre sistema aporticado, utilizado en la sección de parqueaderos y muros de contención en los cerramientos del edificio y las divisiones de este nivel.

La estructura de cubierta diseñada se apoya sobre perlines las cuales descansan sobre las vigas de corona proceso.

Los acabados del edificio se hicieron con los siguientes materiales, Estuco, pintura vinil tex, pisos y enchapados de muros en cerámica, puertas en aluminio, ventanearía en aluminio, cocina integral y aparatos sanitarios tipo corona.

El sistema de tuberías de agua potable, eléctrica, de gas y sanitaria se hizo siguiendo los diferentes planos realizados por los diseñadores de cada área.

Figura 1. Edificio “TRIGO Y CANELA”



EMPRESA EJECUTORA.

En Octubre de 1996, fue inscrita ante la cámara de comercio de la ciudad de Popayán la empresa, CENTENARIO CONSTRUCCIONES esta empresa la fundó el Arquitecto IVAN DELGADO, quien a su vez figura en cámara de comercio como el representante legal de la constructora, la empresa se identifica con el siguiente N.I.T. 10.531.919-5

La empresa se ha dedicado a actividades como:

1. La compra y ventas de lotes de terreno o de otros bienes inmuebles o muebles.
2. Urbanización y parcelación de tierras urbanas o rurales; la construcción de edificios, casas de habitación, conjuntos habitacionales.

DESARROLLO DE LA PASANTIA.

1. OBRAS PRELIMINARES.

1.1 DEMOLICION.

En el terreno en el cual se encuentra actualmente el edificio "TRIGO Y CANELA", se encontraba una casa antigua, la cual fue demolida para dar comienzo a las diferentes actividades, en la demolición se usaron tanto maquinaria pesada así como herramienta menor.

Las actividades que conforman la demolición de la estructura son:

- Desmante de teja hecho a mano.
- Desmante de piezas de madera.
- Extracción de puerta y ventanas.
- Retiro de lavamanos inodoros.
- Demolición de muros.
- Demolición de columnetas y viguetas.

1.2 CERRAMIENTO:

El cerramiento del edificio se hizo respetando las normas de seguridad y normas de convivencia de la ciudad, se hizo instalando una serie de puntales de madera los cuales posteriormente sirvieron de sostén a la malla de cerramiento

Los materiales para la construcción de esta obra fueron: herramienta menor, hoyadoras, palas, boguéis, alambre, clavos, grapas, puntales de madera la construcción se hizo e un día.

Figura 1.1.1 Demolición de muros vecinos. Sección de parqueaderos



1.3 CAMPAMENTO Y ALMACEN.

El campamento se empezó en conjunto con las labores del cerramiento, se usaron materiales como tablas, listones, vigas de madera, puertas de madera, estantes metálicos, herramienta menor.

El campamento hizo las partes de almacén debido al limitado espacio en el que se estaba trabajando.

2. CIMENTACION.

La cimentación del edificio consta de vigas T, en las cuales se anclan los aceros de refuerzo vertical, esto es un indicador de que cada muro en el primer piso tiene en toda su longitud una estructura de apoyo.

2.1 EXCAVACION.

La excavación para las vigas se hizo a mano, el material que se excavó fue llevado a un botadero debido a que las características que este poseía no eran suficientes para utilizarlo como relleno

2.2 ACERO.

El acero de refuerzo que se utilizó en las vigas fue acero corrugado, fue dispuesto como se planteó en los planos estructurales, la unión de los diferentes aceros de refuerzo se hizo con alambre calibre 16 de color negro, actividad hecha a mano.

2.3 FUNDICION DE VIGAS.

Todas las vigas de cimentación fueron fundidas con concreto premezclado, el cual fue comprado a CONCRETO DE OCCIDENTE y al cual no se le realizaron las pruebas pertinentes por parte del constructor, dejando dudas de la resistencia deseada, estas pruebas no se hicieron debido a la confianza puesta en la empresa que distribuyó el concreto.

Después de fundidas todas las vigas se hizo un relleno, para el cual se utilizó un material de préstamo con una densidad aproximada de 1.7 Ton/m³.

La forma en que se hizo el relleno fue: después de regado el material de préstamo se compactó con equipo menor (rana o saltarín), se compactaron tres capas, dos de 0.25 m y una de 0.3 m.

Figura 2.2.1 Sección o tipo de vigas de cimentación.

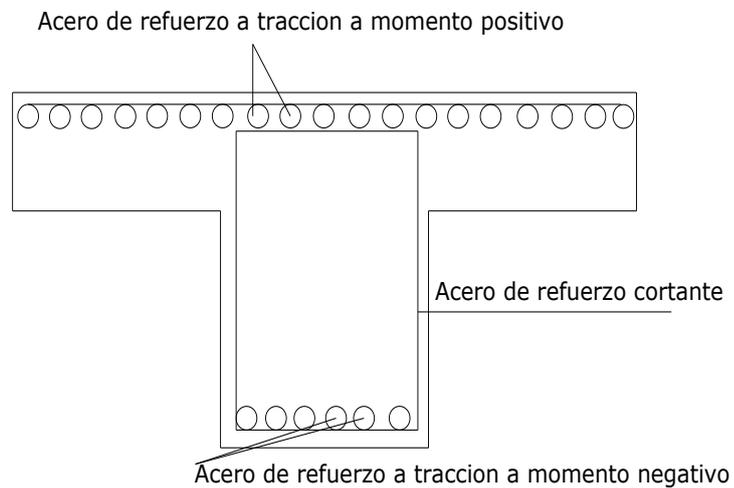
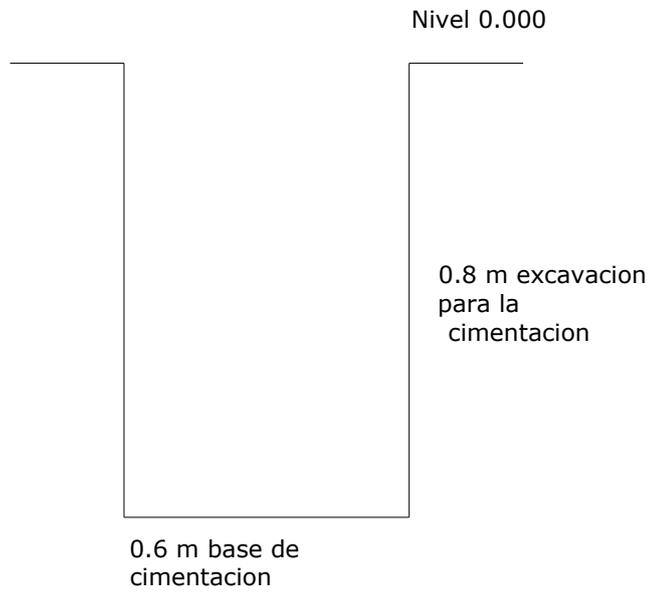


