

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



AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA EJECUCIÓN DE UN ESCENARIO  
POLIDEPORTIVO, MUNICIPIO DE JAMBALÓ – CAUCA, EN EL CONSORCIO  
POLIDEPORTIVO ZUMBICO

ING. FREDY JARAMILLO OTERO  
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

BRAYAN DANIEL ARTEAGA RIVERA  
Código: 100413010653

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
POPAYÁN - CAUCA  
2019

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



BRAYAN DANIEL ARTEAGA RIVERA  
Código: 100413010653

PRESENTADO A:  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
POPAYÁN CAUCA  
2019

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
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 línea tiempo-costos de la obra.....	17
5.1.2. Control de calidad a los agregados pétreos .....	33
5.1.3. Seguimiento y control a los precios unitarios .....	36
5.1.4. Ensayos de calidad al concreto y resultados .....	39
6. CONCLUSIONES .....	44
7. BIBLIOGRAFIA .....	45

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios para la implementación del proyecto.....	13
Tabla 2. Resumen del porcentaje de avance de obra.....	32
Tabla 3. Cronograma entregado por la entidad contratante .....	32
Tabla 4. Presupuesto para ítems representativos .....	36
Tabla 5. Cantidades de concreto.....	37
Tabla 6. Cantidades de acero de refuerzo para muro y pilotes.....	37
Tabla 7. Resultados de ensayo de resistencia a la compresión de cilindros .....	41
Tabla 8. Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción.....	43

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Detalle de estructura metálica para cubierta.....	9
Figura 2. Ampliación de estructura metálica para cubierta .....	10
Figura 3. Diseño en planta.....	11
Figura 4. Detalle de Fachada frontal.....	12
Figura 5. Detalle platina de fijación pedestal pórtico .....	12
Figura 6. Proceso Constructivo, construcción y dotación de una placa polideportiva .....	15
Figura 7. Localización Jambaló - Cauca. ....	17
Figura 8. Inicio de obra.....	18
Figura 9. Planta de ejes de cimentación del proyecto.....	19
Figura 10. Localización y replanteamiento del proyecto.....	20
Figura 11. Armado de acero para zarpa y encofrado para fundición.....	21
Figura 12. Corte y figurado de acero de refuerzo .....	22
Figura 13. Fundición elementos estructurales.....	23
Figura 14. Encofrado y fundición de pedestales .....	24
Figura 15. Suministro de estructura metálica .....	25
Figura 16. Columnas de celosía sobre pedestales.....	26
Figura 17. Unión y limpieza de cerchas.....	27
Figura 18. Montaje de cerchas. ....	28
Figura 19. Instalación de correas metálicas .....	28
Figura 20. Terreno en malas condiciones .....	29
Figura 21. Fundición de placa de concreto.....	29
Figura 22. Polideportivo terminado. ....	30
Figura 23. Polideportivo terminado.....	31
Figura 24. Agregado grueso en obra .....	34
Figura 25. Elaboración de cilindros, ensayo de resistencia a compresión .....	39

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de la civilización donde el ingenio del ser humano juega un papel importante que abarca un sin número de problemas, por ello la ingeniería se ha dividido en diversas ramas, entre ellas y de gran importancia está la ingeniería civil, la cual se encarga de buscar soluciones para campos de acción como la hidráulica, geotecnia, estructuras, vías y transporte.

Para toda sociedad es fundamental un avance social, cultural y tecnológico que encamine hacia una evolución, en algunos municipios de Colombia y más específicamente en Jambaló no se cuenta con espacios disponibles para la práctica de deportes y actividades al aire libre, por lo tanto se busca el desarrollo de una infraestructura, que permita establecer un cambio y evolución en la comunidad, de igual manera se busca aplicar los conocimientos de la ingeniería frente a esta problemática.

Sobre la base anteriormente expuesta se desarrolló la pasantía en Jambaló- Cauca, en el CONSORCIO POLIDEPORTIVO ZUMBICO, que tiene como objetivo construir un escenario deportivo, enfocándose en áreas de estudios de procedimientos constructivos como fundaciones, construcción de placa de concreto, construcción e instalación de estructuras metálicas, ensayos de calidad del concreto, etc., además, con este proyecto, se presenta la oportunidad de conocer los procesos desarrollados en el área administrativa, teórica y técnica que refuerzan los conocimientos adquiridos teóricamente en la universidad del Cauca.

Mediante este trabajo práctico, el cual fue autorizado por la Facultad de Ingeniería Civil, a fin de obtener el título de ingeniero civil (autorización que se otorgó por intermedio del Consejo de Facultad mediante la resolución N° 820 del 2014), se pretende adquirir experiencia en este tipo de obras, ya que permite abrir puertas para futuras experiencias laborales que tengan que ver con este campo de aplicación.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Participar como auxiliar de ingeniería, en el proceso constructivo de un escenario polideportivo, municipio de Jambaló, Cauca.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Llevar a cabo la supervisión del proyecto en la programación y control de obra.
- Hacer parte de la supervisión en la parte constructiva en actividades de movimiento de tierras, fundaciones, estructura y adecuación general.
- 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.
- Realizar un seguimiento de la línea base tiempo y costo de la obra.

### **3. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

La pasantía se realizará haciendo parte del equipo del consorcio Polideportivo Zumbico, encargado de la ejecución de la construcción del escenario polideportivo, en el municipio de Jambaló – Cauca.

Un polideportivo es un escenario donde se desarrollan programas de convivencia social, deportiva, recreativa, pedagógica y cultural para la integración social de las comunidades con el fin de brindar mayor utilidad al tiempo libre de niños, jóvenes y adultos. Sin embargo, muchos de los municipios de Colombia entre ellos Jambaló, carecen de una infraestructura física apropiada para la práctica de actividades al aire libre y más en la práctica de deportes.

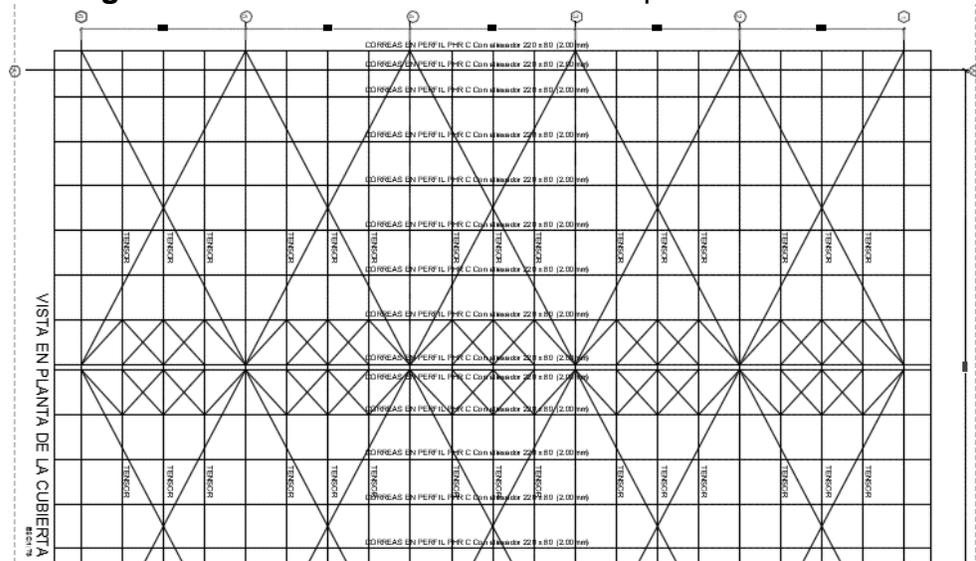
La falta de establecimientos deportivos hace que los habitantes desarrollen prácticas en áreas inapropiadas o provisionales, es decir en terrenos que no cumplen las condiciones mínimas para el desarrollo de actividades deportivas, se ha encontrado en muchas ocasiones establecimientos de campos deportivos o de reunión sobre las vías de tránsito vehicular, esto va en perjuicio de la seguridad y salud humana; también se evidencia una falta de cultura hacia el deporte en la comunidad, razón por la cual la población juvenil se encamina a otro tipo de prácticas como la delincuencia o la conformación de grupos subversivos que conllevan a hechos violentos y atraso sociocultural de la región.

