



TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD PASANTÍA PARA OBTENER EL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL



AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA EJECUCIÓN DEL CENTRO DE
INTEGRACIÓN CIUDADANA "CIC", EN EL BARRIO BELÉN, MUNICIPIO DEL
TABLÓN DE GÓMEZ – NARIÑO, EN LA UNION TEMPORAL PORTILLA
RIASCOS 2017

CARLOS ANDRES PANTOJA BERNAL
Código: 100413010230

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
POPAYÁN CAUCA
2018



TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD PASANTÍA PARA OBTENER EL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL



CARLOS ANDRES PANTOJA BERNAL
Código: 100413010230

PRESENTADO A:
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
POPAYÁN CAUCA
2018



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. OBJETIVOS.....	7
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
3. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	8
4. MARCO TEÓRICO.....	13
5. METODOLOGÍA.....	17
5.1 DESARROLLO DE OBJETIVOS.....	17
5.1.1 SEGUIMIENTO A LA LINEA TIEMPO-COSTO DE LA OBRA.....	17
5.1.2 CONTROL DE CALIDAD A LOS AGREGADOS PETREOS.....	39
5.1.3 SEGUIMIENTO A LOS PRECIOS UNITARIOS DE ADICION.....	42
5.1.4 ENSAYOS DE CALIDAD AL CONCRETO Y RESULTADOS.....	45
6. CONCLUSIONES.....	49
7. BIBLIOGRAFIA.....	50



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios para la implementación del proyecto.....	13
Tabla 2. Resumen del porcentaje de avance de obra.....	37
Tabla 3. Presupuesto para ítems adicionales.....	42
Tabla 4. Cantidades de excavaciones y relleno.....	42
Tabla 5. Cantidades de concreto para pilotes y muro de contención.....	43
Tabla 6. Cantidades de acero de refuerzo para muro y pilotes.....	44
Tabla 7. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de cilindros.....	47
Tabla 8. Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción.....	48



LISTA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Detalle de estructura metálica para cubierta.....	9
Ilustración 2. Ampliación de ilustración 1.....	9
Ilustración 3. Detalle de fachada frontal.....	11
Ilustración 4. Detalle de muro en malla eslabonada.....	12
Ilustración 5. Proceso constructivo.....	15
Ilustración 6. Localización El Tablón de Gómez.....	17
Ilustración 7. Grietas encontradas en obra.....	17
Ilustración 8. Planta de ejes del proyecto.....	18
Ilustración 9. Detalle de muro de contención.....	19
Ilustración 10. Localización del muro.....	19
Ilustración 11. Armado de acero para zarpa y encofrado para fundición.....	20
Ilustración 12. Fundición de zarpa.....	21
Ilustración 13. Etapa 2 del muro fundido sin desencofrar.....	22
Ilustración 14. Fundición de pilotes.....	23
Ilustración 15. Detalle de gradería.....	24
Ilustración 16. Armado de estructura de gradería.....	25
Ilustración 17. Encofrado y fundición de pedestales del eje 1.....	26
Ilustración 18. Armado de la viga elevada eje 1.....	27
Ilustración 19. Excavación para viga de cierre.....	27
Ilustración 20. Fundición de viga de cierre.....	27
Ilustración 21. Pilotes eje 2.....	28
Ilustración 22. Fundición de viga elevada eje 1.....	29
Ilustración 23. Tarima.....	30
Ilustración 24. Armado de acero para gradería.....	31
Ilustración 25. Instalación del MDF.....	31
Ilustración 26. Gradería fundida.....	32
Ilustración 27. Detalle debajo de gradería (Zona de Camerinos).....	32
Ilustración 28. Anclaje de columnas de celosía.....	33
Ilustración 29. Columnas de celosía sobre pedestales.....	33
Ilustración 30. Unión y limpieza de cerchas.....	34
Ilustración 31. Montaje de cerchas con grúa.....	34
Ilustración 32. Instalación de correas metálicas.....	35
Ilustración 33. Instalación de mallas para cierre.....	35
Ilustración 34. Encofrada de carriles con perfiles metálicos.....	36
Ilustración 35, 36, 37. CIC Finalizado.....	38
Ilustración 38. Agregado grueso en obra.....	40
Ilustración 39. Elaboración de cilindros ensayo de resistencia a compresión.....	45



1. INTRODUCCION

En el desarrollo de la civilización la ingeniería ha sido un pilar fundamental, el ingenio del ser humano ha permitido resolver todo tipo de problemas para abarcar un sin número de campos de acción, la ingeniería se ha dividido en diversas ramas, entre ellas y de gran importancia desde tiempos remotos está la Ingeniería Civil. La cual se encarga de buscar soluciones para campos como la hidráulica, geotecnia, las estructuras, vías y transporte. Para toda sociedad es fundamental avanzar en estos temas y para hacerlo es necesario contar con ingenieros altamente capacitados que puedan identificar problemas y dar soluciones que permitan mitigarlos.

Este trabajo de grado se realizó con el fin de optar al título de Ingeniero Civil. Para lograrlo, se realizó la practica como pasante en LA UNION TEMPORAL PORTILLA – RIASCOS 2017, en la cual se construyó el Centro de Integración Ciudadana en el municipio del Tablón de Gómez, Nariño, donde se brindó la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, enfocándose en áreas como el estudio de procedimientos constructivos, tales como construcción de fundaciones, construcción de placa de concreto, muros estructurales y no estructurales, además de ensayos de calidad del concreto, etc. Además de conocer los procesos desarrollados en el área administrativa, teórica y técnica, actos estos que refuerzan los conocimientos adquiridos teóricamente en la Universidad del Cauca.

El trabajo presentado fue autorizado por la Facultad de Ingeniería Civil, a fin de obtener mi título de ingeniero civil; autorización que se otorgó por intermedio del Consejo de Facultad mediante la resolución N° 820 del 2014.

De esta manera he realizado el presente trabajo práctico, lo que me permitió, entre otras cosas, adquirir la experiencia en esta clase de obras, la que me servirá en mi futuro como profesional en la materia.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso de formación académica, participando, como auxiliar de ingeniería, en el proceso constructivo de un Centro de Integración Ciudadana “CIC”, en el barrio Belén, municipio del Tablón de Gómez, Nariño.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar controles exigidos a los materiales pétreos, empleados para la fabricación del concreto.
- Efectuar ensayos de calidad al concreto, a lo largo de la ejecución con el fin de cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto.
- Llevar a cabo un seguimiento y control de los precios unitarios a los nuevos ítems del contrato, los cuales son: Pilotes y Muro de contención.
- Realizar un seguimiento de la línea base Tiempo – Costo, sobre la obra.



3. INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO.

La pasantía se realizará en la Unión temporal Portilla – Riascos 2017, encargada de la ejecución de un Centro de Integración Ciudadana “CIC”, en el barrio Belén, municipio del Tablón de Gómez – Nariño. El Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 implementó un programa nacional de Proyectos Tipo, que llevan el sello del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y contemplan actividades estándar que agilizan su estructuración y disminuyen tiempos y costos por contar con prototipos de diseño.

Un Centro de Integración Ciudadana es un escenario donde se desarrollan programas de convivencia social, deportivos, recreativos, pedagógicos y culturales para la integración social de las comunidades con el fin de dar mayor utilidad al tiempo libre de niños, jóvenes y adultos. Por otra parte, el municipio de El Tablón De Gómez, como varios en el departamento de Nariño y de nuestro país, carece de una infraestructura física apropiada para la práctica de deportes y actividades al aire libre y más en este caso para la práctica de deportes que a lo largo del tiempo nos ha dado grandes beneficios deportivos.

El problema central radica en la carencia de Infraestructuras adecuadas y diseñadas para el desarrollo de las algunas disciplinas deportivas, actividades recreativas y socio-culturales, afecta la iniciativa de los pobladores, para llevar a cabo éstas prácticas en áreas apropiadas, muchas veces estableciendo campos deportivos o de reunión sobre las vías de tránsito vehicular, y en terrenos sin las condiciones mínimas para el desarrollo de dichas actividades, lo cual va en perjuicio de la salud y de la correcta práctica de las mismas. A lo largo del transcurrir de los tiempos ha sido poca la inversión que se ha destinado para esta región y más para el caso de la construcción de escenarios deportivos; que desencadena de misma manera que haya poca importancia que en algunas administraciones a esta problemática.

Aparte de la falta de inversión es poca la cultura hacia el deporte que se ha fomentado a lo largo de las generaciones, razón por la cual la población juvenil ha tomado otros rumbos como la delincuencia, o conformar grupos subversivos hechos que conllevan más violencia y el retraso sociocultural de la región. El CIC del Tablón De Gómez, deberá contener en su alcance la siguiente infraestructura, una vez finalizado a total satisfacción el proyecto.

- **CUBIERTA**, La cubierta es a dos aguas conformada por la estructura metálica, la teja y todos los elementos que sean necesarios para su correcto funcionamiento, La teja y la estructura para cubierta tiene la capacidad portante para que una persona pueda hacer mantenimientos preventivos sobre ella, y que a su vez perdure en el tiempo.

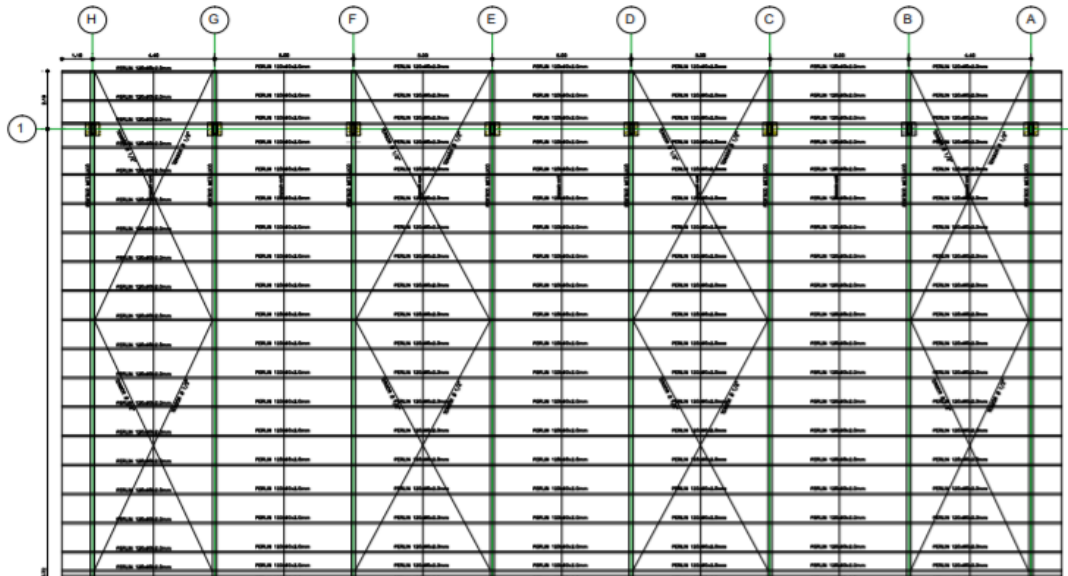


Ilustración 1. Detalle de estructura metálica para cubierta.