Figura 2.1.1 Excavación para obras de cimentación e instalación de obras sanitarias, cámaras de inspección



3. INSTALACION DE REDES SANITARIAS.

3.1 AGUAS LLUVIAS Y AGUAS NEGRAS.

Los elementos como tuberías para bajantes, se instalaron siguiendo el plano sanitario, las instalaciones se hicieron en conjunto con el personal de obra y técnico hidráulico, todas las actividades fueron vigiladas por el ingeniero residente y maestro de obra

Las instalaciones sanitarias, se hicieron al mismo tiempo que las obras de excavación para la cimentación del edificio.

En el edificio se construyeron 10 cámaras de inspección, todas se hicieron de las siguientes medidas 0.5 de largo, 0.5 de ancho y 0.8 de profundidad, en todas se verificaron el numero de tuberías que debían llegar y la pendiente de cada tubería.

Las cámaras de inspección, fueron posteriormente fundidas en concreto y se les dió un acabado para que la textura fuera uniforme.

La información de los capítulos 1, 2 y 3 fue suministrada por el ingeniero residente, maestro de obra y el personal de obra, debido a que el pasante no estuvo presente durante la ejecución de estas actividades.

4. CONSTRUCCION DE COLUMNAS DEL PRIMER NIVEL.

En el primer nivel se hizo una combinación de sistemas, aporticado y mampostería estructural. El sistema de pórticos se utilizó en la sección de parqueaderos internos del edificio y el de mampostería en los cerramientos y divisiones de este.

La construcción de las columnas se hizo de la siguiente manera:

- Los aceros de cada columna estaban anclados a la cimentación, por lo tanto no se hizo el planteo de cada columna.
- Se hizo el trazado de los ejes de la columna, para ver como quedaban dentro de los ejes del edificio, esto se hizo con cimbra y se utilizo el plano arquitectónico.
- Se hizo la modulación para repartir el acero de refuerzo horizontal (estribos), se utilizo tiza y metro.
- Se colocaron todos los estribos y se amarraron con alambre calibre 16, respetando la modulación y el número de estribos correspondientes a cada columna, esta actividad fue monitoreada por maestro y pasante de obra.
- Después de colocados todos los estribos se fundió un collarín, para que la formaleta tuviera una base firme donde apoyarse.
- Se froto el interior de la formaleta con vaselina para hacer que el desencofrado fuese más fácil.
- Se armo la formaleta, esta era de madera con abrazaderas de acero, se utilizaron gatos para hacer las veces de puntales y se usaron elementos de madera clavados en el piso para que estos no se desplazaran.
- Se niveló la formaleta por los cuatro lados, usando plomadas hechas en obra cumpliendo con su objetivo, se mide la distancia entre el borde exterior y el hilo de la plomada en la parte superior e inferior de la formaleta y se comparan las medidas en este caso son 20cm no se permite un error Max a 0.5 mm por parte del maestro de obra.

- Se comprueba la verticalidad de los aceros dentro de la formaleta, estos debían quedar con una separación entre formaleta y acero de 3.5cm de lo contrario se hace una corrección para esto se usaron elementos de concreto (panelas).
- Después se procedió a fundir la columna, el concreto se hizo en obra con las siguiente dosificación 1 parte de cemento, 2 partes de arena y 3 partes de grava la resistencia de este concreto no fue verificada en ningún momento
- Durante la fundición de la columna se hace el vibrado del elemento con vibrador mecánico, también se le dio una serie de golpes con una maceta de caucho duro, para evitar la formación de los llamados hormigueros,
- El elemento se dejaba durante 24 horas con la formaleta para que adquiriera una resistencia deseada después de este tiempo era desencofrada.
- Se regó constantemente con agua para ayudar al curado del concreto.
- Debido a que solo se contó con una formaleta se debía esperar para continuar con la construcción de estos elementos que en total fueron 10 en el primer piso.

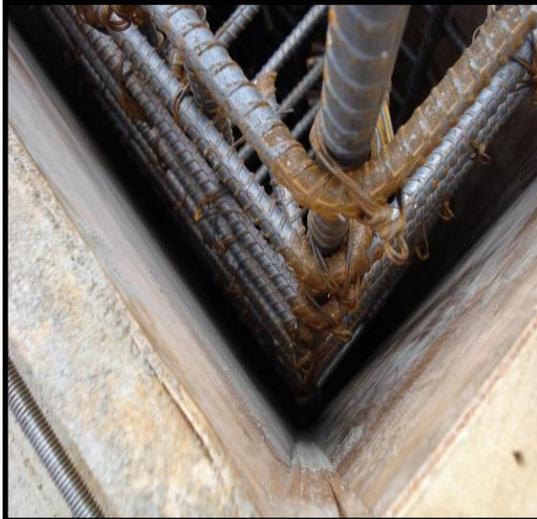
Figuras 4.1 y 4.2 Formaleta de una columna tipo y columna después de ser desencofrada.