Otra consecuencia importante es la poca inversión en este tipo de proyectos por parte de entidades administrativas de este municipio, las cuales no se han enfocado en la construcción de escenarios deportivos.

La problemática de este proyecto radica en la carencia de infraestructuras adecuadas y diseñadas para el desarrollo de algunas disciplinas como deportivas, actividades recreativas y socioculturales, por ello se planteó la construcción de un escenario polideportivo el cual deberá cumplir con la siguiente infraestructura para el cumplimiento del proyecto.

- **Cubierta:** está diseñada a dos aguas y conformada por una estructura metálica, teja, elementos estructurales y no estructurales necesarios para su correcto funcionamiento, la teja y la estructura para la cubierta tiene la capacidad portante para que una persona pueda hacer mantenimientos preventivos sobre ella y a su vez perdure en el tiempo.

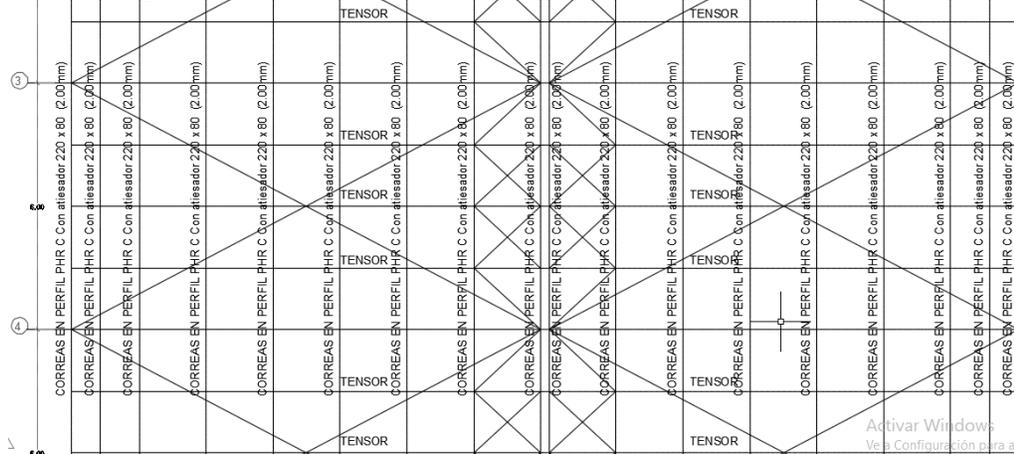
**Figura 1. Detalle de estructura metálica para cubierta**



**Fuente:** Contratista, alcaldía municipal de Jambaló.

En la figura 1 se muestra la distribución y especificaciones de los elementos de la estructura metálica sobre la cual descansa la teja de cubierta. A continuación en la figura 2 se muestra un “zoom” de la ilustración anterior donde se observan las especificaciones de los elementos.

**Figura 2. Ampliación de estructura metálica para cubierta**

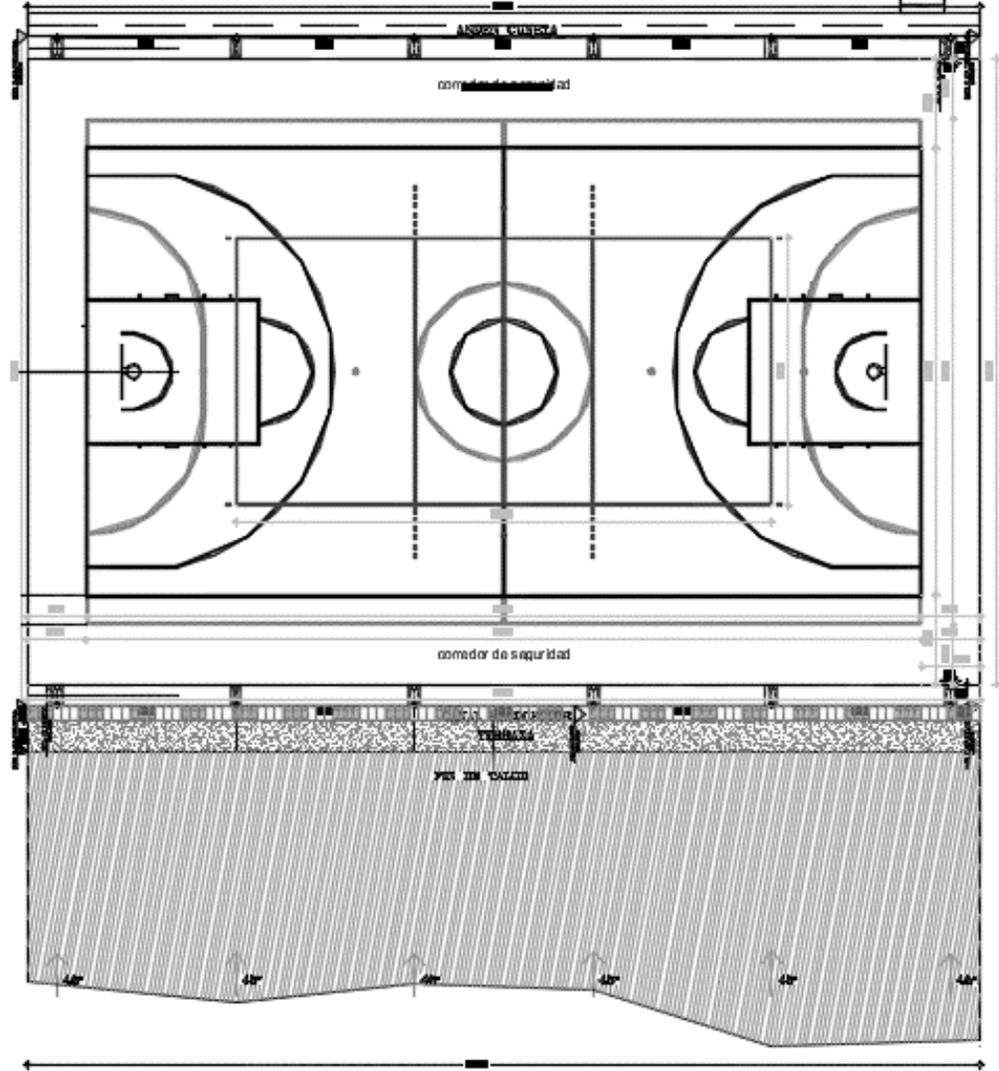


**Fuente:** Contratista, alcaldía municipal de Jambaló.

La figura 2 indica el tipo de correas utilizadas, las cuales son de dimensiones 220x80x2mm y los tensores utilizados son lisos de diámetro ½.

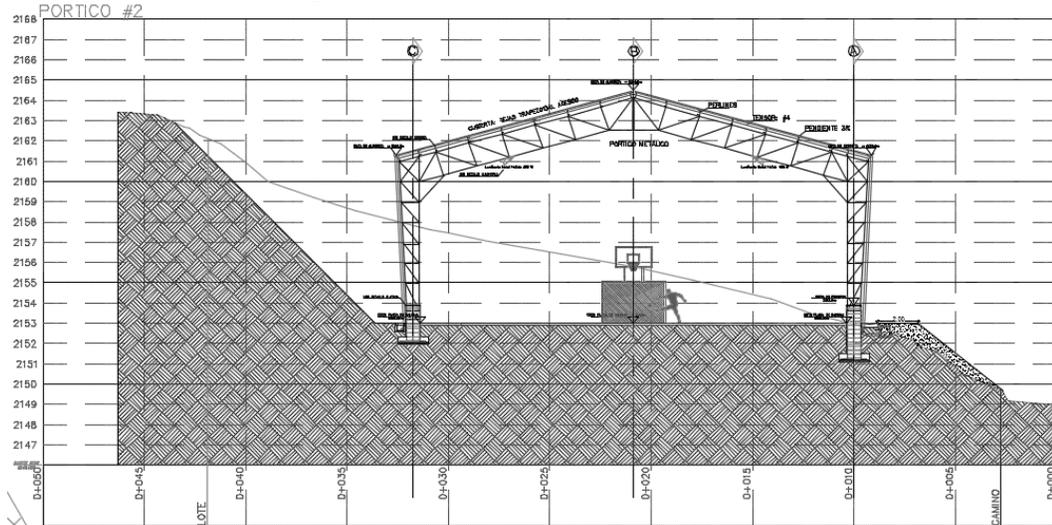
- **Placa multifuncional en concreto:** las dimensiones que debe tener la placa como mínimo es de 22.5 metros de ancho por 32 metros de longitud, para un área mínima de 720 m<sup>2</sup> y con un espesor de 10 cm, el diseño debe implantarse de tal manera que el acceso este de forma directa a la vía pública, se deberá tener en cuenta cunetas y andenes laterales para la evacuación de aguas lluvias.
- **Corte y diseño de talud:** puesto que las pendientes del terreno son demasiado altas se planeó hacer una excavación buscando un equilibrio entre el corte y el relleno para así conseguir un área plana para la construcción del polideportivo, el talud tendrá una altura aproximadamente de 10 metros y su Angulo de inclinación será de 45°.