La imagen anterior representa la mitad de la estructura metálica sobre la cual va a descansar la teja de cubierta. A continuación se muestra un “zoom” de la ilustración anterior donde se muestran las especificaciones de los elementos.

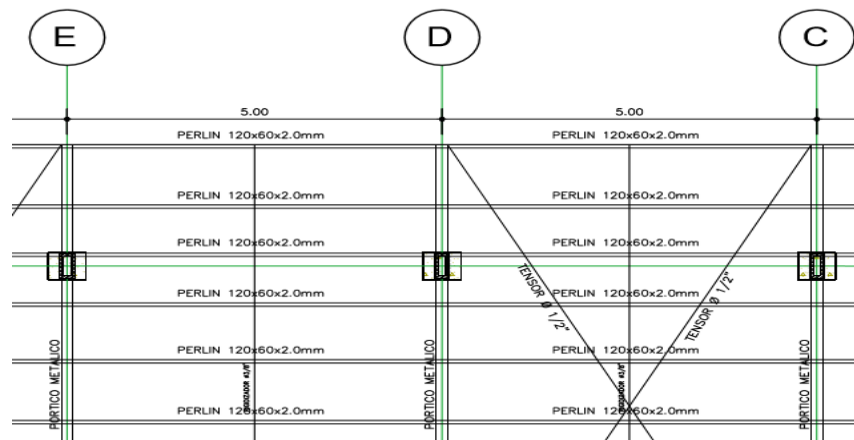


Ilustración 2. Ampliación de Ilustración 1.

La ilustración 2 indica que el tipo de correas utilizadas son de dimensiones 120x60x2 mm y los tensores utilizados son lisos de diámetro 3/8” y 1/2”.

- **PLACA MULTIFUNCIONAL EN CONCRETO**, La Placa multifuncional debe tener como mínimo 19 metros de ancho por 28 metros de longitud, para un



área mínima de 532 m² y con un espesor de mínimo 10cm, el diseño debe implantarse de tal manera que el acceso principal este de forma directa a la vía pública y deberá tener en cuenta cunetas perimetrales para la evacuación de aguas lluvias.

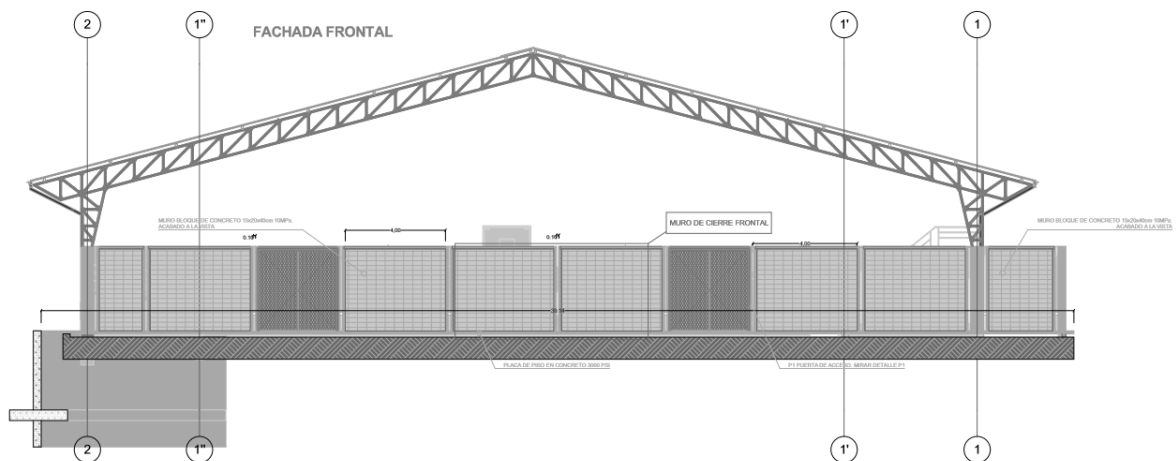
- **GRADERIAS**, Las graderías en concreto se deben considerar a un costado de la placa polideportiva, son construidas en su totalidad en concreto de resistencia mínima o igual 3000PSI, deben tener una longitud mínima de 26 metros y debe estar conformada como mínimo con 7 gradas cuyas alturas permitan al usuario tener una correcta visual sobre la cancha múltiple, las seis primeras con una dimensión de huella de 70cm y la última con un ancho mínimo de 90cm, la contra grada o placa vertical debe tener una altura mínima de 40cm, el espesor de cada una de las placas es de mínimo 7.0cm. Deberá disponerse de barandas de protección y apoyo en los costados de las graderías, aplicable tanto para niños como para adultos.
El Departamento Nacional de Planeación establece en su documento llamado “Construcción y Dotación de una Placa polideportiva Cubierta” que la dimensión mínima de la huella es de 65 cm y la mínima medida de la contrahuella es de 40cm, lo que indica que se cumplió con los requisitos de dimensiones.
- **TARIMA**, La tarima debe tener mínimo 11.0m de longitud, 4.5m de ancho y 1.5m de altura, debe localizarse al costado de la placa polideportiva y frente a las graderías. Incluye la losa de entrepiso, la estructura de cimentación y vigas aéreas, todos los concretos anteriores con una resistencia mínima de 3000PSI, mampostería, acero de refuerzo de acuerdo a los diseños y todos los elementos para su correcto funcionamiento. El espacio que se conformará en la parte inferior deberá cerrarse con mampostería y permitirse un acceso con puerta independiente.
- **CAMERINOS**, Se deben localizar en la parte inferior de las graderías, deben tener un área mínima de 133m², dentro de esta área se debe construir los camerinos para hombres y mujeres, adicional el nivel del piso debe quedar como mínimo a 56cm del nivel del piso terminado de las zonas de seguridad, cada uno de los camerinos tendrá un ingreso por cada uno de los costados y será independiente.
- **OFICINAS**, Se deberá contemplar el diseño y construcción de una oficina para el Coordinador del Programa de Convivencia y 3 puestos de trabajos auxiliares con un área mínima de 50m², las cuales se localizan en la parte inferior de la tarima, adicional el nivel del piso debe quedar como mínimo a 70cm del nivel del piso terminado de las zonas de seguridad. Este ítem incluye las excavaciones, el suministro e instalación de recebo compactado



al 95% del Proctor y de espesor 10cm, al igual que las obras de cimentación, columnas, vigas aéreas, losas de entrepiso todos en concreto con una resistencia mínima de 3000PSI, mampostería, escalas de acceso en ambos costados y todas las obras que se requieran para el correcto funcionamiento.

- **CERRAMIENTOS Y FACHADA PRINCIPAL**, El contratista deberá suministrar e instalar un cerramiento perimetral de mínimo 145ml conformado de la siguiente manera: la fachada principal con mínimo 34 metros lineales por bloques en concreto a la vista, acabado liso, con una modulación en fachada (pañños de 3m de alto 4m de largo) dejando dilataciones de 10 cm como rango máximo entre muros con el fin de romper la escala horizontal de la fachada y el resto en malla eslabonada adosada a la estructura metálica con una altura de 2m cuando exista lugar, de lo contrario se utilizara el sistema tradicional con tubería galvanizada anclada a una viga de cimentación o bordillo.

Ilustración 3. Detalle de Fachada frontal.



La imagen anterior muestra la fachada frontal, la cual está conformada en su mayoría por muros en bloque estructural de dimensiones 12x20x40 cm y dos portones en malla, de acceso a la cancha.

Los cierres laterales y el cierre posterior, fueron construidos en malla eslabonada y tubos de 2". A continuación se muestra un detalle del tipo de malla y tubos utilizados para el cierre.

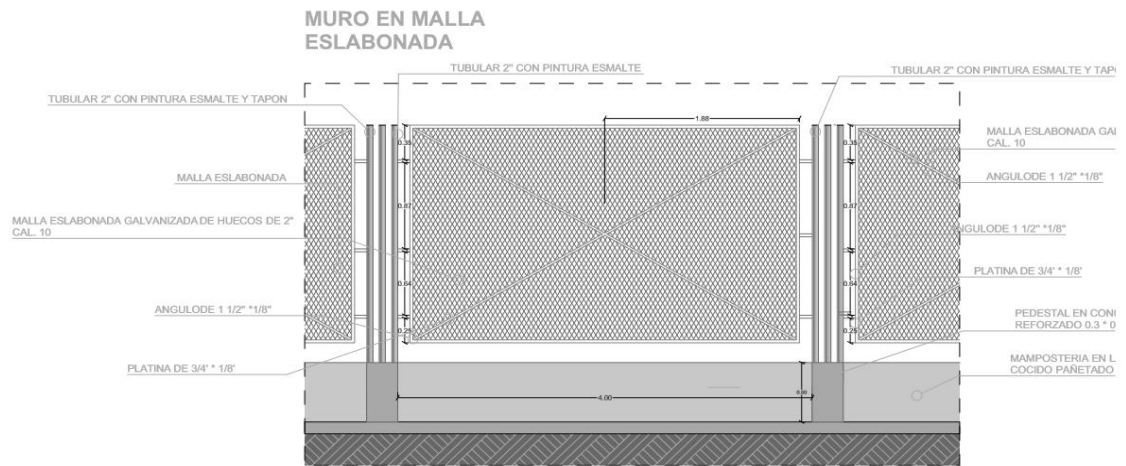


Ilustración 4. Detalle de muro en malla eslabonada.

La ilustración anterior muestra las especificaciones de la malla utilizada, el diámetro de los tubos utilizados, la dimensión de los pedestales a los cuales van anclados los tubos y las dimensiones de las platinas que sostienen la malla con los tubos, entre otras cosas.



4. MARCO TEÓRICO.

Para realizar una correcta practica en la ejecución de una obra civil, independientemente del tipo que sea, es indispensable contar con conocimientos amplios en diversas áreas de la ingeniería civil, debido a la importancia que implica realizar el adecuado proceso constructivo de la estructura en ejecución, para que esta sea resistente y preste unas buenas condiciones de servicio a la sociedad. También se hace obligatorio informarse acerca del proyecto y tener un enfoque claro de cada una de las actividades a realizar, para que las cosas se hagan de la mejor manera, o en muchos casos, poder brindar una solución adecuada a inconvenientes que se presentan en obra.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, y para evitar al máximo errores en obra, se tomó como referencia los criterios de Construcción y Dotación de un Polideportivo Cancha Múltiple, establecidos por el Departamento Nacional de Planeación.

Después de su formulación, la implementación del proyecto, en este caso, debe cumplir con unos requerimientos mínimos que se presentan a continuación en la siguiente tabla.