Figura 4.3 y 4.4 Collarín de una columna, acero de refuerzo de una columna



Figuras 4.5 y 4.6 Verificación del recubrimiento del acero, vibrado durante la fundición de las columnas



5. CONSTRUCCION DE MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL.

5.1 PLANTEO DE MUROS.

En todos los niveles se hizo un planteo de los muros utilizando herramienta menor, como una cimbra y las unidades de mampostería.

El procedimiento para plantear un muro fue el siguiente:

- Marcar los ejes con la cimbra, para lo cual se utilizó el plano arquitectónico
- Identificar el eje sobre el cual quedara el muro para esto se utilizó el plano arquitectónico.
- Entre dos personas se extiende el hilo de la cimbra, se da un pequeño “cimbrazo”, esto hizo que el borde del muro quede plasmado en la superficie, lo anterior se hizo por los dos bordes, para que el muro quede en el centro de el eje se midió a lado y lado 6cm que es la mitad del espesor del muro.
- Con el muro marcado se procedió a plantear el muro con unidades de mampostería y mortero, esto se hizo para ligar las unidades de mampostería a la superficie, lo que permitió que la primera hilada de cada muro quede construida y con esto queda planteado el muro.
- Se verificó la longitud usando el plano arquitectónico, comparando el número de unidades puestas en la vida real y el número de piezas que aparecen en el plano.
- Se verificó que clase de ladrillos, la cantidad y diámetro de acero de refuerzo, que lleva el muro según el plano estructural.

Figura 5.1.1 y 5.1.2 Planteo de muros del segundo y tercer piso.



Figuras 5.1.3 y 5.1.4 Muros del primer piso todos llevan las ventanas de limpieza para posteriormente ser fundidos.



5.2 COLOCACION DE MIRAS.

Una vez planteados todos los muros en cada nivel, se procedió a colocar las miras así:

- Se colocaron las miras al comienzo y al final de cada muro, con una serie de elementos de madera asegurados en la parte superior de la mira y con los que se hizo una especie de trípode.
- Para asegurar que los elementos de madera no se desplazaran, se aseguraron con unidades de mampostería.
- Se paso el nivel general a cada una de las miras, para esto se utilizó un nivel de manguera.
- Después se procedió a dar una buena verticalidad para lo cual se utilizo plomadas por los lados de la mira.
- Se hizo la división de las miras con un lápiz, modulando la mira cada 8.2 cm esta fue la altura de cada hilada.
- Terminado lo anterior, se verifico con nivel de mano y se hicieron los ajustes necesarios en cada caso.
- Con las dos miras niveladas y moduladas se puso un hilo a todo lo largo del muro este sirvió para nivelar las hiladas horizontalmente.

Figuras 5.2.1 y 5.2.2 Colocación de miras para muros interiores de el edificio



Figuras 5.2.3 y 5.2.4 Hilo horizontal colocado para controlar el nivel horizontal de las hiladas en el muro.



5.3 LEVANTAMIENTO DE MUROS.

Con la colocación de las miras y la extensión del hilo horizontal se procedió a hacer el levantamiento del muro así:

- Se riega el mortero de pega sobre el ladrillo de la primera hilada esto se hace por el ayudante.
- El oficial pone la unidad de mampostería, verificando la verticalidad y la nivelación de cada pieza, para esto utilizó un nivel de mano y la plomada.
- La verticalidad se llevo por un solo lado del muro ya que las unidades de mampostería no vienen con un ancho uniforme el lado por donde quedo el hilo para llevar el nivel horizontal y en otros casos esta verticalidad se llevo por el lado al cual no se le iban a realizar acabados.
- La nivelación se hizo en cada una de las unidades, al terminar cada hilada se corre el hilo horizontal a la siguiente modulación.
- Se levanto el muro hasta 0.41 m, en donde se le coloco una escalerilla (Acero de refuerzo horizontal), también se colocaron según el caso una serie de conectores (Acero de refuerzo horizontal) en las esquinas para crear trabazón y que los muros trabajen como un sistema.
- El procedimiento se siguió como lo antes planteado, la verificación de los aceros de cada muro conectores, escalerillas y dovelas se hizo por el ingeniero residente, maestro de obra y pasante de la obra.
- En los muros donde se presentaron ventanas, se corta el muro, se midió el largo de la ventana, para hacer esta labor no se aumenta el número de miras, se nivelaron las piezas del borde que forman la ventana.
- El nivel de las ventanas se verifico para evitar fallas en la construcción, así como el numero de piezas

- Las celdas que conforman las ventanas fueron llenadas en su totalidad, además se llenaron con mortero una celda a la izquierda y una a la derecha de cada ventana.

Figuras 5.3.1 y 5.3.2 Colocación del mortero sobre la primera hilada escalerilla embebida en el mortero de pega.



5.4 REVITADO DE MUROS.

Todos los muros después de terminados quedan con una serie de estrías que no estaban en su totalidad llenas, por esto que se hizo necesario este ítem para el cual se procede así:

- Con una pasta de mortero se hizo una especie de masa, la cual se frotó a todo el muro para rellenar las estrías y dar un terminado uniforme en cuanto a la verticalidad.
- Los movimientos se hacen en forma circular tratando de introducir el mortero dentro de las estrías, las herramientas usadas para esta tarea son guantes, mortero y se realizaron por un ayudante.

Figuras 5.4.1 y 5.4.2 Muro terminado de rebitar, rebitado de muro hecho por un ayudante



5.5 LIMPIEZA DE MUROS.

La limpieza de los muros se hizo para que el muro quedara con un acabado agradable a la vista, ya que muchos de los muros no llevaran ningún tipo de recubrimiento, para hacer esta limpieza se hizo lo siguiente:

- Acabado de rebitar el muro, cinco a diez minutos después un oficial procede a hacer la limpieza con una esponja mojada, haciendo movimientos suaves en forma de círculo para no desprender el mortero de la rebitada.
- Después de esto el oficial limpia el muro con una esponja seca, haciendo movimiento circular y dejando el muro listo para que se le aplique un inmunizador.
- Para terminar se hizo una limpieza de todas las celdas que fueron llenadas, esto se hace con el fin de que al llenar cada celda el mortero de relleno se adhiriera y no se le provoque irregularidades, esta actividad se hizo con un tubo eléctrico.