Figura 3. Diseño en planta



Fuente: Contratista, alcaldía municipal de Jambaló.

**Figura 4. Detalle de Fachada frontal**

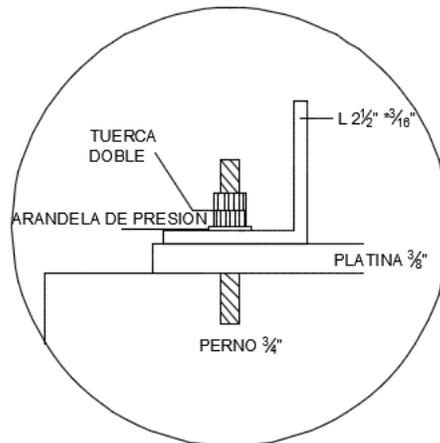


**Fuente:** Contratista, alcaldía municipal de Jambaló.

La figura 4 muestra la fachada frontal, la cual está conformada en su mayoría por una estructura metálica tipo cercha apolada en 12 pedestales de 0.75x0.35m.

En uno de sus laterales se observa el diseño de talud, el cual será un corte a 45° con una altura aproximada de 10 metros y con un tratamiento de impermeabilización natural.

**Figura 5. Detalle platina de fijación pedestal pórtico**



**Fuente:** Contratista, alcaldía municipal de Jambaló.

En la figura 5 se pueden observar las especificaciones platina utilizadas, el diámetro de los pernos, la dimensión de los pedestales a los cuales van anclados los pernos y las dimensiones de las platinas que sostienen el pórtico.

#### 4. MARCO TEÓRICO

Para realizar una correcta práctica en la ejecución de una obra civil es indispensable contar con amplios conocimientos en diversas áreas, debido a la importancia que se tiene al realizar el adecuado proceso constructivo, lo que implica que una obra debe garantizar que sea resistente, segura y preste buenas condiciones de servicio a la sociedad. Para la correcta construcción se debe estar informado de cada detalle del proyecto con el fin de tener un enfoque claro de acuerdo a cada una de las actividades a desarrollar y con ello obtener buenos resultados que permitan brindar una solución adecuada a los problemas o inconvenientes que se presentan en la obra.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y por ende evitar al máximo errores en la 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, los requerimientos mínimos para la presentación del proyecto se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Criterios para la implementación del proyecto.

ASPECTO	DESCRIPCIÓN	REQUISITO
Lote	Área mínima (m <sup>2</sup> ) para práctica deportiva	750
	Posesión del predio por parte de la entidad territorial (certificado de transición y libertad reciente o documento de sana posesión)	Unidad
	El uso proyectado para el predio debe estar permitido por POT-PBOT-EOT, vigente en el municipio.	Certificado expedido por la entidad encargada.
Oferta actual	Levantamiento de espacios para la práctica deportiva en el municipio o zona	Cuantificación de las áreas disponibles y localización
Orientación longitudinal de la placa deportiva cubierta	Angulo 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
Suelo	Tipo de suelo más desfavorable (NSR-10)*	E
	Rango de capacidad portante (T/m <sup>2</sup> )	S-20
	Identificación de la zona de amenaza sísmica (NSR-10)*	Alta-Media-Baja

**Fuente:** Grupo de estructuración de proyectos, Departamento Nacional de Planeación.

De acuerdo con la tabla 1, es necesario realizar estudios con el fin de determinar si la construcción cumple con dichos criterios. A continuación se nombran los estudios realizados para la obra:

- **Levantamiento Topográfico para la localización del predio:** consta en establecer la localización general de la obra, ubicar el predio destinado para la construcción, identificar el área ( $m^2$ ), la orientación longitudinal y linderos [3].
- **Estudio de Suelos:** es el conjunto de actividades que comprende la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería que se necesitan 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, con el fin de permitir la protección ante todo de la integridad de las personas ante cualquier fenómeno externo [3].

Debido al clima que presenta el municipio de Jambaló, se encontró que el terreno es un tipo de suelo arcilloso y naturalmente se presenta muy blando cuando se realizan excavaciones, por ello se deduce que la densidad del suelo no es muy alta y por ende su capacidad portante tampoco lo es. Además, 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.

Una vez se tenga certeza de que se cumple con los criterios mencionados anteriormente en la tabla 1, se continuará con el procedimiento constructivo del proyecto, es decir con el conjunto de fases, sucesivas o traslapadas en el tiempo, necesarias para materializar un proyecto de infraestructura, en este caso un polideportivo [3].

A continuación, se presenta un diagrama del proceso constructivo básico, el cual se ajusta de acuerdo a cada proyecto, es decir, se tendrán aspectos propios que significarán realizar otras actividades no planeadas, para el proyecto llevado a cabo se realizaron algunos ajustes debido a la dificultad del terreno, con ello surgió la necesidad de hacer un movimiento de tierras considerablemente alto complementándolo con la perfilación de un talud y la construcción de un relleno con el fin de cumplir con el área de construcción.

**Figura 6.** Proceso Constructivo, construcción y dotación de una placa polideportiva



**Fuente:** Grupo de estructuración de proyectos, (2018).

El movimiento de tierras es un proceso que requiere mayor dedicación y responsabilidad por parte del contratista y los trabajadores, por esta razón deben realizarse con las especificaciones requeridas. Cada una de las construcciones de concreto reforzado en la obra deben ser ejecutadas cumpliendo un control de calidad, es decir que se lleven a cabo un conjunto de operaciones y decisiones que se toman con el propósito de cumplir el objeto del contrato y comprobar el cumplimiento de los requisitos exigidos, para ello se deben verificar los procedimientos relacionados con las normas técnicas colombianas [1].

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 [1]. Un aspecto fundamental para que el concreto alcance su resistencia requerida es el curado, donde el contratista toma 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, por lo que se recomienda en columnas y muros verticales, mantener un riego constante preferentemente en forma de rocío para conservar la humedad y temperatura requerida por el fraguado, al utilizar este medio, se procurará que sea uniforme para evitar las grietas resultantes de la aplicación del riego en periodos intermitentes [5].

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 debe prolongarse durante siete días como mínimo. El interventor es quien autoriza el retiro de los materiales o membranas de protección, observando que las superficies no presenten grietas significativas a su criterio, caso en el cual ordena la demolición o reparación según el caso [5].

Toda obra en concreto que no cumpla con las especificaciones o presente hormigueros, huecos y cualquier otra imperfección, puede ser demolida o reparada a juicio del interventor dependiendo del tamaño del daño y de la importancia estructural del elemento. En caso de que el concreto haya sufrido daños o tenga hormigueros, es necesario hacer rellenos debido a depresiones, las superficies del concreto se deben picar hasta retirar totalmente el concreto imperfecto, y rellenar con un concreto o mortero de consistencia seca, hasta las líneas requeridas, todas las reparaciones deben efectuarse antes de 24 horas, contadas a partir del momento en que se retiren las formaletas, el picado de la superficie debe tener la profundidad suficiente para permitir buena adherencia del relleno [5].