Aspecto	Descripción	Requisito
Lote	Área mínima (m ²) para práctica deportiva	750
	Posesión del predio por parte de la entidad territorial (certificado de tradición y libertad reciente o documento de sana posesión)	Unidad
	El uso proyectado para el predio debe estar permitido por el POT - PBOT- EOT, vigente en el municipio.	Certificado expedido por la entidad encargada.
Oferta actual	Levantamiento de espacios para práctica deportiva en el municipio o zona	Cuantificación de las áreas disponibles y localización
Orientación longitudinal de la placa deportiva cubierta	Ángulo de deflexión de la orientación de la placa polideportiva con el eje Norte-Sur	Máximo de 22° al oriente o al occidente
Ubicación	Tipo zona	Urbano o centro poblado
Servicios	Servicios públicos certificado de disponibilidad de servicio del operador	Energía
		Acueducto Alcantarillado pluvial
Suelo	Tipo suelo más desfavorable (NSR-10)*	E
	Rango de capacidad portante (T/m ²)	5 - 20
	Identificación de la zona de amenaza sísmica (NSR-10)*	Alta - Media - Baja

Tabla 1. Criterios para la implementación del proyecto.



Para saber si se cumple con los criterios presentados en la tabla anterior, es necesario realizar los estudios que se definen a continuación:

Levantamiento Topográfico para la localización del predio: consiste en determinar la localización general, ubicar el predio destinado para la construcción, identificar el área (m^2), la orientación longitudinal y linderos. [1]

Estudio de Suelos: será el conjunto de actividades que comprende la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la estructura, protegiendo ante todo la integridad de las personas ante cualquier fenómeno externo. [1]

Debido al clima caluroso que presenta el municipio de El Tablón, en el proyecto se encontró con un tipo de suelo árido y rocoso, que naturalmente se presentaba muy duro al momento de realizar las excavaciones para las fundaciones. Lo anterior permite deducir que la densidad del suelo es alta y por ende su capacidad portante también.

De estos estudios se obtiene la capacidad portante del suelo (T/m^2), el tipo de suelo y la zona sísmica en donde se encuentra ubicado el predio. [1]

Una vez se tenga certeza de que se cumple con los criterios anteriores, se podrá continuar con el procedimiento constructivo del proyecto que es el conjunto de fases, sucesivas o traslapadas en el tiempo, necesarias para materializar un proyecto de infraestructura, en nuestro caso un polideportivo. [1]

A continuación, se presenta un diagrama del proceso constructivo básico teniendo en cuenta que los proyectos podrán tener aspectos propios que significará realizar otras actividades no planeadas. Para nuestro proyecto, debido a la dificultad del terreno, surgió la necesidad de construir un relleno para cumplir con el área de construcción y, por ende, un muro de contención.

Ilustración 5. Proceso Constructivo.



La inclusión del muro de contención en el proyecto alteró el diagrama anterior, dándole prioridad en la ejecución al mismo, ya que su construcción era necesaria para cumplir con el área de construcción y dar paso a las estructuras posteriores. Cada una de las construcciones de concreto reforzado realizadas en la obra, debe ser ejecutada con gran responsabilidad por parte del contratista siguiendo un control de calidad, que se define como el conjunto de operaciones y decisiones que se toman con el propósito de cumplir el objeto de un contrato y comprobar el cumplimiento de los requisitos exigidos, para ello se deben verificar los procedimientos relacionados con las Normas Técnicas Colombianas. [2]

El principal parámetro para definir la calidad del concreto, es la resistencia a la compresión la cual se determina a los 28 días de edad, mediante la norma I.N.V E – 410-07. Esto constituye un inconveniente para el control, porque mientras se obtiene dicho resultado, las obras siguen su curso normal y los datos que se obtienen respecto a la resistencia son extemporáneos. Por este motivo, el control de calidad debe tener un carácter preventivo y no curativo, en consecuencia dicho control no se debe limitar a la verificación de las propiedades en estado endurecido, igualmente se deben controlar dichas propiedades en estado fresco, que permiten anticipar las propiedades del concreto en estado endurecido. [2] Un aspecto



fundamental para que el concreto alcance su resistencia requerida es el curado, donde el contratista tomará las medidas necesarias para que se conserve la humedad suficiente y la hidratación del cemento se produzca en forma normal.

El proceso de curado debe ser el adecuado para cada estructura. Se recomienda en columnas y muros verticales, mantener un riego constante preferentemente en forma de rocío para mantener la humedad y temperatura requerida por el fraguado. Al utilizar este medio, se procurará que este sea uniforme para evitar las grietas resultantes de la aplicación del riego en periodos intermitentes. [3]

Para realizar el curado en superficies horizontales como placas, se recomienda usar arena o aserrín y la superficie deberá regarse constantemente para que el material conserve permanentemente la humedad. El curado del hormigón deberá prolongarse durante 7 días como mínimo. El interventor autorizará el retiro de los materiales o membranas de protección, observando que las superficies no presenten grietas significativas a su criterio, caso en el cual ordenará la demolición o reparación según el caso. [3] Toda obra en concreto que no cumpla con las especificaciones o presente hormigueros, huecos y cualquier otra imperfección, será demolida o reparada a juicio del interventor dependiendo del tamaño del daño y de la importancia estructural del elemento. [3]

En donde el concreto haya sufrido daños o tenga hormigueros, o donde sea necesario hacer rellenos debido a depresiones, las superficies del concreto deberán picarse hasta retirar totalmente el concreto imperfecto, y rellenarse con un concreto o mortero de consistencia seca, hasta las líneas requeridas. Todas las reparaciones deberán efectuarse antes de 24 horas, contadas a partir del momento en que se retiren las formaletas. El picado de la superficie deberá tener la profundidad suficiente para permitir buena adherencia del relleno. [3]

El mortero de consistencia seca se prepara con una parte de cemento y dos partes de arena que pase la malla No. 16. El color del mortero deberá ser igual al de la superficie terminada del concreto. Todas las superficies reparadas se someterán a curado según lo especificado. [3]



5. METODOLOGÍA

5.1 DESARROLLO DE OBJETIVOS.

5.1.1 SEGUIMIENTO A LA LINEA TIEMPO-COSTO DE LA OBRA

La práctica se desarrolló en el municipio de El Tablón de Gómez. El municipio se encuentra a 62 km de San Juan de Pasto. A continuación se muestra una imagen donde se observa la localización del municipio.



Ilustración 6. Localización EL Tablón de Gómez.

En el mes de mayo de 2017 fue la primera vez que se inició el proyecto y las actividades realizadas en ese entonces fueron limpieza del terreno, cerramiento del lote en polisombra, localización de los ejes principales e inicio de las excavaciones. Al momento de realizar las primeras excavaciones, se encontraron grietas en el terreno lo que provocó la suspensión de la ejecución, como se muestra en la siguiente ilustración.



Ilustración 7. Grietas encontradas en obra.

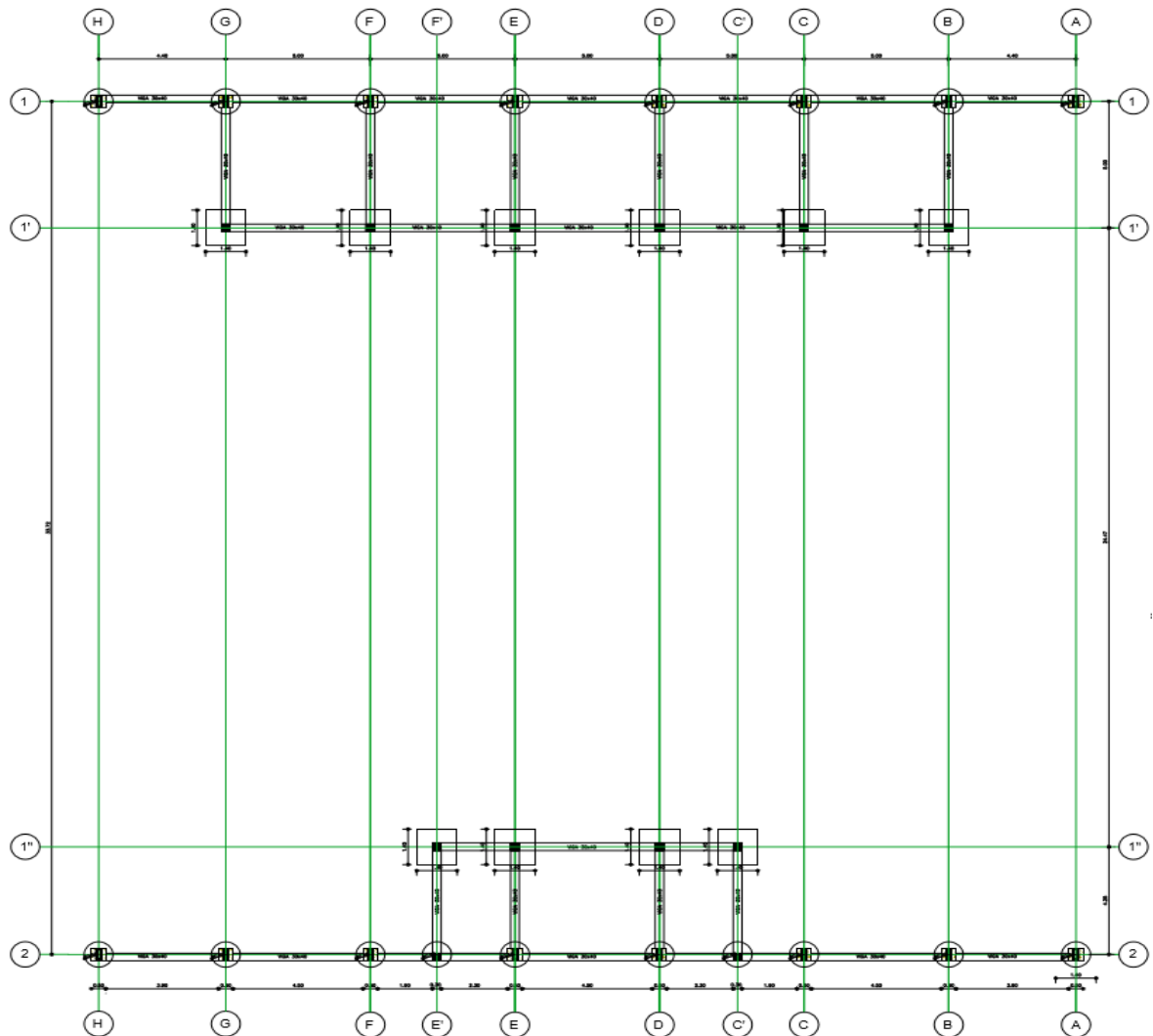


Después de hacer un estudio geotécnico, se determinó que las grietas no estaban activas, por lo que se tomó la decisión de cambiar la ubicación del proyecto, desplazándolo 10m de las grietas para poder continuar su ejecución. Pero el cambio de ubicación del proyecto representaba un aumento del costo del mismo, ya que había la necesidad de construir un relleno y por ende un muro de contención para lograr el área de ejecución.

La práctica inició el 8 de septiembre del mismo año, misma fecha del reinicio de la ejecución encontrando en obra un terreno limpio y el lote cerrado.

A continuación se presenta una imagen correspondiente a una vista en planta de los ejes del proyecto y una imagen representativa del muro de contención para facilitar las descripciones posteriores.