- Las masas de mortero desprendidas en la limpieza del interior del muro fueron utilizadas para el mortero de relleno.

Figuras 5.5.1 y 5.5.2 Limpieza de muros, muro limpio en una de las fachadas del edificio.



5.6 LLENADO DE CELDAS.

Ventana de limpieza (ratonera): Algunas unidades de mampostería fueron cortadas, para ser utilizadas en la primera hilada de los muros, estas sirven para evacuar los excesos de mortero de pega del interior de las celdas.

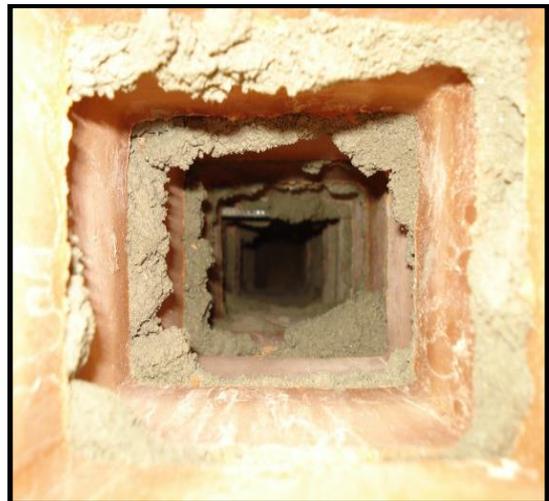
Para el llenado de las celdas fue necesario tener el muro revitado y limpio.

El proceso de llenado se hizo así:

- Se taponaron las ventanas de limpieza para evitar que el mortero de relleno salga, para esto se utilizaron gatos y elementos de madera para taponar las celdas y para evitar que los gatos se deslicen.

- El mortero de relleno se mezcló en los bogueís de la obra, la mezcla fue hecha a mano.
- Se necesitaron dos personas para el proceso de llenado, uno lleno el muro desde la parte superior del muro y el otro pasa en baldes la mezcla, este se mantuvo pendiente de que el mortero se mantuviera fluido revolviéndolo con la pala dentro de los bogueís.
- El que se encontraba en la parte superior del muro vigilaba, que la cantidad de mortero llegue hasta la hilada anterior a terminarse el muro, esto se hizo para que el concreto de la losa de entrepiso rellene la celda y queden actuando losa y muros en conjunto
- Las celdas de los muros del primer piso fueron llenadas en su totalidad, debido a que el número de muros es pequeño y las cargas son mayores para este nivel requiriendo mayor resistencia, también los diámetros de las dovelas son mayores.
- Terminado el llenado de las celdas y pasadas 24 horas se destapan las ventanas y se dejan los muros para entrar en servicio.

Figuras 5.6.1 y 5.6.2 Ventanas de limpieza, celda sin ser llenada.



6. LOSAS DE ENTREPISO.

Las losas de entrepiso se aligeraron con casetón de guadua y con concreto premezclado la disposición de los aceros fue respetada según el plano estructural las fases para el armado y construcción del sistema de losa fue el siguiente:

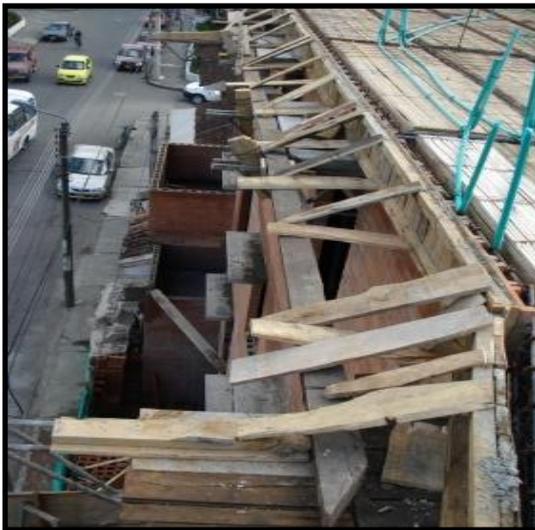
- Después de terminados la totalidad de muros en cada nivel se procede con el monte de la formaleta.
- Se utilizan elementos como gatos, tableros, tablas, listones, vigas de madera y herramienta menor para lograr que el armazón de la formaleta quede lo suficientemente segura.
- Se extendió sobre toda la formaleta una malla de gallinero asegurándola con puntillas antes de que se extendiera el acero de refuerzo, la malla sirvió para que el mortero quedara sujeto, lo que dio origen al cielo raso de los apartamentos.
- Terminado la formaleta se procede a ubicar los aceros de refuerzo de las viguetas, para lo que se utilizó el plano estructural y se materializaron con cimbra.
- En total se construyeron 4 losas de entrepiso de estas 3 tiene las mismas especificaciones en cantidad y diámetro del acero de refuerzo.
- Las cuatro losas llevan en sus viguetas acero de media pulgada, la diferencia entre losas radica en las vigas del sector de parqueaderos internos, que solo se presentaron en la primera losa.
- Para el armado de las losas, se constató que los recubrimientos, distribución y diámetros del acero de refuerzo estuvieran de acuerdo a lo establecido por el plano estructural.