**Figura 8. Inicio de obra**



**Fuente:** Elaboración propia.

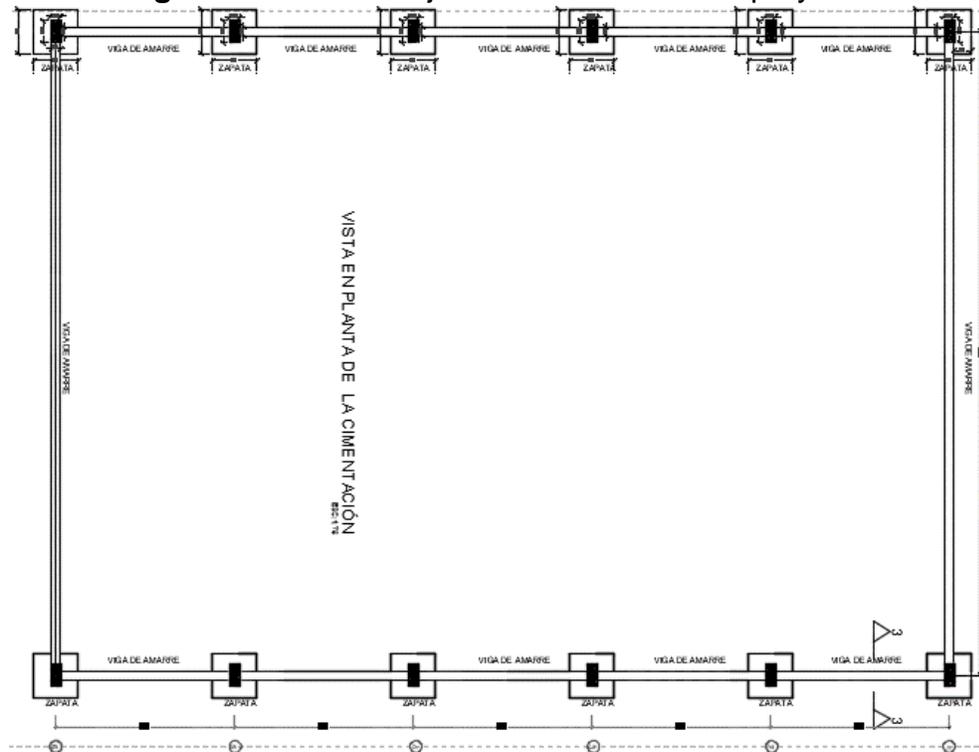
Teniendo en cuenta los resultados del equipo de estudio de suelos, se determinó que el movimiento de tierras debe ser desplazado 3 metros (decisión tomada por el equipo de trabajo del contratista de obra con supervisión de la interventoría), con el fin de evitar riesgos en la estructura construida del terreno aledaño, este cambio no genera costos adicionales a la obra, ya que anteriormente se tenía previsto construir un relleno, por lo cual se buscó la mejor opción para nivelar los costos de excavación entre el costo de construcción del relleno.

La práctica inició el 8 de Agosto del mismo año, haciendo uso de máquinas para el movimiento de tierras del terreno. El proceso constructivo planteado para la construcción de la cimentación se describe a continuación:

- ✓ Localización de la cimentación
- ✓ Excavación para la cimentación
- ✓ Fundición de solado de limpieza
- ✓ Armado de zapatas
- ✓ Armado de pedestales
- ✓ Fundición zapatas
- ✓ Armado de vigas de amarre
- ✓ Fundición de vigas de amarre
- ✓ Fundición de pedestales
- ✓ Relleno y compactación.

A continuación se presenta la figura 9 que corresponde a una vista en planta de los ejes del proyecto para facilitar las descripciones posteriores.

**Figura 9.** Planta de ejes de cimentación del proyecto



**Fuente:** Contratista, alcaldía municipal de Jambaló.

En la figura 9, se muestra la localización de las estructuras de cimentación representadas por ejes. Se observan 12 zapatas localizados en los ejes A y B, que van desde el eje 1 hasta el 6, adicional a esto se observa la construcción de una viga perimetral que une los elementos de cimentación entre sí.

En la figura 10 se observa el proceso constructivo, empezando por la localización, replanteamiento de los ejes principales y por el diseño de talud, se muestra como el pasante junto con el equipo topográfico realizan los cortes y nivelación del terreno, estos procesos son importantes para el proyecto ya que se tenía que hacer grandes movimientos de terreno, el pasante llevó un control del porcentaje de avance de obra y del valor del contrato, ejecutado quincenalmente.

**Figura 10.** Localización y replanteamiento del proyecto



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez se cumplió con el proceso de replanteamiento, se continuó con la excavación mecánica del terreno, para ello se utilizó una retroexcavadora en conjunto con una volqueta y un cilindro para compactar el relleno, el pasante chequeo que la remoción de tierra quedará al nivel que el equipo topográfico estableció y a su vez se encargó de verificar que el suelo se encontrara en buen

estado, es decir que no hayan fallas, grietas y/o niveles freáticos. En el nivel cero del piso se localizaron los ejes A y B del eje 1 al 6 y se inició la construcción de relleno para completar el área necesaria para el proyecto, luego se procedió a hacer la excavación manual de las estructuras de cimentación. La figura 11 muestra el proceso tanto de excavación como de relleno que fueron necesarios en el ítem de preliminares para así adecuar de manera óptima el terreno.

El pasante empezó por realizar las primeras planillas para contabilizar cuanto se avanzó en el proyecto después de los primeros 15 días de trabajo, se esperaba un porcentaje de avance superior al 18 % pero por condiciones climáticas e incumplimiento de la maquinaria, se obtuvo un porcentaje de avance del 12% y un valor ejecutado en obra aproximada de \$63.806.410, informe que se entregó al ingeniero contratista y al equipo de interventoría.

**Figura 11.** Armado de acero para zarpa y encofrado para fundición



**Fuente:** Elaboración propia.

El lote asignado para el proyecto al estar intervenido por la maquinaria no era el lugar apropiado para iniciar otro tipo de labores como el almacenamiento de acero o corte del mismo, por ello se adecuó un lote vecino, es decir se hizo un “cambuche” y una bodega que permitieron el almacenamiento del acero para después cortar y flejar, al mismo tiempo que se hacía el movimiento de tierras, por otra parte fue necesario contar con un personal de obra calificado para cubrir los otros frentes de obra, este factor fue clave para el buen rendimiento, pues por cuestiones climatológicas no se pudo avanzar como se tenía planeado en un principio.

**Figura 12.** Corte y figurado de acero de refuerzo



**Fuente:** Elaboración propia.

El pasante se encargó de recibir el acero, hacerlo descargar para ubicarlo, cortarlo y hacer la figuración del acero de refuerzo necesario para las estructuras de concreto del proyecto, se supervisó que el acero se cortará y se amarraran parrillas tanto para la placa como para las tapas del canal, luego de flejar las varillas y hacer los flejes a la medida correcta e indicada, se amarraron con alambre dulce para formar los castillos para los pedestales y viga de amarre como se puede observar en la figura 12. En cuanto a la excavación manual para las estructuras de cimentación se fundió el solado de limpieza.

Con ayuda de los puntos marcados por el topógrafo con estación total e hilos se ubicó los ejes de todos los pedestales dentro de la excavación, al ser tan pesados ya que estaban constituidos de refuerzo número 4 y número 6, se requirió la ayuda de una retroexcavadora para colocarlos en el sitio donde se iban a fundir.

Contando con un aumento de personal en obra, se logró trabajar en dos frentes de obra simultáneamente los cuales eran uno para la elaboración de formaleta y otro para la preparación he instalación de concreto. Debido a la forma de las estructuras de cimentación (zapatas y vigas) no hubo la necesidad de fabricar una formaleta para la fundición, por lo tanto con ayuda del primer frente se logró fundir estos elementos para continuar con el armado de los pedestales que se apoyaban sobre las zapatas. A pesar de que no se realizaron ensayos de laboratorio a los agregados pétreos, el pasante ubicó dichos materiales en una zona donde no se viera afectado la calidad de los mismos y también se verificó que no haya sobre tamaño y que la arena se encuentre limpia y en buenas condiciones es decir evitar que se contamine con material orgánico. En la figura 13 se muestra el detalle de la fundición de zapatas y viga de cimentación. El pasante supervisó que la mezcla se hiciera con la respectiva dosificación.