Ilustración 8. Planta de ejes del proyecto





La imagen anterior muestra la localización de las estructuras de cimentación representadas por ejes. Se observan 16 pilotes localizados en los ejes 1 y 2 y que van desde el eje A hasta el H. Las zapatas se localizan en los ejes 1' y 1'' y E'-2 y C'-2.

El proceso constructivo que se realizó a partir de la fecha, y llevando un control del porcentaje de avance de obra y del valor del contrato ejecutado quincenalmente, comenzó por la localización y replanteo de los ejes principales y el muro de contención realizado con estación total por un topógrafo y un cadenero.

Después de esto se inició la nivelación del terreno con motoniveladora, logrando el nivel cero de piso. Con el terreno nivelado se localizaron los pilotes del eje 1 y se inició la excavación de los mismos con retroexcavadora. El muro de contención presentaba una forma de "C" y debido a sus 57,6 metros longitud y a la poca cantidad de formaleta en obra se decidió construirlo en 6 etapas, 4 etapas de 10,4 metros de longitud al lado posterior del eje 2 y 2 etapas de 8 metros de longitud al lado posterior de los ejes H y A. Según lo anterior se realizó la limpieza y excavación con retroexcavadora del terreno donde posteriormente, se inició la localización del muro como se muestra en la figura y la excavación manual del dentellón del muro para las dos primeras etapas.

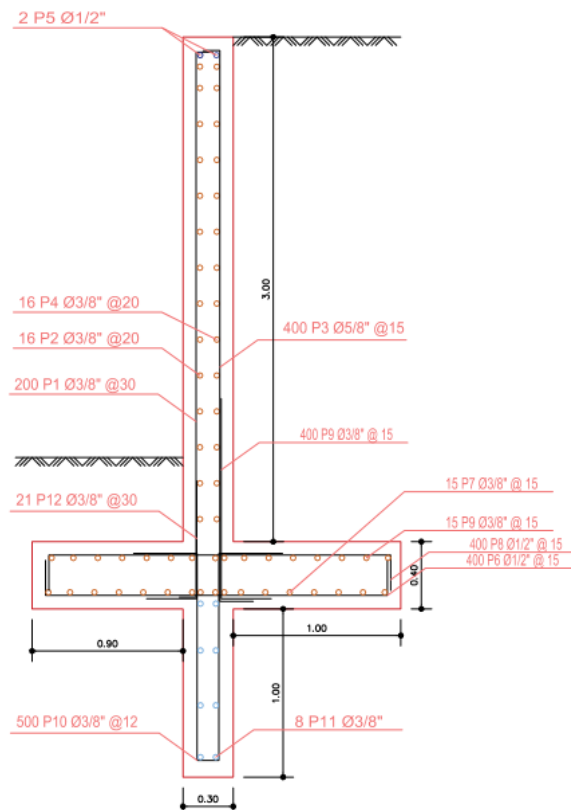


Ilustración 9. Detalle Acero de Muro.



Ilustración 10. Localización del Muro



A simple vista, la ilustración 9 muestra un muro de contención sobrerreforzado debido a la cantidad de acero presentada en el detalle. Esto representó un gasto grande en términos de tiempo para cumplir con los tiempos propuestos.

Como se contaba con poco personal en obra, se decidió trabajar solamente en el muro de contención realizando actividades como fundición de solado de limpieza para las dos etapas correspondientes al dentellón de muro, y corte, figurado y amarrado de acero para el mismo, para luego proceder a su encofrado y fundición con un concreto de 3000 Psi. Terminada la fundición del dentellón, se daba paso a la nivelación del terreno para armar el acero y encofrar la zarpa de la primera etapa del muro. Finalmente se continuó con la excavación con retro para los huecos de los pilotes del eje 1 y se inició la excavación para la zona de camerinos que al mismo tiempo contemplaba los huecos para las zapatas correspondientes al eje 1'. Se aclara que la excavación realizada para la zona de camerinos se realiza porque su nivel de piso debía estar 56 cm por debajo del nivel de la placa multifuncional.



Ilustración 11. Armado de acero para zarpa y encofrado para fundición.

La ilustración 11 muestra la zarpa del muro lista para ser fundida y posteriormente iniciar el armado del acero del cuerpo del muro.

Después de los primeros 15 días de trabajo, se esperaba un porcentaje de avance superior al 15% pero por la falta de personal y el incumplimiento de la maquinaria, se obtuvo un porcentaje de avance del 2,1% y un valor ejecutado de \$17'252.000

Evidentemente era necesario contar con un personal de obra mayor y calificado para cubrir otros frentes de obra porque se notaba el retraso en los tiempos, pero la carencia de personal y el incumplimiento de la maquinaria en la ejecución fueron factores que continuaron tiempo más adelante, lo que implicó un mayor retraso.



El proceso constructivo del muro de contención continuó con la nivelación del terreno para armar el acero de zarpa del muro de la segunda etapa y luego de terminar el proceso de armado del acero, se decidió para ahorrar tiempo, encofrar las dos primeras etapas de la zarpa del muro y realizar una sola fundición. Con el concreto de las zarpas en estado fraguado, se amarró el acero para la primera etapa del cuerpo del muro.



Ilustración 12. Fundición de Zarpa.

La ilustración 12 muestra la zarpa fundida y la aplicación de “Antisol” al concreto semifraguado para que el curado sea óptimo.

Por otro lado, al finalizar la excavación para los pilotes del eje 1 y la zona de camerinos, se fundió el solado de limpieza para estos pilotes, y se inició el armado de los mismos con acero figurado. Debido a la forma de los pilotes, surgió la necesidad de fabricar una formaleta de lámina en forma de cilindro con quiebre en la mitad para la fundición.

Con ayuda de una plomada e hilos se ubicó los ejes de todos los pilotes dentro de la excavación y al ser tan pesados por el hecho de estar constituidos de refuerzo número 4 y número 7, se requirió la ayuda de una retroexcavadora para colocarlos en el sitio donde se iban a fundir. Después de esto se inició con el armado de los pedestales que se apoyaban sobre los pilotes.

Contando con un aumento de personal en obra, que todavía no era el suficiente para mirar un rendimiento notorio, se logró trabajar en dos frentes de obra

simultáneamente los cuales eran el muro de contención y la gradería y camerinos del CIC.

Con el grupo del muro de contención conformado por un maestro de obra, un oficial y tres obreros, se realizó el encofrado de la primera etapa del cuerpo del muro y se construyó puentes para poder vaciar la mezcla dentro del cuerpo del muro con ayuda de carretones. El grupo de trabajo en la zona de gradería estaba conformado por un maestro, un oficial y 5 obreros. En el frente del muro de contención había un mayor rendimiento ya que los obreros tenían una mayor experiencia en trabajos de construcción de obras civiles.



Ilustración 13. Etapa 2 del muro fundido sin desencofrar.

La imagen anterior muestra el detalle del encofrado del cuerpo del muro, que debe ser muy riguroso en términos de seguridad, ya que al momento del vaciado, el concreto ejerce presión sobre la formaleta y se corre el riesgo de que esta se abra. También se muestra la dificultad que implicaba la fundición del cuerpo del muro ya que surgía la necesidad de crear puentes para que la mezcla sea transportada desde la ubicación del trompo hasta el muro.

En el frente de la gradería, las indicaciones del maestro y de los ingenieros eran de ayuda para que 5 obreros cumplan con la actividad de armar el acero de refuerzo de los pedestales del eje 1 y las zapatas y columnas correspondientes al eje 1'. Finalmente la cuarta semana concluyó con el armado del acero para la etapa dos del cuerpo del muro de contención y se vio reflejado un avance de obra del 7,08% y un valor ejecutado de \$ 52'242.900, esperando un avance de al menos el 30%.

Luego de armar todo el acero de zapatas, pilotes, pedestales y columnas de los ejes 1 y 1', se realizó la fundición de dichos pilotes hasta la mitad, para que este concreto fraguado sirva de apoyo a los pedestales que con ayuda de la retroexcavadora se ubicaron uno por uno dentro de los pilotes, aplomando cada pedestal y alineándolos

provisionalmente. De igual manera se procedió con las columnas del eje 1', para realizar la fundición de las zapatas.



Ilustración 14. Fundición de pilotes.

La ilustración anterior muestra el método empleado para la fundición de los pilotes. La mezcla se vertía en un tubo cortado por la mitad, para que esta sea vaciada dentro de la formaleta redonda de lámina.

A continuación se representa una figura donde se observa que el factor determinante en términos de tiempo para la construcción de la gradería, era el encofrado de la parte inferior de la gradería por su diseño arquitectónico y también armado del acero, ya que al igual que el muro de contención, el acero de refuerzo era bastante.

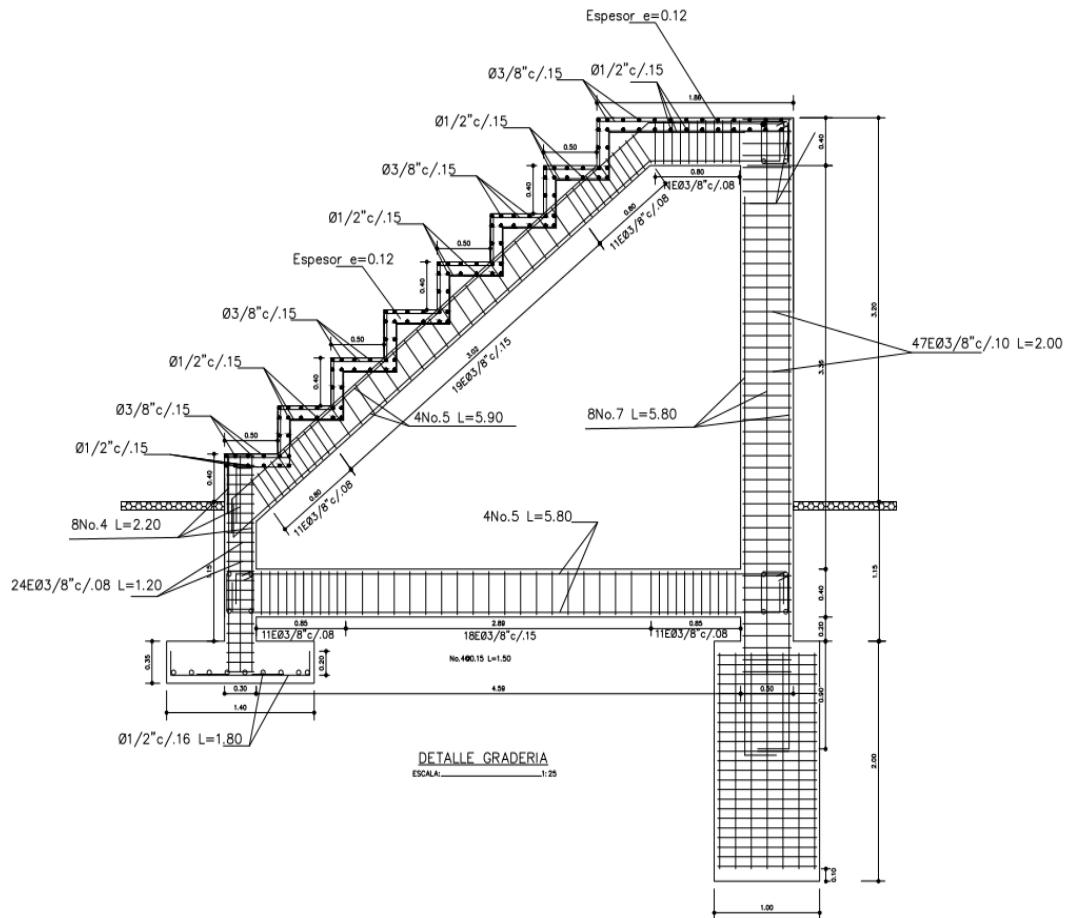


Ilustración 15. Detalle de Gradería.