- El acero de refuerzo vertical en las viguetas de los alrededores y divisiones del edificio son de 3/8" modulados cada 20cm y en las partes de ventanas se modularon cada 12 cm.
- El amarre entre los diferentes tipos de acero, se hicieron con alambra calibre 16.
- Al terminar la distribución de los aceros, se mandaron a hacer los diferentes casetones con las medidas tomadas directamente en el sitio, para no cometer errores ni provocar sobre costo.
- Se colocaron los casetones teniendo sumo cuidado en donde habían instalaciones eléctricas e hidráulicas, en algún caso fue necesario adecuar los casetones para que no causen molestias.
- Al mismo tiempo, en que se colocaron los casetones se hizo una mezcla de mortero, para hacer un llenado por debajo de los casetones y que se adhiriera a la malla de gallinero dando así un cielo raso.
- Los bordes de la formaleta se hicieron al tiempo con la colocación y arreglo de casetones.
- Terminada la colocación de casetones y el arreglo de algunos de ellos se procedió a colocar malla electro soldada, cubriendo toda la losa.
- Se hizo un aseo general, para posteriormente fundir. y en esta parte se colocan una serie de plantillas para que la losa quede con un espesor uniforme, también se tapan los buitrones.
- Terminado el aseo se colocan las dovelas que seguirán en cada piso estas se amarran con alambre calibre asegurándose que la longitud de traslapo, la cantidad y diámetro sea el adecuado.
- Cuando el concreto premezclado llegó, rápidamente se purgo la bomba y se armo la tubería de distribución, cuando se

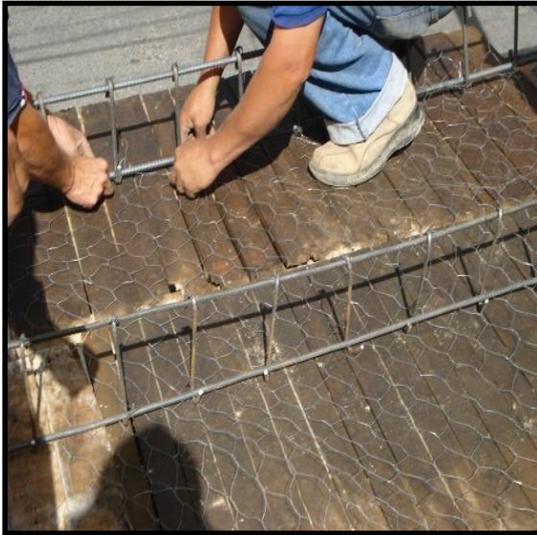
empezó a regar el concreto el personal de la obra se dividió en cuatro grupos, el primero maneja la manguera y la tubería, el segundo esparció el concreto con palas, el tercero hizo un vibrado del concreto y el cuarto iba haciendo un acabado mas uniforme guiándose en la plantillas antes dejadas esto facilito el replanteo de los ejes.

- Con el concreto sin fraguar el técnico hidráulico hace un trazado de las instalaciones de agua potable con un tubo metálico, para posteriormente no dañar la superficie de la losa.
- Después de 24 horas se empieza a desencofrar los bordes para seguir con el planteo de los muros concernientes al siguiente nivel.

Figuras 6.1 y 67.1.2 Elementos de borde o formaleta de borde, y formaleta de losa de entrepiso



Figuras 6.3 y 6.4 Malla de gallinero instalada en losa de entrepiso, malla electro soldada utilizada en cada losa.



Figuras 6.5 y 6.6 Aceros de viguetas en cada losa, acero de vigas de pórticos sector de parqueadero primer nivel.



Figuras 6.7 y 6.8 Encofrado de las vigas de pórticos primer nivel, fachaleta colocada en los bordes de la losa.



Figuras 6.9 y 6.10 Estructura lista para extender los tableros de la formaleta.



7. INSTALACIONES ELECTRICAS E HIDRO SANITARIAS.

Dentro de cada losa de entrepiso y algunos muros se colocaron tubería eléctrica y de agua potable.

Los puntos eléctricos recorren en su totalidad la losa de entrepiso, por lo cual se tuvo gran cuidado de no dañar o dejar aislado cualquier punto, esta labor fue hecha por un técnico electricista que lleva muchos años en la elaboración de sistemas eléctricos.

La tubería hidro sanitaria, esta ubicada en sitios específicos de la losa de entrepiso y en algunas partes de el edificio por la parte interna de los muros, este trabajo lo hizo un técnico hidráulico y fue supervisado por el maestro y pasante de la obra, para evitar fugas a cada tubería se le realizo una prueba que consistió en llenar de agua la tubería y dejarla por 12 horas para verificar que no tenia fugas o imperfecciones en las uniones.

Figuras 7.1 y 7.2 Instalaciones eléctricas, instalaciones hidráulicas agua potable



Figuras 7.3 y 7.4 Técnico hidráulico dejando las chambas sobre losa de entrapiso, instalaciones sanitarias de un piso.



Figuras 7.5 y 7.6 Arreglo de casetones para instalaciones sanitarias, tubería de incendios.



8. CONSTRUCCION E INSTALACION DE OTROS ELEMENTOS EN COCRETO PREFABRICADOS Y HECHOS EN SITIO.

En el edificio se contó con diversos elementos prefabricados entre los cuales de destacan

- Quiebra soles: Se utilizaron en la sección de gradas, para la construcción de estos elementos se conto con una formaleta metálica hecha en un taller de la ciudad.

Cada quiebra sol llevo, 4 barras nº 3 y fue reforzada transversalmente con barras del mismo diámetro, separadas cada 15cm amarrados con alambre calibre 16

El espesor de este elemento es de 8 cm, con una longitud de 1.85m y un ancho de 30cm.

El concreto utilizado para fundir estos elementos se hizo en obra con la dosificación de las columnas 1:2:3.

La instalación de los quiebra soles se hizo a medida que los muros de la sección de las gradas se fueron levantando.

Figuras 8.1 y 8.2 Quiebra soles puestos en la gradas, quiebra soles colocados en su totalidad.



- Peldaños de grada: Se hicieron para completar la grada para su construcción, se conto con una formaleta hecha en un taller de la ciudad.

Cada peldaño conto con 4 barras n° 4 y se reforzó transversalmente con barra n° 3 cada 25cm.

El espesor de cada peldaño fue de 8 cm con una longitud de 1.2m y un ancho de 35 cm.

El concreto utilizado para fundir estos elementos se hizo en obra con la dosificación de las columnas 1:2:3.