**Figura 13.** Fundición elementos estructurales



**Fuente:** Elaboración propia.

El encofrado de una columna o pedestal 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. En la siguiente imagen se observa el método empleado para la fundición de los pedestales, la mezcla se vertía dentro de la formaleta y se hizo uso de un vibrador de construcción el pasante colaboró en este proceso para que se cumplieran las especificaciones del concreto solicitado y para que más adelante no se tengan inconvenientes como fisuras o malos recubrimientos. Una vez finalizada la fundición de todos los pedestales, se inició con la construcción del relleno y la compactación de las excavaciones realizadas en esta zona hasta llegar al nivel requerido.

**Figura 14.** Encofrado y fundición de pedestales



**Fuente:** Elaboración propia.

En el frente de trabajo para fundición, las indicaciones del maestro de obra, del practicante e ingenieros fueron de ayuda para que cinco obreros cumplan con la actividad de armar la formaleta para los pedestales del eje A y B. Finalmente la cuarta semana concluyó con el armado del acero y fundición de algunos elementos estructurales se vio reflejado un avance acumulado de obra del 20% y un valor ejecutado de \$106.344.017, esperando un avance de al menos el 25%.

Debido a que en la sexta semana se requería personal para el descargue de estructura metálica que fue trabajada en la ciudad de Popayán (ver figura 15), se contrató personal en obra para realizar esta función, la construcción de cerchas tuvo las respectivas visitas de chequeo y aprobación por parte de la interventoría. De esta manera se observó un avance significativo en la construcción ya que hasta el momento no se había contado con la estructura metálica en obra, en esta semana

se realizaron las actividades correspondientes para que el avance de la estructura metálica este puesta en obra y llegue a un 50% lo que implicó también un mayor avance.

La inclusión de personal a la obra se reflejó en el porcentaje de avance, el cual aumentó en un 25% con un valor ejecutado de \$132.930.021, sin embargo, la situación se encontraba muy crítica porque el contratista tomó la decisión de contratar personal calificado y con experiencia para afrontar lo siguiente. Hasta el momento se esperaba un avance del 34%.

El nuevo personal fue contratado por obra, para cumplir con la tarea de terminar los trabajos de enlucimiento y de estructuras hidráulicas que no afectaban directamente a la instalación de las cerchas y demás elementos estructurales. Esto representaba una ventaja pues se crearon más grupos de trabajo que ayudaron a cubrir actividades en la obra, como en la zona del talud que se fundió el canal recolector y la placa de ancho igual a un metro, la cual recogería las aguas de escorrentía de este talud.

En la siguiente figura se muestran fotos tomadas en el taller antes de llevar las cerchas a la obra, el pasante supervisó que las cerchas cumplan con los cortes establecidos y su posterior soldadura, además de recibirla e instalarla en la bodega.

**Figura 15.** Suministro de estructura metálica



**Fuente:** Elaboración propia.

El montaje de la estructura metálica comenzó ocho días después de finalizada la fundición de todos los pedestales, puesto que como primer actividad se tenía el anclaje de las columnas de celosía a las platinas de los pedestales. 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 figura muestra las columnas de celosía ancladas sobre los pedestales, listas para conformar los pórticos metálicos.

**Figura 16.** Columnas de celosía sobre pedestales



**Fuente:** Elaboración propia.

El pasante estaba encargado de cuidar y supervisar la seguridad de los trabajadores pues para hacer la instalación de las cerchas y placas los trabajadores corrían ciertos riesgos, además de estar pendiente de que la estructura quedará correctamente empotrada y soldada a la estructura de concreto. Un problema presentado en obra que retrasó el trabajo, fue la unión de las 6 cerchas que soportaban la cubierta, ya que cada una de estas estaba fraccionada en 2 partes. Después del montaje de las columnas de celosía, el personal de la estructura metálica se dedicó exclusivamente a volver a soldar cada una de las 4 partes de las cerchas y a unirlos para ser izadas, pero este trabajo se complicó debido al peligro que representaba la lluvia al momento de soldar, con el fin de solucionar el inconveniente, el pasante sugirió armar campamentos en obra para no limitar el trabajo en la estructura metálica y así evitar más retrasos en el proyecto.

**Figura 17.** Unión y limpieza de cerchas



**Fuente:** Elaboración propia.

Antes de pintar y montar las cerchas, era necesario limpiarlas, como se muestra en la figura 17, con el propósito de quitar el óxido y que la pintura se adhiriera con mayor facilidad.

A medida que se iban uniendo las cerchas, fueron organizadas en 2 grupos de 3, una encima de otra, para facilitar el trabajo de la grúa al levantarlas, estas se pintaron solamente por la cara que daba hacia arriba.

**Figura 18.** Montaje de cerchas.



**Fuente:** Elaboración propia.

Finalmente se logró soldar todas las correas metálicas encima de las cerchas hasta el 03 de octubre de 2018, el pasante realizó el informe donde reportó un avance al finalizar con la instalación de la estructura metálica el cual llegó hasta el 56% y un valor ejecutado de \$297.763.248. Hasta el momento se esperaba un avance del 64%.

**Figura 19.** Instalación de correas metálicas



**Fuente:** Elaboración propia.

Uno de los inconvenientes que influyó en el retraso de la obra fue el clima, en el mes de octubre se presentaron lluvias, por ende el terreno se ablandó y el paso de volquetas cargadas de material lo deformaba. Esto representaba un problema al momento de construir la placa, por ello se buscó una solución, se decidió usar la pajarita para desalojar todo el barro y raspar el terreno para que se secase. Una vez el terreno firme y seco, se niveló con recebo para encofrar los carriles y continuar con la fundición y compactación.

**Figura 20.** Terreno en malas condiciones



**Fuente:** Elaboración propia.

Al momento de realizar la fundición se debe tener precaución con el acero de refuerzo, levanta unos 4 o 5 cm del suelo para que este realice su trabajo, además al ser masas de concreto relativamente grandes, se corre un mayor riesgo, ocasionando que el concreto se fisure, por ello el pasante recomendó que la mezcla tenga una consistencia seca al momento de fundir. Hasta el 15 de octubre, se logró fundir el 80% del total de la placa.

**Figura 21.** Fundición de placa de concreto.



**Fuente:** Elaboración propia.

Luego de terminar de fundir la totalidad de la placa dentro de la quincena seis, se da finalización a los ítems más representativos de este proyecto y a continuación se realizan los de menor relevancia como son instalaciones eléctricas, sanitarias y el enlucimiento.

Se desencofró las estructuras de concreto faltantes en los accesos, para continuar con las instalaciones eléctricas, de los canales y bajantes y por último de la cubierta y el caballete el pasante colaboro en este proceso de instalación. Al finalizar el tiempo contractual del proyecto, se alcanzó un avance del 94% y un valor ejecutado de \$499.816.880, aún no se había finalizado por completo, por tanto se otorgó al contratista un tiempo no mayor a una semana para la terminación y entrega del proyecto.

**Figura 22.** Polideportivo terminado.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 23.** Polideportivo terminado



**Fuente:** Elaboración propia.

En términos generales, el proyecto no cumplió con los tiempos establecidos, esto se debe a varios factores que influyeron en el incumplimiento como son la carencia de mano de obra calificada y el clima de la región, a pesar de que no se logró construir dentro de los 4 meses de ejecución, se logró hacer buenos rendimientos dentro de lo posible, con el fin de cumplir con el proyecto. En la siguiente tabla se resume el avance de obra a lo largo de la ejecución, la tabla muestra un retraso aproximado del 4% de la ejecución en relación al tiempo contractual.