Dando por finalizada la fundición de todos los pilotes del eje 1, se daba inicio a la construcción de las vigas de cimentación localizadas en la zona de camerinos, no sin antes realizar el relleno y la compactación de las excavaciones realizadas en esta zona hasta llegar al nivel requerido. La estructura de la zona de graderías y camerinos comenzaba a dar forma.

El proceso constructivo que se continuó para la gradería se describe a continuación:

- ✓ Localización de la cimentación
- ✓ Excavación para la cimentación
- ✓ Armado de pilotes y zapatas
- ✓ Armado de pedestales y columnas de la gradería
- ✓ Fundición de pilotes y zapatas
- ✓ Armado de vigas de amarre.
- ✓ Fundición de vigas de amarre.
- ✓ Relleno para zona de camerinos (bajo la gradería)



- ✓ Fundición de pedestales
- ✓ Armado y encofrado de viga corona. (en pedestales)
- ✓ Fundición de columnas (frente a los pedestales)
- ✓ Armado de viga elevada de columnas
- ✓ Fundición de viga corona
- ✓ Encofrado inferior de los peldaños
- ✓ Armado de vigas de gradería
- ✓ Armado del acero de los peldaños
- ✓ Encofrado de la parte frontal de la gradería (con MDF)
- ✓ Fundición de vigas y peldaños.

Cada procedimiento anteriormente nombrado, se describe con más detalle a medida que avance el trabajo.



Ilustración 16. Armado de estructura de gradería.

Dando inicio al armado del acero de las vigas, simultáneamente se realizaba la excavación con retroexcavadora para construir la tercera y cuarta etapa del dentellón, mientras un grupo de obreros armaba el acero para encofrar y fundir la segunda etapa del muro de contención.

El personal en obra aumentó considerablemente en la sexta semana de trabajo, pero el hecho de corresponder a personal de obra no calificado hizo que la mejora en el rendimiento todavía no se viera reflejado en toda la obra. Se tomó la decisión de terminar lo antes posible la construcción del muro de contención para iniciar con el relleno de la zona y dar paso a la construcción de las estructuras del eje 2, por lo que la mayoría de trabajadores realizaron actividades en el muro.



De esta manera se vio un avance muy significativo en la construcción del muro ya que se decidió trabajar en 3 etapas simultáneamente. La construcción de la etapa del muro al respaldo del eje H era necesaria para iniciar con el relleno de la zona, ya que su terminación, junto con las dos etapas construidas anteriormente al respaldo del eje 2, conformaba una estructura en forma de “L” la cual contenía el material utilizado para el relleno.

En esta semana se realizaron actividades para que el avance del muro de contención llegue a un 60% lo que implicó también un mayor avance de obra.

La inclusión de personal a la obra se vio reflejada en el porcentaje de avance que aumentó significativamente llegando hasta el 20,8% y un valor ejecutado de \$170'691.600. Pero a pesar de esto la situación se tornaba muy crítica por lo que el contratista tomó la decisión de contratar personal calificado y con experiencia para afrontar lo siguiente. Hasta el momento se esperaba un avance del 45%.

El nuevo personal fue contratado por obra y su obligación era terminar la gradería. Esto representaba una ventaja ya que se pudo crear más grupos de trabajos y así mismo poder cubrir más frentes de obra. Por lo tanto, en la zona de gradería se fundieron las vigas de cimentación y se comenzó a encofrar con formaleta metálica los pedestales para realizar su fundición con acelerante.



Ilustración 17. Encofrado y fundición de pedestales eje 1.

Como se observa en la imagen, los pedestales no se fundieron inicialmente en su totalidad puesto que la estructura lleva una viga elevada que amarra a los pedestales, además en la parte superior de cada pedestal van anclados 8 pernos y una platina que cubre toda la sección de los pedestales y sobre los cuales descansan los pórticos metálicos que sostienen la cubierta.

A continuación se muestra el armado de la viga corona a lo largo de los pedestales del eje 1.



Ilustración 18. Armado de la viga elevada eje 1.

En el muro de contención se comenzó a trabajar en las dos etapas finales. Además se creó un frente de obra para trabajar en el cerramiento perimetral en tubo y malla eslabonada, el cual comenzó con la localización y excavación manual de una zanja donde se va a construir la viga de cimentación (ilustración 19). Posteriormente se realizó el armado de la viga de cimentación, se localizó en la viga los pequeños pedestales del cierre y se realizó la fundición de la viga. (Ilustración 20)



Ilustración 19. Excavación para viga de cierre



Ilustración 20. Fundición de viga de cierre.

El muro de contención siguió su curso hasta finalizar la construcción en su totalidad el día 30 de octubre de 2017, por lo que todo el personal se repartió en grupos proporcionalmente para realizar diferentes actividades. Al finalizar la octava semana se obtuvo un porcentaje de avance del 33% y un total ejecutado de \$271'180.000.



Las dos semanas siguientes fueron claves para la obra ya que gracias a la finalización del muro, se inició a trabajar en las estructuras del eje 2. Este trabajo implicaba menos tiempo de ejecución que el tiempo utilizado en la construcción de las estructuras del eje 1 debido a que los pilotes se localizaban en la zona del relleno, lo que implicaba prescindir de las excavaciones y comenzar la construcción del relleno, ya que los pilotes iniciaban a 80 cm por encima del suelo firme y este nivel se lo logró mediante la compactación del material de sitio utilizado para el relleno.

Para el mes de Noviembre ya se contaba con mucho más personal en obra, se estaba trabajando en la gradería, el cierre perimetral, las estructuras en concreto faltantes y la estructura metálica que necesitaba de personal especializado fuera de obra. Cuando se daban luces de que el rendimiento podía mejorar, apareció otra limitante que acompañó durante dos semanas aproximadamente, la lluvia. Este factor hizo replantear las cosas, a partir de esto hubo la necesidad de programarse para tratar de realizar la mayor cantidad de actividades en horas de la mañana. Las actividades a realizar para la novena semana a partir de ese momento fueron la construcción de pilotes y pedestales del eje 2 y la fundición de la viga corona elevada del eje 1, como se muestran en las dos ilustraciones siguientes. Pero las limitaciones no dejaron cumplir los objetivos, se necesitó de la semana siguiente para fundir los pilotes y los pedestales, además se relleno la parte del muro, se fundió la viga elevada con acelerante.



Ilustración 21. Pilotes eje 2



Ilustración 22. Fundición de Viga elevada eje 1.

El trabajo para el último mes de plazo se desarrolló de tal manera que se pudiera lograr el cumplimiento de la ejecución de los principales frentes de obra, los cuales son:

- Zona de oficinas y Tarima
- Gradería principal
- Estructura metálica y cubierta
- Placa multifuncional
- Cerramiento perimetral

Contando con todo el personal en obra se crearon grupos de trabajo conformados por el maestro de obra, oficial y 6 obreros para trabajar en 4 frentes simultáneamente, los dos primeros y el último frente con personal de obra y la estructura metálica con personal especializado.

Finalizada la construcción de los pedestales y el relleno del muro, se llevó a cabo el siguiente proceso constructivo para las oficinas y la tarima, que tuvo una duración de 4 semanas, cumpliendo con los tiempos propuestos.

Las actividades realizadas son las siguientes:

- ✓ Armado de acero, encofrado y fundición de las columnas del eje 1''
- ✓ Armado de acero, encofrado y fundición de vigas de cimentación.
- ✓ Armado de acero y encofrado de vigas aéreas para tarima.
- ✓ Instalación de lámina metal deck e instalación de plafones para luminarias.



- ✓ Fundición monolítica de vigas aéreas y losa de tarima con acelerante.
- ✓ Desencofrado de vigas aéreas
- ✓ Relleno y compactación de material para placa de oficinas.
- ✓ Instalación de tubería para tomas.
- ✓ Construcción de muros frontal y posterior en bloque.
- ✓ Fundición de placa de oficinas.
- ✓ Encofrado y fundición de escaleras para tarima.
- ✓ Construcción de todos los muros correspondientes a la zona.
- ✓ Instalación de ventanas y enchapes.

Cabe resaltar que se deben tener en cuenta unos requerimientos durante la construcción de la losa metaldeck tales como la correcta instalación de la lámina, la correcta fijación lateral de las láminas con tornillos autopercutoras, remaches pop o puntos de soldadura (hasta lamina calibre 20), también se debe tener en cuenta la correcta colocación de la malla electrosoldada, ya que debe quedar por 2,5 cm por debajo de la superficie de la losa de concreto. Estos detalles de deben tener muy en cuenta para que la capacidad de carga de la losa no se vea reducida.

Luego de terminado todo este proceso constructivo, ya solo quedaban detalles pequeños como pintura de la lámina metal deck, instalación de la puerta, resanes y repello de vigas aéreas en la parte exterior e interior.



Ilustración 23. Tarima

Se debe dejar puntales en la tarima como se muestra en la figura anterior, durante un tiempo prudente después de la fundición, hasta que la estructura presente una resistencia y evitar que las vigas se cuelguen.

Por otro lado, la construcción de la gradería presentó dos grandes etapas con respecto al tiempo que se tardó en desarrollarlas. El encofrado de la gradería debía realizarse peldaño por peldaño, ya que estos quedaban a la vista dentro de los camerinos. Esta situación obligó a la utilización de gran cantidad de cerchas, guadua y gatos para apuntalar y asegurar los tableros de madera que se utilizaron

como formaleta y que fueron forrados con un material llamado Madeflex utilizado para dar buen acabado al concreto.



Ilustración 24. Armado de acero para gradería.

Sin finalizar el encofrado de la gradería, se dio paso para realizar el armado del acero, como se indica en la figura anterior. El figurado del acero de la gradería al principio se tornaba difícil por la forma que se aprecia en la imagen “Detalle de la gradería”, pero a medida que se realizaba el trabajo los obreros se volvieron prácticos, hecho que ayudó al trabajo ya que debían figurarse aproximadamente 500 varillas en total de diámetros $\frac{3}{4}$ ” y $\frac{1}{2}$ ”. A medida que se iba figurando el acero, un maestro marcaba la ubicación de las varillas en la formaleta para su posterior armado.