La instalación de estos peldaños se hace con elementos metálicos adheridos a la pantalla de concreto y al muro de la sección de gradas.

Figuras 8.3 y 8.4 Acero de refuerzo utilizado en los peldaños, peldaño fundido.



- Pantalla de la grada: Este muro se encuentra en la sección de la grada. Para la construcción de este elemento se contó con una formaleta de madera con abrazaderas metálicas.

Esta pantalla fue fundida cada 1.2 m debido a que la formaleta no alcanzaba para cubrir toda la altura.

La pantalla se reforzó con malla electro soldada de 3.5mm separada cada 15cm.

Las dimensiones de esta pantalla son 10m de alto, 2.2 de ancho y un espesor de 12cm.

La pantalla se fundió en el sitio donde quedaría, a esta se le hizo un acabado con cemento y posteriormente se le colocaron los ángulos y tornillos, para facilitar la colocación de los peldaños.

Figura 8.5 y 8.6 Formaleta del la pantalla de concreto de las gradas, pantalla desencofrada y terminada.



- Muros en ventanas: Hechos en la sección de salas y comedores del edificio que dan vista a la calle. Para su elaboración se hizo en obra una formaleta de madera.

Este pequeño muro lleva acero de diámetro 4.5mm en las dos direcciones se paradas cada 20 cm.

Las dimensiones de este muro son largo 1.2 o 1.5 según la ventana, ancho de 20 cm y un espeso de 8 cm.

Estos muros se hicieron en el sitio donde iban a quedar.

El terminado de los muros se hace según la petición del gerente el cual decidió pintarlos de colores llamativos.

Figuras 8.7 y 8.8 Muro en la sección de sala, colocación de quiebra soles en la grada.



- Dinteles: son los elementos salientes en la parte superior de todas las ventanas de las fachadas del edificio, estos elementos se hicieron con una formaleta metálica hecha en un taller de la ciudad.

Estos elementos llevan acero de refuerzo principal 4 barras nº 4 y refuerzo transversal nº3 cada 20 cm.

Las dimensiones de estos elementos son: largo 1.2 o 1.5m según la ventana, ancho 4.5 cm y espesor de 8 cm.

Estos elementos se colocan antes de fundir las losas de entrepiso entre la malla electro soldada y un casetón arreglado para que esta pudiera entrar.

Figuras 8.9 y 8.10 Dintel colocado sobre la losa, dintel visto desde la parte interior del edificio.



- Descanso de la grada: Se fundió cada 2.5 m separados entre si, empezando a una altura de 1.25m desde el nivel 0.00, este elemento se fabrica en el sitio de su disposición final y fue anclado a los muros de la grada.

El acero utilizado para refuerzo de este elemento es de media pulgada, separadas cada 15 cm y un refuerzo transversal de 3/8 de pulgada separados cada 20 cm.

Las medidas del descanso son base mayor 1.2m base menor 0.95 m, ancho de 1.85 m y un espesor de 0.08 m.

Figuras 8.11 y 8.12 Descansos de la grada, orificios para anclar el descanso a los muros de la grada.

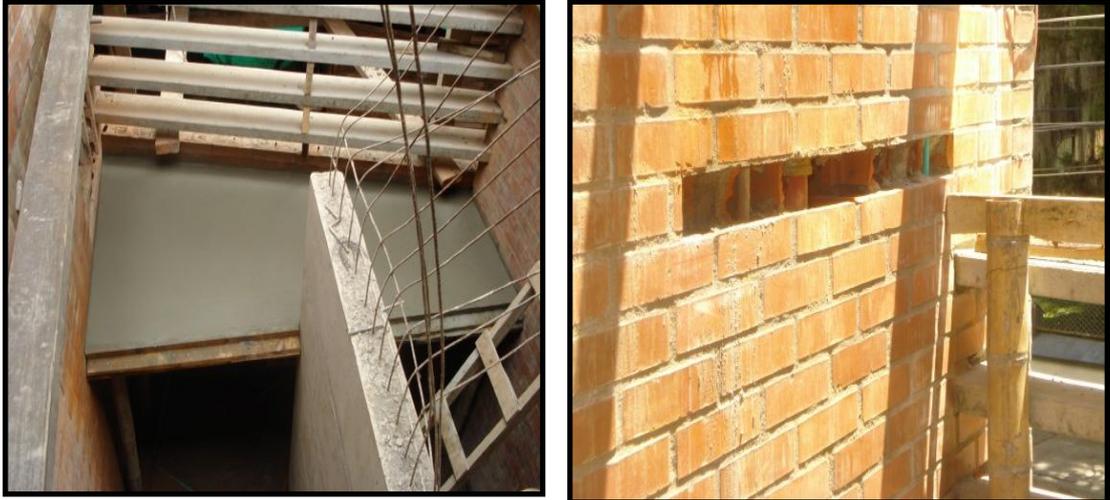


Figura 8.13 Acero de refuerzo usados en el descanso d la grada.



- Panelitas: son elementos usados para hacer que los elementos como vigas y columnas mantuvieran el recubrimiento exigido en este caso 3.5cm estos elementos no llevan ninguna clase de refuerzo y se hacen mediante una formaleta a la cual después de desencofrarlos se hace una serie de corte para que las panelitas queden de las siguientes dimensiones largo y ancho de 5 cm y espesor de 3.5

Figuras 8.14 y 8.15 Disposición de dinteles en una fachada del edificio, dinteles vistos desde el primer piso.



9. MATERIALES.

9.1 ACERO DE REFUERZO HORIZONTAL

9.1.1 Escalerilla.

La escalerilla es un elemento compuesto por dos tipos de acero, el primero acero longitudinal el cual recorre todo el muro y el cual se cobija en el mortero de pega; el segundo acero transversal que cumple la función de amarrar los aceros horizontales, para que estos no queden funcionando independientes dentro de la estructura.