**Tabla 2. Resumen del porcentaje de avance de obra**

FECHA	QUINCENA	%AVANCE REAL	%AVANCE ESPERADO	PRESUPUESTO EJECUTADO%
6/08/2018	20/08/2018	1	12%	\$ 63,806,410
20/08/2018	3/09/2018	2	20%	\$ 106,344,017
3/09/2018	17/09/2018	3	25%	\$ 132,930,021
17/09/2018	1/10/2018	4	56%	\$ 297,763,248
1/10/2018	15/10/2018	5	65%	\$ 345,618,055
15/10/2018	29/10/2018	6	75%	\$ 398,790,064
29/10/2018	12/11/2018	7	85%	\$ 451,962,072
12/11/2018	26/11/2018	8	94%	\$ 499,816,880
26/11/2018	30/11/2018	9	100%	\$ 531,720,085

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3. Cronograma entregado por la entidad contratante**

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO EN LA VEREDA LA ODISEA, MUNICIPIO DE JAMBALÓ, DEPARTAMENTO DEL CAUCA																			
ITEM	DESCRIPCION	VALOR TOTAL ITEM	PORCENTAJE DEL ITEM %	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
				SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16
	PROCESO PRECONTRACTUAL																		
1	PRELIMINARES	\$ 102,464,151	19.27																
2	CIMENTACION	\$ 85,909,489	16.16																
3	ACERO DE REFUERZO CIMENTACION	\$ 50,684,108	9.53																
4	ESTRUCTURA METALICA Y CUBIERTA	\$ 187,884,047	35.34																
5	ESTRUCTURAS HIDRAULICAS	\$ 58,573,658	11.02																
6	RED ELECTRICA	\$ 24,692,720	4.64																
7	ENLUCIMIENTO DE ESCENARIO	\$ 21,511,913	4.05																
	TOTAL	\$ 531,720,085	100.00																

Fuente: Contratista, alcaldía municipal de Jambaló.

En la tabla 3, se puede observar que el cronograma suministrado por la entidad contratante no especifica tiempos por actividades, lo hace por ítems contratados. Por ello se decidió estipular los tiempos por actividades con el ente encargado de la interventoría, con esto se llevó un control de tiempo-costo por actividades lo cual se evidencia en la tabla 2, como se observa, los resultados muestran que no se pudo cumplir ni con los tiempos estipulados, ni con el presupuesto, por ello después de terminar el tiempo contractual la situación se tornó difícil, pues se corrió con el riesgo de que el proyecto se penalizará por incumplimiento. Sin embargo con la supervisión del equipo de la interventoría, el contratista y el pasante, se concilió una serie de condiciones y sugerencias entre las cuales se acordó otorgar una prórroga al contratista hasta el 30 de noviembre, razón por la cual se continuo con las actividades.

### 5.1.2. Control de calidad a los agregados pétreos

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 garantice 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 manera de trabajo, 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 silicio 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 de este proyecto provinieron de una cantera ubicada en la vía Jambaló – Toribio Cauca.

**Figura 24.** Agregado grueso en obra



**Fuente:** Elaboración propia.

El pasante realizó un control de los agregados pétreos clasificándolos en un tamaño considerable para evitar la presencia de partículas con sobre tamaño en el material, en caso de haberlo el material era excluido, a simple vista en la figura 24, se observa que el agregado mostrado presenta una granulometría no definida pues se

evidencia variabilidad de tamaños, como la presencia de partículas largas y planas, sin embargo el tamaño máximo es aproximadamente de 1". No se realizó ningún tipo de ensayo de laboratorio al agregado por cuestiones de tiempo, la obra estaba atrasada y los análisis de laboratorio la atrasarían aún más, por ende se tomaron medidas de control para evitar el daño o contaminación de los materiales, se adecuó un espacio para su correcto almacenamiento. 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, a pesar de que no se le realizó ningún ensayo de calidad en laboratorio a los agregados, si se realizó análisis a la mezcla la cual cumplió con el parámetro de resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, lo cual garantiza que las medidas de control que se tomaron para los materiales fueron satisfactorias, brindando garantías de calidad de los elementos estructurales contruidos a partir de los materiales presentes en obra.

### 5.1.3. Seguimiento y control a los precios unitarios

A continuación se presenta la tabla en la que se muestra el costo directo de la ejecución de los ítems más representativos del proyecto.

**Tabla 4.** Presupuesto para ítems representativos

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO EN LA VEREDA LA ODISEA, MUNICIPIO DE JAMBALO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	V.UNITARIO (\$)	V.TOTAL (\$)
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1.2	Excavación mecánica en material común	m <sup>3</sup>	3341.99	7,000	23,393,930
1.8	Suministro e instalación de material granular para rellenos y cimentación de placa deportiva	m <sup>3</sup>	475.75	52,000	24,739,000
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				
2.2	Concreto estructural para zapatas 3000 Psi	m <sup>3</sup>	9,92	570,479	5,659,152
2.3	Concreto estructural para pedestales 3000 Psi	m <sup>3</sup>	6.44	620,000	3,992,800
2.4	Concreto estructural viga de cimentación 3000 Psi	m <sup>3</sup>	9.75	570,479	5,562,170
2.6	Concreto estructural para placa deportiva de 3000 Psi	m <sup>3</sup>	75.6	620,000	46,872,000
<b>3</b>	<b>ACERO DE REFUERZO</b>				
3.1	Acero de refuerzo	Kg	8663.95	4,500	38,987,775
<b>4</b>	<b>ESTRUCTURA METALICA Y CUBIERTA</b>				
4.2	Sum. e inst. Pórtico en celosía acero A36 según diseño.	Kg	7245.6	9,000	65,210,400

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con el DATA CAUCA, los precios unitarios del presente año, para los ítems de la tabla 4, son los siguientes:

- Acero de Refuerzo grado 60, incluye figurado, amarre e instalación \$3.823/Kg
- Concreto de 3000 Psi \$614.669/m<sup>3</sup>
- Excavación mecánica en material común \$6.890/m<sup>3</sup>
- Relleno y compactación de material granular \$51.760/m<sup>3</sup>
- Suministro e instalación estructura metálica \$8.452/m<sup>3</sup>

En comparación de los precios unitarios de la página y los precios de la propuesta, se observa que la diferencia entre ellos no es significativa, adicional a esto se

muestran en la tabla las cantidades reales ejecutadas para cada uno de los ítems descritos.

La cantidad de excavación es muy alta, por lo cual se lleva un estricto control para así cumplir con la cantidad contemplada en el proyecto, para no generar un sobrecosto. En obra, las excavaciones se realizaron de forma mecánica siguiendo las indicaciones pertinentes. La cantidad de suministro de relleno es de 475 m<sup>3</sup>, después de realizar la relación con el material dispuesto a obra se observó que en el relleno se utilizaron 69 viajes de 7 m<sup>3</sup>, que resultaron con un total de 483 m<sup>3</sup>, lo cual no representa un sobrecosto significativo por eso no se hacen modificaciones a este ítem, el relleno se realizó con material de granular proveniente de una cantera de la zona.

**Tabla 5.** Cantidades de concreto

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	ANCHO	LONG.	ALTO	TOTAL
2.2	Concreto estructural para zapatas 3000 Psi	m <sup>3</sup>	12	1.50	1.50	0.35	9.92
2.3	Concreto estructural para pedestales 1 3000 Psi	m <sup>3</sup>	6	0.35	0.75	1.51	2.50
2.3	Concreto estructural para pedestales 2 3000 Psi	m <sup>3</sup>	12	0.35	0.75	2.38	7.87
2.4	Concreto estructural viga de cimentación 3000 Psi	m <sup>3</sup>	1	0.30	103.30	0.30	9.76
2.6	Concreto estructural para placa deportiva de 3000 Psi	m <sup>3</sup>	1	22.50	32.00	0.10	75.60

**Fuente:** Elaboración propia.

La cantidad de concreto ejecutada no difiere con respecto a la cantidad contratada, por otra parte la dosificación utilizada en obra tiene una relación directa con el costo del m<sup>3</sup> 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.

**Tabla 6.** Cantidades de acero de refuerzo para muro y pilotes

ESTRUCTURA	PESO DE ACERO ( Kg )
Acero zapatas	379.49
Acero pedestales	782.50
Acero viga de amarre	938.32
Acero placa deportiva	6405.34
Acero pedestales refuerzo aplastamiento	145.20
<b>Total acero</b>	<b>8650.84</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 6, al igual que la tabla de cantidades de concreto, muestran unas cantidades ejecutadas que no difieren significativamente con las cantidades contratadas. En este caso, se presenta un problema desde el punto de vista estructural, ya que las estructuras fueron construidas conforme a los planos de diseño.

Por otra parte, al hacer un seguimiento de las cantidades contratadas se puede detallar de forma independiente para identificar si se presenta algún tipo de inconsistencia.

#### 5.1.4. Ensayos de calidad al concreto y resultados

Para cada elemento estructural en general, se tomaron 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 a cabo un orden, un control sobre las muestras y su resultado después del ensayo. El único ensayo de calidad realizado al concreto estructural utilizado en la 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.