Para dar el acabado a la parte frontal de las gradas, o lo que se denomina contrahuella, se utilizó láminas de MDF que fueron aseguradas a los tableros de madera con alambre galvanizado, como se muestra en la siguiente ilustración.



Ilustración 25. Instalación del MDF



El tiempo de ejecución de las actividades anteriores fue de 24 días y el 2 de diciembre de 2017 se realizó la fundición con acelerante (400 ml por bulto). En la fundición participaron 34 personas.



Ilustración 26. Gradería fundida.

La utilización del acelerante para la fundición fue con el fin de desencofrar la gradería a las dos semanas, según los resultados arrojados al probar las muestras en los ensayos de resistencia a la compresión. El encofrado implicó la suspensión de actividades en la zona de camerinos hasta que no se retire la formaleta de la gradería, hecho que agravó aún más, el retraso de la obra.



Ilustración 27. Detalle debajo de gradería (Zona de Camerinos)



En la ilustración anterior se quiere resaltar la zona crítica de camerinos, la cual tuvo un reinicio de actividades 18 días después de la fundición de la gradería, cuando se pudo desencofrar.

El montaje de la estructura metálica comenzó 5 días después de finalizada la fundición de todos los pedestales, ya que la primer actividad que se tenía que realizar fue el anclaje de las columnas de celosía a las platinas de los pedestales.



Ilustración 28. Anclaje de columnas de celosía. Eje 2

Como se muestra en la imagen anterior, cada estructura se subió con una polea doble. Antes de soldarla a la platina, una persona se encargaba de aplomarla y sostenerla para que el soldador haga su trabajo. La siguiente ilustración muestra las columnas de celosía ancladas sobre los pedestales, listas para conformar los pórticos metálicos.



Ilustración 29. Columnas de celosía sobre pedestales.



Otro problema presentado en obra que retrasó el trabajo, fue la unión de las 8 cerchas que soportaban la cubierta, ya que cada una de estas estaba fraccionada en 4 partes. Después del montaje de las columnas de celosía, el personal de la estructura metálica se dedicó exclusivamente a resoldar cada una de las 4 partes de las cerchas y a unir las para poder ser izadas. Pero este trabajo se tornó complicado debido al peligro que representaba la lluvia al momento de soldar, y para solucionar el inconveniente se armaron cambuches en obra para no limitar el trabajo en la estructura metálica.



Ilustración 30. Unión y limpieza de cerchas.

Antes de pintar y montar las cerchas, era necesario limpiarlas, como se muestra en la imagen anterior, con el fin de quitar el óxido y que la pintura se adhiera mejor.

A medida que se iban uniendo las cerchas, estas fueron organizadas en 2 grupos de 4, una encima de otra, para facilitar el trabajo de la grúa al levantarlas, y eran pintadas solamente por la cara que daba hacia arriba.



Ilustración 31. Montaje de cerchas con grúa.



La imagen anterior muestra el procedimiento utilizado para izar las cerchas con una grúa que sostenía en el aire cada una, mientras eran soldadas a las columnas de celosía.

Finalmente se logró soldar todas las correas metálicas encima de las cerchas hasta el 15 de diciembre de 2017, fecha límite de finalización de la ejecución.



Ilustración 32. Instalación de correas metálicas.

Por otro lado, hasta la fecha de finalización se logró terminar el cerramiento en malla ubicado en la parte posterior de la gradería y los correspondientes a los ejes H y 2.



Ilustración 33. Instalación de malla para cierre



La imagen anterior muestra detalladamente el diseño de los cierres laterales y el cierre posterior que consiste en un muro bajo en bloque, malla eslabonada y tubos de 2" anclados a unos pequeños pedestales de concreto.

Debido a las lluvias presentadas en el mes de Noviembre, el terreno estaba muy blando y el paso de volquetas cargadas de material lo deformaba. Esto representaba un problema a la hora de construir la placa, y para solucionarlo se decidió, con la ayuda de la pajarita, desalojar todo el barro y raspar el terreno para que se secase.

Ya con el terreno firme y seco, la motoniveladora se encargó de nivelar el terreno con recebo para encofrar los carriles para la fundición y compactarlos.



Ilustración 34. Encofrado de carriles con perfiles metálicos.

Al momento de realizar la fundición se debía tener precaución de que la malla electro soldada estuviera levantada unos 4 o 5 cm del suelo para que esta realice su trabajo, además al ser masas de concreto relativamente grandes, se corre un mayor riesgo de que el concreto se fisure, por lo que es recomendable que la mezcla tenga una consistencia seca la hora de fundir.

Hasta el 15 de Diciembre, se logró fundir el 60% del total de la placa.

En términos generales, el proyecto no cumplió con los tiempos establecidos y algunas causas de esto fue el mal tiempo, la carencia de mano de obra calificada y además, la adición del muro de contención no fue contemplada en términos de tiempo como adición al tiempo de ejecución, sino que se tomó como una actividad más dentro del CIC y por lo tanto se debía ejecutar dentro de los 3 meses de plazo. Para esta fecha se logró un porcentaje de avance del 70,3% y un valor ejecutado igual a \$ 671'650.000.

Una tabla que resume el avance de obra a lo largo de la ejecución es la que se presenta a continuación.



QUINCENA	% AVANCE REAL	% AVANCE ESPERADO	PRESUPUESTO EJECUTADO \$
1	2,1	15	17252000
2	7,08	30	52242900
3	20,8	45	170691600
4	33	60	271180000
6	70,3	100	671650000

Tabla 2. Resumen del porcentaje de avance de obra.

La tabla de resumen muestra un retraso del 29,7% de la ejecución.

La situación se tornaba difícil, se corría el riesgo de que el proyecto se penalizara por incumplimiento. Después de conciliar una serie de condiciones y sugerencias entre la supervisión, la interventoría y el contratista, se acordó otorgar una prórroga al contratista hasta el 30 de diciembre, razón por la cual se siguieron las actividades.

Como el plazo era corto, el contratista acudió a mano de obra especializada en la ciudad e Pasto.

Se desencofró la gradería y se comenzó a trabajar en los camerinos, hasta el 30 de diciembre se levantaron todos los muros en bloque correspondientes a esta zona y se fundió la placa.

Se realizó la instalación eléctrica y sanitaria del CIC, también la fundición de la placa en su totalidad y se instaló la cubierta, los bajantes de aguas lluvias y el caballete, además se construyó la fachada principal y se instalaron los pasamanos en la zona de graderías y tarima.

El proyecto aún no finalizaba y el tiempo otorgado ya se había terminado, alcanzando un avance del 93,1% y un valor ejecutado de \$835'336.000

A pesar de que nuevamente no se volvió a cumplir con los tiempos, el proyecto casi estaba terminado y esto dio pie a que se otorgara una última prórroga desde el 1 de enero hasta el 22 de enero de 2018, alcanzando el 100% de la ejecución y un valor total de ejecución de \$1.092.021.121.



Ilustraciones 35, 36,37. CIC finalizado.



5.1.2 CONTROL DE CALIDAD A LOS AGREGADOS PETREOS

El concreto está constituido en un alto porcentaje por agregados (50-80% en volumen), por lo tanto, los agregados no son menos importantes que la pasta de cemento endurecida, el agua o los aditivos; por el contrario, gran parte de las características de las mezclas de concreto, tanto en estado plástico como en estado endurecido, dependen de las características y propiedades de los agregados, las cuales deben ser estudiadas para obtener concretos de buena calidad.

Un agregado para mezcla de concreto es aquel que no afecte desfavorablemente las propiedades y características de la mezcla, y además garanticen una adherencia suficiente con la pasta endurecida de cemento. Los agregados por el hecho de ser inertes no desarrollan ningún tipo de reacción con los demás componentes de la mezcla, especialmente con el cemento; sin embargo, existen agregados cuya fracción más fina presenta beneficios a la mezcla ayudando con el desarrollo de la resistencia mecánica, tales como: las escorias de alto horno de las siderúrgicas.

También hay agregados que presentan elementos dañinos que reaccionan afectando la estructura interna del concreto y su durabilidad, como por ejemplo, agregados que contienen partículas finas que se encuentran en descomposición.

A continuación se describe algunas propiedades y ensayos de los áridos, recomendables para obtener un concreto de buena calidad.

- La forma de las partículas puede influir en la manejabilidad de la mezcla de tal manera que si se trabaja con partículas lisas, se proporcionan ventajas al concreto fresco pero se pierde adherencia entre la pasta de cemento y el agregado, disminuyendo la resistencia del concreto.
- El tamaño de las partículas influye en la calidad del concreto, es así como partículas de gran tamaño disminuyen la densidad de la mezcla y por ende su resistencia.
- La capacidad de absorción de agua se debe tener en cuenta al adicionar el agua en la mezcla, ya que esto influye en su manejabilidad, en la eficaz relación agua/cemento y en propiedades que dependen de ella.
- Si no hay seguridad de que se encuentren presentes partículas que influyan negativamente en la hidratación del cemento, tales como, polvos que entren en suspensión, materia orgánica o componentes del azufre, los agregados se deben analizar.
- La presencia de partículas alargadas o planas afectan la trabajabilidad, resistencia y durabilidad de la mezcla, porque debajo de las partículas se forman huecos de aire y se acumula agua perjudicando las propiedades del concreto fraguado.



- Se debe tener en cuenta la presencia de sílice activo en los agregados, ya que se puede dar en la mezcla una reacción álcali-agregado que ocasiona esfuerzos de tensión en el concreto y dichos esfuerzos pueden causar fallas en la estructura, debido a la baja resistencia a tensión del mismo.
- La granulometría y el tamaño máximo del agregado afectan, entre otras cosas, la cantidad de agua y cemento necesarios en la mezcla, la uniformidad de la mezcla, la manejabilidad, la porosidad. Es por esto que el agregado debe presentar partículas de todos los tamaños con el fin de que las partículas pequeñas llenen los espacios dejados por las partículas más grandes, de esta forma se obtiene un mínimo de huecos y por ende una máxima densidad.
- El suelo fino, aun cuando se presente en delgadas capas de arcilla o limo recubriendo las partículas de agregados, puede ser dañino porque debilitan la adherencia de la mezcla, perjudicando la resistencia y la durabilidad del concreto.
- La presencia de partículas deleznable, blandas y livianas afectan la resistencia y durabilidad del concreto.

Por estas y más razones es necesario llevar un control de calidad de los agregados que se van a utilizar en obra.

Los agregados utilizados para la fabricación del concreto en el CIC de El Tablón de Gómez provinieron de una cantera ubicada en la vía El Tablón-Las Mesas Nariño.



Ilustración 38. Agregado grueso en obra.

A simple vista se observa que el agregado mostrado en la imagen presenta muchos sobre tamaños, también se ve la presencia de partículas largas y planas, no se observa una granulometría muy bien definida y su tamaño máximo es



aproximadamente de 1-1/2". Además, no se le realizó ningún tipo de ensayo de calidad al agregado, únicamente se tenía algunos cuidados en obra de que el agregado no se contamine y luego se utilizaba tal como llegaba a obra.