Este tipo de refuerzo horizontal, se utilizó en todos los muros del edificio colocado a una distancia de 41 cm o cinco hiladas.

El acero utilizado para hacer la escalerilla fue acero grafilado de 5mm de diámetro corrugado. Se hizo el amarre con alambre calibre 16.

Cuando hay una ventana el acero se coloca igual cada 41 cm pero con la diferencia que se queda trabajando con dos muros diferentes.

La presencia de la escalerilla dentro de la estría causó muchos problemas durante la instalación, lo que hizo que el rendimiento de la mampostería se viera afectado.

Figuras 9.1.1.1 y 9.1.1.2 Escalerillas, recubrimiento de las escalerillas con mortero de pega.



9.1.2 Conectores.

El conector es un elemento que se ubicó en la unión de muros (esquinas y otras partes donde hubo contacto entre dos o más muros, closets y buitrones). Este elemento tiene la forma de un fleje el cual conecta los muros para la transmisión de cargas verticales.

Las esquinas y todas las partes o celdas donde se encuentra un conector fueron fundidas con el material de relleno (Grouting), para que en cada unión de muros quedara una especie de trabazón como la que se ve en mampostería confinada.

Para la fabricación de los conectores se usó acero grafilado de 5mm de diámetro corrugado.

Figura 9.1.2.1 Conector instalado en la unión de dos muros.



9.2 ACERO DE REFUERZO VERTICAL.

El acero de refuerzo vertical se dispuso en el edificio según los planos estructurales, durante la permanencia del pasante en la obra los refuerzos verticales se verificaron en cada nivel, este ítem no presento problemas.

Las dovelas cambian de diámetro en cada nivel, esto se debe a que a mayor altura menor carga tendrán que soportar.

Los traslapos de cada barra fueron calculados y verificados en la obra, con la ayuda de la norma sismo resistente 98, esta tarea fue encomendada al pasante de la obra.

El amarre de los traslapos se hizo con alambre calibre 16

Al llegar a la parte superior del muro se dejaron los refuerzos verticales suficientes para satisfacer el traslapo necesario para cada barra.

Figura 9.2.1 Y 9.2.2 Acero de refuerzo horizontal en varios sectores del edificio.



9.3 MORTERO DE PEGA.

El mortero de pega fue hecho en obra. Básicamente las dosificaciones se trataron de hacer lo mas cercanas posible para que nos de un mortero tipo M.

La dosificación de esta clase de mortero fue 1 parte de cemento, 2 partes de arena y 1 parte de agua.

Al mortero de pega se le agrego por cada bulto de 50 kg, cuatro kilos de cal para retardar evitar el fraguado.

Los ensayos para este material no se hicieron por parte del constructor.

9.4 MORTERO DE REVITADO.

Este mortero se hizo en obra tratando de mejorar un poco las características del mortero de pega.

La dosificación para este tipo de mortero fue 1.5 parte de cemento, 2 parte de arena y 1 parte de agua.

Los ensayos a este material no se hicieron por parte del constructor

9.5 MORTERO DE RELLENO.

Este mortero fue una especie de concreto a la vez ya que en su gradación llevo una cantidad de grava pequeña y arena muy gruesa características que hacen que este mortero tenga una buena resistencia.

La dosificación que se hizo para este mortero fue 1 parte de cemento 2 de grava mezclada con arena gruesa y 2 partes de agua por lo cual es un mortero muy fluido.

9.6 UNIDADES DE MAMPOSTERIA.

Las unidades de mampostería son hechas de arcilla y fueron suministradas por la ladrillera Meléndez ubicada en Santander de Quilichao.

Las unidades de mampostería fueron recomendadas por el ingeniero diseñador, el cual sugirió unidades de mampostería de perforación vertical, con una resistencia a la compresión de 20Kg/cm², lo cual motivo al gerente de la empresa la escogencia del ladrillo estructural 12-29.

El ladrillo por pedido de la empresa sufrió un cambio en el espesor, este paso de 10 a 7 cm.

9.7 AGUA.

El agua utilizada fue suministrada por el acueducto de Popayán

El agua recomendada en varios libros de construcción es la del acueducto del sitio, en este caso no se le hizo pruebas a este material y se confió en la calidad de este producto.

9.8 OTROS.

Los productos o materiales utilizados para la construcción del edificio son:

Cemento y Cal: El cemento que se utilizó fue un cemento portland tipo 5 en buen estado sin presencia de grumos o alguna clase de humedad al igual que la cal, esto se logró debido al buen almacenamiento en la bodega de la obra

El cemento utilizado para la fabricación de mortero de pega, mortero de repello, grouting y concreto para columnas se compró en la ferretería MARACAIBO de la ciudad de Popayán.

Agregados: Los agregados para la fabricación del concreto de columnas y grouting fueron agregados suministrados por fuentes cercanas al sitio de la obra, estos presentaron un buen grado de limpieza, pero como todos los materiales utilizados en obra no fueron sometidos a los ensayos de laboratorio la arena que se usó para la fabricación de los morteros tanto de pega como de repello fueron traídas de una fuente vecina.

Acero: la mayoría de acero se compró en barras de 6 m, las barras que se utilizaron tenían diámetros entre una pulgada y media pulgada.

El acero para la elaboración de flejes y estribos se compró por chipas de 400 kg.

Elementos como gatos, vibradores, tableros fueron alquilados.

La herramienta menor es de propiedad del maestro de obra.

Elementos como puntillas, alambra de amarre llaves para amarrar acero, plomadas para columnas, entre otros se compraron o fabricaron dentro de la obra.

Tubería sanitaria, de agua potable y eléctrica se adquirió según el pedido de los técnicos de cada área.

Todo el concreto que se hizo en la obra tuvo una dosificación 1:2:3 en volumen tratando de lograr una resistencia de 210 kg / cm², lo que no se pudo constatar debido a la falta de ensayos.