**Figura 25.** Elaboración de cilindros, ensayo de resistencia a compresión

**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, apisonese 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 lana de madera o el palustre.
4. Identifique los cilindros sin escribir sobre ellos. Una vez desmoldados márquelos con pintura, crayola o un marcador de tinta permanente.

**TRANSPORTE DE LOS ESPECIMENES 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  $\pm$  8 h y almacénelos en un ambiente húmedo con agua libre sobre la superficie de estos, a una temperatura de 23 °C  $\pm$  2 °C.

16 °C a 27 °C.

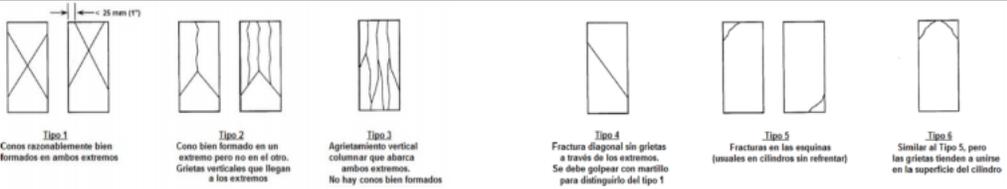
Agua Saturada con Cal  
3g de Cal Hidratada/ 1 litro de agua  
temperatura de 23 °C  $\pm$  2 °C.

**Fuente:** Elaboración propia.

Cuando la fundición se encontró a la mitad de elementos estructurales, se tomaron ciertas cantidades de concreto para la elaboración de los cilindros de prueba, se elaboraron cuatro cilindros cubiertos con bolsas de cemento para que no haya mayores pérdidas de humedad de las muestras debido a las altas temperaturas, al día siguiente se desencofraron con cuidado para evitar golpes o daño de sus filos y se colocaron a curar dentro de un tambor de agua hasta que se llevaron al laboratorio, después de siete días de edad de la muestra, se ensayaron dos cilindros obteniendo un indicativo de la resistencia a los 28 días.

Una vez que la mezcla se le agregó aditivo acelerante, comúnmente utilizado en obra para la fundición de vigas aéreas o fundición de graderías, requería un desencofrado rápido, debido a la limitación de tiempo, los cilindros eran probados a los siete y catorce días de edad, con el fin de que catorce días el concreto alcance como mínimo un 90% de su resistencia. A continuación se muestran los resultados del ensayo de resistencia a compresión.

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

		INFORME ENSAYO DE GEOTÉCNIA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS EN CONCRETO								FOR-MIAGEO-06			
		LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS, MATERIALES Y ASFALTOS								Versión: 02			
NORMA INVIAS 410 -13										SEPTIEMBRE DE 2018			
Pagina 1 de 1													
PROYECTO		CONSTRUCCION DE ESCENARIO DEPORTIVO EN LA VEREDA LA ODISEA , MUNICIPIO DE JAMBALO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA											
SOLICITO		CONSORCIO POLIDEPORTIVO JAMBALO											
UBICACIÓN		LA ODISEA - VEREDA DE JAMBALO CAUCA											
REFERENCIA		RC-ODISEA						HOJA N° 1					
MUESTRA No.	ESTRUCTURA	UBICACIÓN	FECHA FUNDICION	BROQUETA		FECHA DE ROTURA	CARGA KG	R PSI	% RESISTENCIA	RESISTENCIA DE DISEÑO PSI	TIPO DE FALLA	SLUMP (cm)	OBSERVACIONES
				No.	EDAD DIAS								
1	ZAPATAS, EJE A 1 a 4	POLIDEPORTIVO LA ODISEA	21-ago-18	1	7	28-ago-18	148.8	2125.0	70.8	3000	5	N/E	MUESTRAS TOMADAS POR EL SOLICITANTE
			21-ago-18	2	28	18-sep-18	217.1	3101.1	103.4	3000	2		
			21-ago-18	3	28	18-sep-18	225.5	3220.8	107.4	3000	5		
2	ZAPATAS, EJE A 4 a 6	POLIDEPORTIVO LA ODISEA	22-ago-18	4	7	29-ago-18	167.7	2395.5	79.8	3000	2	N/E	MUESTRAS TOMADAS POR EL SOLICITANTE
			22-ago-18	5	28	19-sep-18	235.3	3361.8	112.1	3000	5		
			22-ago-18	6	28	19-sep-18	240.5	3435.5	114.5	3000	5		
3	ZAPATAS, EJE C 1 a 3	POLIDEPORTIVO LA ODISEA	24-ago-18	7	7	31-ago-18	196.0	2800.6	93.4	3000	2	N/E	MUESTRAS TOMADAS POR EL SOLICITANTE
			24-ago-18	8	28	21-sep-18	243.0	3471.2	115.7	3000	3		
			24-ago-18	9	28	21-sep-18	236.1	3373.3	112.4	3000	2		
4	ZAPATAS, EJE C 4 a 6	POLIDEPORTIVO LA ODISEA	25-ago-18	10	7	1-sep-18	157.5	2249.4	75.0	3000	2	N/E	MUESTRAS TOMADAS POR EL SOLICITANTE
			25-ago-18	11	28	22-sep-18	215.2	3074.2	102.5	3000	3		
			25-ago-18	12	28	22-sep-18	233.4	3334.8	111.2	3000	5		
5	PEDESTALES, EJE A, DE 1 a 3	POLIDEPORTIVO LA ODISEA	28-ago-18	13	7	4-sep-18	181.6	2594.9	86.5	3000	5	N/E	MUESTRAS TOMADAS POR EL SOLICITANTE
			28-ago-18	14	28	25-sep-18	215.0	3071.0	102.4	3000	3		
			28-ago-18	15	28	25-sep-18	244.9	3498.5	116.6	3000	2		
6	PEDESTALES, EJE A, DE 4 a 6	POLIDEPORTIVO LA ODISEA	29-ago-18	16	7	5-sep-18	122.9	1755.8	58.5	3000	3	N/E	MUESTRAS TOMADAS POR EL SOLICITANTE
			29-ago-18	17	28	26-sep-18	221.2	3160.6	105.4	3000	2		
			29-ago-18	18	28	26-sep-18	230.5	3293.0	109.8	3000	3		
7	PEDESTALES, EJE C, DE 4 a 6	POLIDEPORTIVO LA ODISEA	30-ago-18	19	7	6-sep-18	188.5	2693.1	89.8	3000	3	N/E	MUESTRAS TOMADAS POR EL SOLICITANTE
			30-ago-18	20	28	27-sep-18	229.0	3271.4	109.0	3000	2		
			30-ago-18	21	28	27-sep-18	248.7	3552.8	118.4	3000	5		
OBSERVACIONES													
 <p> <b>Tipo 1</b>                      Conos razonablemente bien formados en ambos extremos                 </p> <p> <b>Tipo 2</b>                      Cono bien formado en un extremo pero no en el otro. Grietas verticales que llegan a los extremos                 </p> <p> <b>Tipo 3</b>                      Agritamiento vertical columnar que abarca ambos extremos. No hay conos bien formados                 </p> <p> <b>Tipo 4</b>                      Fractura diagonal sin grietas a través de los extremos. Se debe golpear con martillo para distinguirlo del tipo 1                 </p> <p> <b>Tipo 5</b>                      Fracturas en las esquinas (usuales en cilindros sin refuerzo)                 </p> <p> <b>Tipo 6</b>                      Similar al Tipo 5, pero las grietas tienden a unirse en la superficie del cilindro                 </p>													
APROBO  JULIAN ALBERTO IBARRA OJEDA GEOT. Mat Profesional # 19516-025263 CAU													
Vo Bo SOLICITANTE													
*Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo *El laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción parcial o total de este documento sin la debida autorización escrita de la organización.													