El hecho de no realizar los ensayos preventivos a los agregados, puede ser perjudicial para el contratista ya que se está corriendo con los riesgos de una posible demolición de las estructuras en concreto al no cumplir con la resistencia mínima requerida.

Para el caso de nuestro proyecto, a pesar de que no se le realizó ningún ensayo de calidad a los agregados, la mezcla realizada con estos, cumplió con el parámetro de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, brindando garantía de la calidad de los elementos estructurales construidos en concreto, con los materiales presentes en obra.



5.1.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL A LOS PRECIOS UNITARIOS DE ADICIÓN.

A continuación se presenta una tabla en la que se muestra el costo directo de la ejecución de los pilotes y el muro de contención del proyecto.

PRESUPUESTO GENERAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	V/UNITARIO	V/TOTAL
1	EXCAVACIONES Y RELLENOS				
1,1	EXCAVACIONES VARIAS EN MATERIAL COMUN SECO A MANO (INCLUYE RETIRO DE SABRANTES A UNA DISTANCIA MENOR A 5 KM)	M3	271,00	\$ 19.938,00	\$ 5.403.198,00
1,2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE RECEO COMPACTADO PARA RELLENO DE MURO	M3	154,00	\$ 48.583,00	\$ 7.481.782,00
	Subtotal				\$ 12.884.980,00
2	CONCRETOS Y REFUERZO				
2,1	CONCRETO DE 3000 PSI PARA MURO DE CONTENCION Y PILOTES	M3	153,00	\$ 547.743,00	\$ 83.804.679,00
2,2	ACERO DE REFUERZO PDR 60	KG	14.211,00	\$ 4.142,00	\$ 58.861.962,00
	Subtotal				\$ 142.666.641,00
	TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 155.551.621,00

Tabla 3. Presupuesto para ítems adicionales.

Según la página www.datos.gov.co, los precios unitarios del año 2017, para los ítems de la tabla son los siguientes:

- Acero de Refuerzo grado 60, incluye figurado, amarre e instalación \$3.860/Kg
- Concreto de 3000 Psi \$512.442/m³
- Excavación manual en material común \$17.862/m³
- Relleno y compactación en receo para edificaciones \$49.903/m³

Haciendo la comparación entre los precios unitarios de la página y los precios de la propuesta, se observa que la diferencia entre ellos no es significativa.

Más adelante se muestran las tablas con las cantidades reales ejecutadas para cada uno de los ítems descritos.

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	V/UNITARIO	V/TOTAL
1,0	EXCAVACIONES Y RELLENOS				
1,1	EXCAVACIONES VARIAS EN MATERIAL COMUN SECO A MANO (INCLUYE RETIRO DE SABRANTES A UNA DISTANCIA MENOR A 5 KM)	M3	363,00		
	Excavacion para zona de muro de contencion		57,6	3	2
	Excavacion para diente muro de contencion		57,6	0,3	1
1,2	SUMINISTRO Y COLOCACION DE RECEO COMPACTADO PARA RELLENO DE MURO	M3	41,6	3	2,5

Tabla 4. Cantidades para excavaciones y relleno.

La cantidad real excavada está muy por encima de la cantidad contemplada en la propuesta, lo que inicialmente provoca un sobre costo. En obra, las excavaciones se



realizaron de forma mecánica y no manual, minimizando el valor unitario de la actividad y eliminando el sobre costo inicialmente presentado.

La cantidad real suministrada de relleno es de 312 m³ y la cantidad contratada es de 154 m³ presentando un sobre costo correspondiente al doble del presupuesto para ese ítem. En obra, el relleno se realizó con material de sitio y no con recebo, minimizando de gran manera los costos de la actividad.

2,0	CONCRETOS						
2,1	CONCRETO DE 3000 PSI PARA MURO DE CONTENCION Y PILOTES	M3	Longitud (m)	Ancho (m)	Espesor(m)	Cantidad elementos	144,10
	Pilotes		3,1416	0,5	2	16	25,13
	Dentellón Etapa 1		10,4	1	0,3	1	3,12
	Zarpa Etapa 1		10,4	2,2	0,4	1	9,15
	Cuerpo Etapa 1		10,4	3	0,3	1	9,36
	Dentellón Etapa 2		10,4	1	0,3	1	3,12
	Zarpa Etapa 2		10,4	2,2	0,4	1	9,15
	Cuerpo Etapa 2		10,4	3	0,3	1	9,36
	Dentellón Etapa 3		10,4	1	0,3	1	3,12
	Zarpa Etapa 3		10,4	2,2	0,4	1	9,15
	Cuerpo Etapa 3		10,4	3	0,3	1	9,36
	Dentellón Etapa 4		10,5	1	0,3	1	3,15
	Zarpa Etapa 4		10,5	2,2	0,4	1	9,24
	Cuerpo Etapa 4		10,5	3	0,3	1	9,45
	Dentellón Etapa 5		8	1	0,3	1	2,40
	Zarpa Etapa 5		8	2,2	0,4	1	7,04
	Cuerpo Etapa 5		8	3	0,3	1	7,20
	Dentellón Etapa 6		7,5	1	0,3	1	2,25
	Zarpa Etapa 6		7,5	2,2	0,4	1	6,60
	Cuerpo Etapa 6		7,5	3	0,3	1	6,75

Tabla 5. Cantidades de concreto para pilotes y muro de contención.

La cantidad de concreto ejecutada no difiere mucho con respecto a la cantidad contratada, por otra parte la dosificación utilizada en obra tiene una relación directa con el costo del m³ de concreto, ya que un concreto de mayor resistencia es más costoso que uno de menor resistencia. La construcción de las estructuras en concreto contó con la resistencia requerida de 3000 Psi, por lo tanto no se alteraron los costos de los precios unitarios.



3,0	ACERO DE REFUERZO PDR 60	Kg						13.934,80
3,1	ACERO PARA MURO							
	No. REFUERZO	DIAMETRO "	LONGITUD	@ / mL	No. VAR	LON TOTAL	Kg/mL	Kg TOTAL
	P1	3/8	3,474	0,3	189	656,586	0,56	367,69
	P2	3/8	56,6	0,2	15	849	0,56	475,44
	P3	5/8	3,474	0,15	378	1313,172	1,56	2.048,55
	P4	3/8	56,6		16	905,6	0,56	507,14
	P5	1/2	56,6		2	113,2	1	113,20
	P6	1/2	2,46	0,15	378	929,88	1	929,88
	P7	3/8	56,6	0,15	15	849	0,56	475,44
	P8	1/2	2,46	0,15	378	929,88	1	929,88
	P9	3/8	56,6	0,15	15	849	0,56	475,44
	P10	5/8	3,37	0,12	472	1590,64	1,56	2.481,40
	P11	5/8	56,6		8	452,8	1,56	706,37
	P12	3/8	1	0,3	189	189	0,56	105,84
	P13	5/8	1,486	0,15	378	561,708	1,56	876,26
3,2	ACERO PARA PILOTES							
		DIAMETRO "	LONGITUD	No. ELEMENTOS	No. VAR	LON TOTAL	Kg/mL	Kg TOTAL
	Refuerzo Principal	7/8"	2,55	16	20	816	3,042	2.482,27
	Flejes	1/2"	3	16	20	960	1	960,00

Tabla 6. Cantidades de acero de refuerzo para Muro y Pilotes.

La tabla anterior, al igual que la tabla de cantidades de concreto, muestra unas cantidades ejecutadas por debajo de las contratadas. En este caso, se presenta un problema desde el punto de vista estructural, ya que se deduce que las estructuras no fueron construidas conforme a los planos de diseño.

Por otra parte, el hecho de que las cantidades contratadas estén contenidas una dentro de la otra, y no se encuentren detalladas de forma independiente, también representa un problema porque no se sabe cuál es la cantidad ejecutada que está por debajo de la contratada.

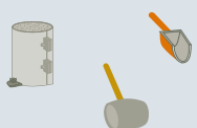


5.1.4 ENSAYOS DE CALIDAD AL CONCRETO Y RESULTADOS.

En obra, para cada elemento estructural en general, se tomaban las muestras de concreto debidamente referenciadas con fecha de elaboración de los especímenes de prueba, dimensiones de los cilindros, cantidad de aditivo dosificado y dosificación utilizada en la mezcla, con el fin de llevar un orden y un control sobre las muestras y su resultado después del ensayo. El único ensayo de calidad realizado al concreto estructural utilizado en obra, fue el ensayo de resistencia a la compresión. A continuación se presenta un esquema representativo de la correcta elaboración de los cilindros de prueba, su curado y su transporte desde la obra hasta el laboratorio.

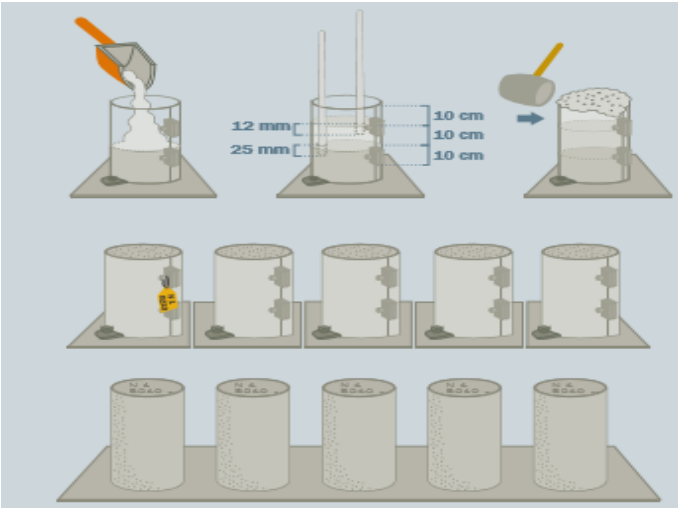
EQUIPO

- Moldes de cilindros
- Cucharón
- Martillo de caucho (peso entre 400 a 800 g)



ELABORACIÓN DE LOS CILINDROS

1. Antes de colocar el concreto en los moldes impregne su interior con un material que evite que el concreto se adhiera a la superficie del molde.
2. Llene los moldes con el cucharón en serie en tres capas de igual altura. Con el extremo redondeado de la varilla, apisonone cada capa con 25 golpes distribuidos uniformemente. Para cilindros con altura de 200 mm la varilla debe penetrar 25 mm en la capa inmediatamente inferior y para cilindros con altura de 150 mm la varilla debe penetrar 12 mm. Después de compactar cada capa golpee suavemente de 10 a 15 veces el borde del molde con el martillo de caucho.
3. Enrase los cilindros con la varilla compactadora, la llana de madera o el palustre.
4. Identifique los cilindros sin escribir sobre ellos. Una vez desmoldados márkelos con pintura, crayola o un marcador de tinta permanente.