10 CONCLUSIONES.

- Al no determinar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de mampostería, se pone en duda que las unidades de mampostería cumplan con los requisitos exigidos lo cual es una falla por parte del constructor.
- Los aceros verticales, que se dejan anclados a la cimentación y a los pisos respectivos sirven como guía para poder plantear el muro, ya que estos deben quedar en medio de las celdas esto en caso de no contar con los planos en el instante de hacer la demarcación con la cimbra.
- Se deben colocar las diferentes cantidades de refuerzo horizontal, debido a la importancia de los sismos en nuestra región, ya que estos hacen la oposición a los cortantes.
- El acero vertical debe cumplir con las especificaciones dadas en la norma, y también en este caso debe respetarse las longitudes, y los tipos de aceros pedidas según los planos estructurales así como el cambio de diámetro en cada nivel.
- Se puede hacer una buena aproximación, a los rendimientos de obra gracias a la observación directa, así como saber el número óptimo de cuadrillas, para el mejor rendimiento en la mampostería, también se debe hacer un seguimiento de las cantidades, para así determinar aproximadamente lo que se consumen en un tiempo determinado, para tener un margen de seguridad, con respecto a los materiales que se requieren en el almacén, y así evitar retrasos en las actividades.
- Aquí se muestra las cantidades y rendimientos obtenidos por cada cuadrilla.

Mampostería.

3 cuadrillas cada una de dos personas compuesta por un ayudante y un oficial.

- Rendimiento.

1.89m² de muro por hora por cuadrilla.

- Cemento.

1 bulto de 50Kg para cada 5.74m² de muro.

- Cantidad de cemento por m² de mampostería = 8.71 kilos aproximadamente.

- Acero horizontal.

Se coloca cada 5 hiladas alrededor de 0.41m.

- Acero vertical.

Colocado según el plano estructural.

- Grouting.

Dosificación 1: 4 con cada bulto de cemento se rellenan aproximadamente 11.5m² de muro.

- Ladrillo.

42 unidades por m²

- Mediante la observación directa se llevó un control en la colocación de aceros horizontales como verticales, en el caso de los traslapos, así como cumplir con los diámetros exigidos y el número de dovelas por cada muro, también saber que cantidad de estas continúan en el siguiente nivel y en que diámetro lo hacen, por último tener en cuenta que los conectores en su totalidad sean colocados en los sitios indicados, y que sean los apropiados en cada caso.

- Con este informe se logró que en los conceptos que lleva el estudiante, también se vean en el campo así como la importancia del amarre muro – losa de entepiso, y porque esto mejora el comportamiento de la estructura de una manera que la estructura quede funcionando integralmente y sea más difícil que falle.

- El trabajo en campo realizado permite al estudiante, un trato directo con personas de diferente rango y mando, lo que facilita el trato en futuras intervenciones en obra y facilita también, la interacción debido a la experiencia real obtenida durante la pasantía.
- El campo de la ingeniería es muy amplio y también como es el caso se aplican varias ramas de la carrera como topografía, geometría descriptiva, construcción, costos, legislación, análisis estructural y concreto armado así como se podrían aplicar otras sin que la construcción sea de un campo diferente.
- Se constataron los conceptos de la carrera por medio de otras personas, que no hacen las cosas porque lo vieron en un salón de clase si no porque, las aprendieron durante una vida de experiencia, esto generó una gran satisfacción a nivel personal, debido a la experiencia obtenida.
- Se participó en diferentes actividades administrativas, logrando una actividad interesante y que pronto pasará a ser de uso diario, como tratar con costos directos, costos indirectos, sacar nóminas, llevar control en el personal de obra y tomar decisiones como las sanciones que se deben aplicar a las personas que no cumplen con las normas de seguridad dentro de la obra.
- El proceso de comprobar si los materiales utilizados en obra son de buena calidad, se deben determinar mediante los laboratorios exigidos por la norma, en este caso se ignoraron lo que es un error del constructor.
- En las losas de entrepiso no se comprobó la resistencia, debido a que se confió en la calidad del concreto premezclado que distribuye la concretera CONCRETOS DE OCCIDENTE, y en cada pedido se recomienda hacerlo en una cantidad adecuada, con las características que mejor se comporten en el desarrollo de la vida útil del edificio

11 RECOMENDACIONES.

- Los rendimientos pueden cambiar según las cuadrillas, por esta razón se recomienda hacer una medida por separado de los rendimientos, esto para ver que cuadrillas se quedan con la actividad.
- Escoger el número óptimo de personas para realizar la mezcla del mortero de pega, así como el concreto de las columnas, que se hizo en este trabajo mediante la observación directa, para controlar que el personal siempre se mantuviera en una actividad mejorando los tiempos previstos para las diferentes tareas.
- Interactuar con el maestro de obra para crear una llave, para que este sirva como vocero ante los trabajadores y llevar una buena relación laboral
- No temer decir que las cosas se están haciendo de una forma inadecuada, y en lo posible hacer que se cumplan con las actividades primordiales.
- Para que este trabajo se complete se deben hacer las pruebas de calidad de cada uno de los materiales empleados durante la construcción del edificio.
- Crear un ambiente agradable durante el tiempo de trabajo, es la mejor sugerencia que se puede hacer para cualquier tipo de trabajo, en el que se deba tener contacto diario con personas de diferentes culturas de trabajo.
- Verificar que los materiales tengan como mínimo las siguientes características:
- Mortero de pega tipo S de 12.5 Kg./cm²

- Acero corrugado $f_y = 420$ MPa
- Grouting $F_c = 15$ MPa.

12 BIBLIOGRAFIA.

NORMA COLOMBIANA SISMORESISTENTE N.S.R. 98.

PAGINA DE INTERNET ARQUINAUTA.COM.

NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 4089 NTC 121, NTC 321, NTC 4050, NTC 4046, NTC 4019, NTC 4205.

ACOSTA, D. (2003) "Hacia una arquitectura y construcción sostenibles".

CILENTO, ALFREDO (1989), "El programa de ajustes y la tecnología de edificaciones".