	<b>INFORME ENSAYO DE GEOTÉCNIA</b> <b>RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS EN CONCRETO</b>	<b>FOR-MIAGEO-06</b>
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS, MATERIALES Y ASFALTOS	<b>Versión: 02</b> <b>SEPTIEMBRE DE 2018</b>
<b>NORMA INVIAS 410 -13</b>		<b>Página 1 de 1</b>

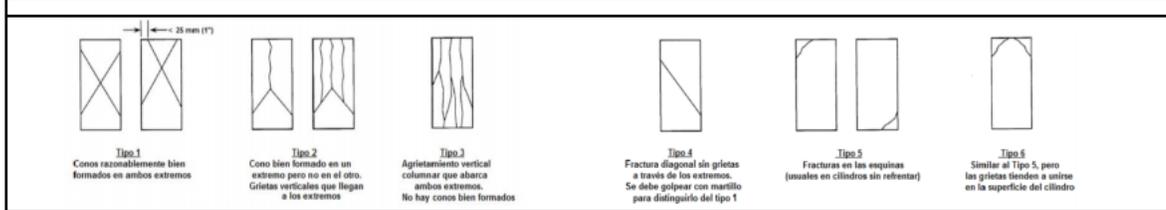
<b>PROYECTO</b>	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO EN LA VEREDA LA ODISEA , MUNICIPIO DE JAMBALO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA
<b>SOLICITO</b>	CONSORCIO POLIDEPORTIVO JAMBALO
<b>UBICACIÓN</b>	LA ODISEA - VEREDA DE JAMBALO CAUCA

<b>REFERENCIA</b>	RC-ODISEA	<b>HOJA N°</b>	2
-------------------	-----------	----------------	---

MUESTRA No.	ESTRUCTURA	UBICACIÓN	FECHA FUNDICION	BRIQUETA		FECHA DE ROTURA	CARGA KG	R' PSI	% RESISTENCIA	RESISTENCIA DE DISEÑO PSI	TIPO DE FALLA	SLUMP (cm)	OBSERVACIONES
				No	EDAD DIAS								
8	PEDESTALES, EJE C, DE 1 a 3	POLIDEPORTIVO LA ODISEA	1-sep-18	22	7	8-sep-18	161.2	2302.5	76.7	3000	1	N/E	MUESTRAS TOMADAS POR EL SOLICITANTE
			1-sep-18	23	28	29-sep-18	247.6	3536.5	117.9	3000	2		
			1-sep-18	24	28	29-sep-18	283.1	4044.0	134.8	3000	5		
9	PLACAS, LADO DERECHO	POLIDEPORTIVO LA ODISEA	6-nov-18	25	7	13-nov-18	164.9	2355.6	78.5	3000	2	N/E	MUESTRAS TOMADAS POR EL SOLICITANTE
			6-nov-18	26	28	4-dic-18	216.5	3092.4	103.1	3000	3		
			6-nov-18	27	28	4-dic-18	225.9	3226.8	107.6	3000	2		
10	PLACAS, LADO DERECHO	POLIDEPORTIVO LA ODISEA	7-nov-18	28	7	14-nov-18	226.1	3229.3	107.6	3000	3	N/E	MUESTRAS TOMADAS POR EL SOLICITANTE
			7-nov-18	29	28	5-dic-18	267.6	3823.0	127.4	3000	6		
			7-nov-18	30	28	5-dic-18	264.4	3776.7	125.9	3000	2		
11	PLACAS, LADO IZQUIERDO	POLIDEPORTIVO LA ODISEA	9-nov-18	31	7	16-nov-18	151.4	2163.2	72.1	3000	2	N/E	MUESTRAS TOMADAS POR EL SOLICITANTE
			9-nov-18	32	28	7-dic-18	218.1	3115.7	103.9	3000	5		
			9-nov-18	33	28	7-dic-18	224.6	3209.2	107.0	3000	2		

12	PLACAS, LADO IZQUIERDO	POLIDEPORTIVO LA ODISEA	13-nov-18	34	7	20-nov-18	159.5	2278.2	75.9	3000	5	N/E	MUESTRAS TOMADAS POR EL SOLICITANTE
			13-nov-18	35	28	11-dic-18	227.4	3248.5	108.3	3000	5		
			13-nov-18	36	28	11-dic-18	223.8	3196.7	106.6	3000	2		

**OBSERVACIONES**



APROBO \_\_\_\_\_  
**JULIAN ALBERTO IBARRA OJEDA**  
 GEOT. Mat Profesional # 19516-025263 CAU

Vo Bo SOLICITANTE

\*Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo  
 \*El laboratorio no asume responsabilidad alguna por la reproducción parcial o total de éste documento sin la debida autorización escrita de la organización.

**Fuente:** Informe estudio de suelos proyecto polideportivo Jambaló

Los cilindros ensayados a los siete días de edad, tienden a alcanzar una resistencia a la compresión del 70% de la resistencia requerida, lo que permite deducir que se alcanza 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, esto implica que las estructuras hechas en concreto, cumplen con el requisito de calidad de resistencia a la compresión.

El ensayo de asentamiento o Slump 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, sin embargo este ensayo de calidad del concreto no se realizó en obra, porque no fue exigido por parte de la supervisión.

A continuación se presenta la tabla 8 donde se muestran asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción y sistemas de colocación. Esta tabla 8, se utilizó como referencia para realizar el ensayo de asentamiento en obra.

**Tabla 8.** Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcción

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

**Fuente:** Rivera, L., Gerardo.

## 6. CONCLUSIONES

- Sin duda alguna los proyectos de esta magnitud propuestos en entidades territoriales, en este caso Jambaló -Cauca juegan un papel importante en la tradición de la sociedad, indistintamente de la posición socioeconómica, género, edad y demás aspectos diferenciadores, las actividades deportivas en un lugar adecuado cumplen el papel de un espacio de encuentro y desarrollo social.
- Se llevó a cabo la supervisión del proyecto con ética y responsabilidad al momento de la ejecución en la parte constructiva, teniendo en cuenta las especificaciones que se requerían y los obstáculos que se presentaron entre ellos, la falta de mano de obra no calificada, el corto tiempo otorgado por el ente contratante en el cronograma de ejecución y el clima, fueron las causas principales para que no se cumpliera con la programación y los tiempos estipulados, lo que influyó en la finalización de la obra en una fecha no establecida en el cronograma.
- Debido a los tiempos de atraso en la obra no fue posible realizar los ensayos de calidad en laboratorio para los agregados pétreos, pero si se realizó un control y seguimiento a los agregados, con lo cual se obtuvo un resultado positivo para la mezcla pues cumplió con el parámetro de resistencia a la compresión del concreto.
- En cuanto a las cotizaciones de los precios unitarios ejecutados en los ítems del contrato y los consultados a nivel departamental, se encontró una buena relación de dichos precios.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1]. ARGOS. Control de calidad del concreto en obra. [Sin fecha]. De: [http://www.academia.edu/11837084/Control calidad del concreto en obra](http://www.academia.edu/11837084/Control_calidad_del_concreto_en_obra)
- [2]. DATA CAUCA. Base de datos de construcción. Gobernación del Cauca, 2016 recuperado de: [www.datacauca.gov.co](http://www.datacauca.gov.co)
- [3]. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Proyecto estándar: Construcción y dotación polideportivo cancha múltiple. Bogotá, D.C., 2015, 60p. Recuperado de: [http://viva.org.co/PDT para la Construccion de Paz/Proyectos tipo SGR-DNP/POLIDEPORTIVO%2019062015.pdf](http://viva.org.co/PDT_para_la_Construccion_de_Paz/Proyectos_tipo_SGR-DNP/POLIDEPORTIVO%2019062015.pdf)
- [4]. GRUPO DE ESTRUCTURACIÓN. Proyectos tipo soluciones agiles para un nuevo país: 10 construcción y dotación de una placa deportiva. Versión 2,0. Bogotá, D.C., 2018, 62p. Recuperado de: <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/placapolideportiva/PTPolideportiva.pdf>
- [5]. MENDIVELSO PALENCIA, Jorge Alberto. Especificaciones técnicas construcción placa y escenario polideportivo Togui. [Sin fecha]. De: [http://www.fonade.gov.co/Contratos/Documentos/2375\\_20101221064752Especificaciones%20t%C3%A9cnicas%20SAM%20044-2010.pdf](http://www.fonade.gov.co/Contratos/Documentos/2375_20101221064752Especificaciones%20t%C3%A9cnicas%20SAM%20044-2010.pdf)
- [6]. RIVERA, L., Gerardo. Manejabilidad del concreto. [Sin fecha]. De: <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/geanrilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%20%20de%202010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%20%20PDF%20ver.%20%202009/Cap.%2004%20-%20Manejabilidad.pdf>