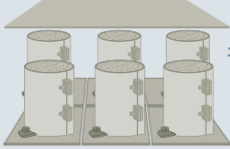


TRANSPORTE DE LOS ESPECÍMENES DE CONCRETO AL LABORATORIO

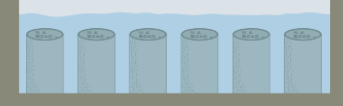
- Antes de transportar, cure y proteja los especímenes de concreto. Durante el transporte, proteja los especímenes con un material adecuado de amortiguación para evitar daño por sacudidas.
- Evite la pérdida de humedad durante el transporte envolviendo los especímenes en plástico o rodeándolos de arena húmeda o aserrín húmedo.
- No se sienten sobre las muestras de concreto ni las manipule en estado fresco.
- Los especímenes prismáticos se transportan en una posición horizontal evitando cualquier tipo de golpes o vibraciones.
- El tiempo de transporte no debe exceder las 4 h.

CURADO

Los cilindros recién elaborados deben permanecer en reposo en un sitio cubierto y protegidos de cualquier golpe; además los cilindros se deben proteger de la evaporación y la pérdida de humedad (cúbralos con una lámina o platina no absorbente). Desmolde los cilindros dentro de las 24 h ± 8 h y almacénelos en un ambiente húmedo con agua libre sobre la superficie de estos, a una temperatura de 23 °C ± 2 °C.



16 °C a 27 °C.



Agua Saturada con Cal
3g de Cal Hidratada/ 1 litro de agua
temperatura de 23 °C ± 2 °C.

*Ilustración 39.
 Elaboración de cilindros
 Ensayo de resistencia a compresión*



A la mitad de cada fundición de elementos estructurales se tomaba una cantidad de concreto para la elaboración de los cilindros que se iban a probar. Se elaboraban 4 cilindros que eran cubiertos con bolsas de cemento para que no se diera una perdida grande de humedad de las muestras por las altas temperaturas. Al día siguiente eran desencofrados con cuidado de no golpearlos o dañar sus filos y se colocaban a curar dentro de un tambor de agua hasta que eran llevados al laboratorio. A los 7 días de edad de la muestra se probaban dos cilindros obteniendo un indicativo de la resistencia a los 28 días.

Cuando la mezcla contenía aditivo acelerante, comúnmente utilizado en obra para la fundición de vigas aéreas o fundición de graderías, que requería un desencofrado rápido debido a la limitación de tiempo, los cilindros eran probados a los 7 y a los 14 días de edad, esperando que a los 14 días, el concreto alcanzara como mínimo un 90% de su resistencia.

A continuación se muestran los resultados del ensayo de resistencia a compresión.

	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

PROYECTO : CONSTRUCCION CENTRO DE INTEGRACION CIUDADANA, MUNICIPIO TABLON DE GOMEZ - NARIÑO FECHA: miércoles, 18 de octubre de 2017
SOLICITA : ING. JAIME PORTILLA

CILINDRO No.	REFERENCIA	FECHA TOMA	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIAMETRO CM	AREA cm2	CARGA EN Kg	RESIST. kg/cm2	RESIST. PSI	RESISTENCIA DE DISEÑO PSI	% DE CUMPLIMIENTO
1	ZARPA MURO DE CONTENCIÓN	12-sep-17	14-oct-17	32	10	78,6	16580	211,0	3001	3000	100
2		12-sep-17	14-oct-17	32	10	78,6	16730	212,9	3028	3000	101
3	CUERPO MURO	14-sep-17	14-oct-17	30	10	78,6	17040	216,9	3084	3000	103
4		14-sep-17	14-oct-17	30	10	78,6	18110	230,5	3277	3000	109

CILINDRO No.	REFERENCIA	FECHA TOMA	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIAMETRO CM	AREA cm2	CARGA EN Kg	RESIST. kg/cm2	RESIST. PSI	RESISTENCIA DE DISEÑO PSI	% DE CUMPLIMIENTO
5	ZAPATAS EJE 1	04-oct-17	01-nov-17	28	10	78,6	17420	221,7	3153	3000	105
6		04-oct-17	01-nov-17	28	10	78,6	17860	227,3	3232	3000	108
7	PILOTES EJE 1	04-oct-17	01-nov-17	28	10	78,6	17980	228,8	3254	3000	108
8		04-oct-17	01-nov-17	28	10	78,6	18080	230,1	3272	3000	109
9	SECCION 2 CUERPO MURO	06-oct-17	03-nov-17	28	10	78,6	16870	214,7	3053	3000	102
10		06-oct-17	03-nov-17	28	10	78,6	17320	220,4	3134	3000	104
11		06-oct-17	03-nov-17	28	10	78,6	18210	231,8	3296	3000	110
12		06-oct-17	03-nov-17	28	10	78,6	18340	233,4	3319	3000	111
13	SECCION 1 DIENTE MURO	14-oct-17	04-nov-17	21	10	78,6	14240	181,2	2577	3000	86
14		14-oct-17	04-nov-17	21	10	78,6	15730	200,2	2847	3000	95
15		14-oct-17	11-nov-17	28	10	78,6	17960	228,6	3250	3000	108
16		14-oct-17	11-nov-17	28	10	78,6	18140	230,9	3283	3000	109
17	SECCION 1 CUERPO MURO	29-oct-17	05-nov-17	7	10	78,6	12540	159,6	2269	3000	76
18		29-oct-17	05-nov-17	7	10	78,6	13040	166,0	2360	3000	79
19		29-oct-17	12-nov-17	14	10	78,6	15250	194,1	2760	3000	92
20		29-oct-17	26-nov-17	28	10	78,6	18000	229,1	3258	3000	109



CILINDRO No.	REFERENCIA	FECHA TOMA	FECHA ENSAYO	EDAD DIAS	DIAMETRO CM	AREA cm ²	CARGA EN Kg	RESIST. kg/Cm ²	RESIST. PSI	RESISTENCIA DE DISEÑO PSI	% DE CUMPLIMIENTO
21	SECCION 3 ZARPA MURO	12-oct-17	20-nov-17	39	10	78,6	17900	227,8	3239	3000	108
22		12-oct-17	20-nov-17	39	10	78,6	18070	230,0	3270	3000	109
23		12-oct-17	20-nov-17	39	10	78,6	19290	245,5	3491	3000	116
24	EJE H CUERPO MURO REMATE	14-oct-17	20-nov-17	37	10	78,6	16500	210,0	2986	3000	100
25		14-oct-17	20-nov-17	37	10	78,6	16940	215,6	3066	3000	102
26		14-oct-17	20-nov-17	37	10	78,6	17340	220,7	3138	3000	105
27	SECCION 2 CUERPO MURO	17-oct-17	20-nov-17	34	10	78,6	16590	211,1	3002	3000	100
28		17-oct-17	20-nov-17	34	10	78,6	16610	211,4	3006	3000	100
29		17-oct-17	20-nov-17	34	10	78,6	16890	215,0	3057	3000	102
30	SECCION 4 ZARPA MURO	19-oct-17	20-nov-17	32	10	78,6	16950	215,7	3068	3000	102
31		19-oct-17	20-nov-17	32	10	78,6	17540	223,2	3174	3000	106
32		19-oct-17	20-nov-17	32	10	78,6	17600	224,0	3185	3000	106
33	VIGA 1 CIMENTACION	21-oct-17	20-nov-17	30	10	78,6	18890	240,4	3419	3000	114
34		21-oct-17	20-nov-17	30	10	78,6	19540	248,7	3536	3000	118
35		21-oct-17	20-nov-17	30	10	78,6	21020	267,5	3804	3000	127

ELABORÓ: INGENIERO ALEXSANDER GOMEZ CH.

Tabla 7. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de cilindros.

Los cilindros ensayados a los 7 días de edad, tienden a alcanzar una resistencia a la compresión del 70% de la resistencia requerida, lo que permite deducir que se logrará alcanzar la resistencia requerida a los 28 días de edad. Mientras que los cilindros que fueron probados después de los 28 días de edad, lograron alcanzar e incluso superar la resistencia de diseño.

Lo anterior implica que las estructuras hechas en concreto, cumplen con el requisito de calidad de resistencia a la compresión.

Un ensayo de calidad del concreto muy importante que no se realizó en obra, porque no fue exigido por parte de la supervisión, es el ensayo de asentamiento o Slump, ya que permite determinar la consistencia o fluidez de la mezcla y es muy útil para detectar variaciones en la uniformidad de la mezcla de proporciones determinadas.

A continuación se presenta una tabla donde se muestran asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción y sistemas de colocación.



Consistencia	Asentamiento (mm)	Ejemplo de tipo de construcción	Sistema de colocación
Muy seca	0-20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantallas de cimentación.	Con vibradores de formaleta; concretos de proyección neumática (lanzados).
Seca	20-35	Pavimentos.	Pavimentadoras con terminadora vibratoria.
Semi-seca	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple. Losas poco reforzadas.	Colocación con máquinas operadas manualmente.
Media (plástica)	50-100	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.	Colocación manual.
Húmeda	100-150	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo.
Muy Húmeda	150-200	Elementos esbeltos, pilotes fundidos "in situ".	Tubo embudo tremie.
Super Fluida	Más de 200	Elementos muy esbeltos.	Autonivelante, autocompactante.

Tabla 8. Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción. [4]

La tabla anterior sirve como referencia al momento de realizar el ensayo de asentamiento en obra, según el tipo de construcción a realizar.



6. CONCLUSIONES

- Los proyectos tipo son soluciones estándar de alta calidad para que las entidades territoriales, como en este caso el municipio de El Tablón de Gómez, que requieran atender una problemática específica lo implementen de manera ágil y eficiente para solucionarla.
- La falta de mano de obra calificada, el corto tiempo de ejecución otorgado por el Ministerio del interior y el mal tiempo, fueron las causas principales para que no se pueda cumplir con los tiempos estipulados, lo que conllevó a solicitar dos prórrogas, dando finalización al proyecto el 20 de enero de 2018.
- Los precios unitarios ejecutados en los ítems adicionales del contrato, estuvieron por debajo de los precios unitarios contratados, siendo esto nocivo para la calidad de la obra, ya que se deduce que la ejecución no se realizó conforme a los planos de diseño.
- A pesar de que no se realizaron ensayos de calidad a los agregados pétreos, todos los elementos estructurales de concreto cumplieron con la resistencia mínima requerida de 3000 Psi.
- Tener bien fundamentado el proceso constructivo, conocer y hacer cumplir las especificaciones del proyecto y tener ética y responsabilidad al momento de la ejecución, son los pilares para realizar un buen proyecto, tanto en calidad, servicio y cumplimiento de los tiempos estipulados.



7. BIBLIOGRAFIA

- [1]. http://viva.org.co/PDT_para_la_Construccion_de_Paz/Proyectos_tipo_SGR-DNP/POLIDEPORTIVO%2019062015.pdf
- [2]. http://www.academia.edu/11837084/Control_calidad_del_concreto_en_obra
- [3]. http://www.fonade.gov.co/Contratos/Documentos/2375__20101221064752Especificaciones%20t%C3%A9cnicas%20SAM%20044-2010.pdf
- [4]. <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/geanrilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%202%20de%202010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%2020PDF%20ver.%20%202009/Cap.%2004%20-%20Manejabilidad.pdf>