

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO		F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA		Dependencia	Aprobado	Pág.
		SUBDIRECTOR ACADÉMICO		iii(240)

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	<b>DEMYS JOHE MARTÍNEZ BENÍTEZ YADIRIS CARRASCAL RAMOS</b>		
FACULTAD	<b>INGENIERÍAS</b>		
PLAN DE ESTUDIOS	<b>INGENIERÍA CIVIL</b>		
DIRECTOR	<b>WILLINTON HERNESTO CARRASCAL MUÑOZ</b>		
TÍTULO DE LA TESIS	<b>PROPUESTA DE DISEÑO Y PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE OBRA PARA UN ESCENARIO DEPORTIVO UBICADO EN EL BARRIO 2 DE FEBRERO DEL MUNICIPIO DE PELAYA, DEPARTAMENTO DEL CESAR.</b>		
<b>RESUMEN</b> (70 PALABRAS APROXIMADAMENTE)			
<p>ESTE PROYECTO SE REALIZÓ BAJO LOS PARÁMETROS EXIGIDOS POR EL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10 CONTENIDOS EN LOS TÍTULOS A,B,C,E,F Y H, CUMPLIENDO A CABALIDAD CON TODOS LOS REQUISITOS PARA ESTABLECER LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES DE CERRAMIENTO, GRADERÍA, CUBIERTA DE GRADERÍA, Y VERIFICAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN ESCENARIO DEPORTIVO UBICADO EN EL BARRIO DOS DE FEBRERO DEL MUNICIPIO DE PELAYA CESAR.</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 241	PLANOS:0	ILUSTRACIONES:0	CD-ROM:1



PROPUESTA DE DISEÑO Y PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE OBRA PARA UN  
ESCENARIO DEPORTIVO UBICADO EN EL BARRIO 2 DE FEBRERO DEL MUNICIPIO  
DE PELAYA, DEPARTAMENTO DEL CESAR.

AUTORES:

DEMYS JOHE MARTÍNEZ BENÍTEZ

YADIRIS CARRASCAL RAMOS

Trabajo de grado presentado para optar el título de Ingeniero Civil

Director:

WILLINTON HERNESTO CARRASCAL MUÑOZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA CIVIL

Ocaña, Colombia

Octubre de 2017

## **Agradecimientos**

Los autores expresan sus agradecimientos al director del trabajo de grado ingeniero WILLINTON HERNESTO CARRASCAL MUÑOZ, por su apoyo, colaboración y ayuda durante el proceso de investigación.

## Índice

<b>Capítulo 1. Propuesta de diseño y plan de gestión integral de obra para un escenario deportivo ubicado en el barrio 2 de Febrero, del municipio de Pelaya, departamento del Cesar.</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema.	1
1.2 Formulación del problema.	2
1.3 Objetivos.	2
1.3.1 General	2
1.3.2 Específicos	3
1.4 Justificación.	3
1.5 Delimitaciones.	5
1.5.1 Operativa	5
1.5.2 Conceptual	5
1.5.3 Geográfica	5
1.5.4 Temporal	5
<b>Capítulo 2. Marco referencial</b>	<b>6</b>
2.1 Marco histórico.	7
2.2 Marco Contextual.	11
2.3 Marco Conceptual.	13
2.4 Marco teórico.	20
2.5 Marco legal.	24
<b>Capítulo 3. Diseño metodológico</b>	<b>28</b>
3.1 Tipo de investigación.	28
3.2 Población.	29
3.3 Muestra.	30
3.4 Técnica e instrumentos de recolección de información.	30
<b>Capítulo 4. Administración del proyecto</b>	<b>32</b>
4.1 Recursos humanos.	32
4.2 Recursos institucionales.	32
4.3 Recursos financieros	32
<b>Capítulo 5. Presentación de resultados</b>	<b>34</b>
5.1 Análisis de los estudios previos existentes de altimetría, planimetría y caracterización geotécnica de la zona, para definir los parámetros de diseño, como esfuerzo admisible del suelo y coeficiente de balasto.	34
5.2 Proponer los diseños estructurales del cerramiento, gradería y cubierta de gradería, Según lo exigido en la norma sismo resistente NSR-10 y la normatividad establecida por coldeportes.	71
5.3 Calcular los costos y presupuestos del proyecto, mediante el análisis de precios unitarios y programación de obra, a partir del valor de cada material en el mercado actual.	127

5.4 Propuesta del plan de gestión integral de obra para evaluar los parámetros de calidad, SST e impactos ambientales.	219
<b>Capítulo 6. Conclusiones</b>	<b>222</b>
<b>Capítulo 7. Recomendaciones</b>	<b>224</b>
<b>Referencias</b>	<b>226</b>

## Lista de tablas

Tabla 1. Calculo de azimut y proyecciones	49
Tabla 2. Clasificación de las unidades de construcción por categorías.	68
Tabla 3. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción.	68
Tabla 4. Ensayos de Laboratorio	69
Tabla 5. Valores de N, N corregido y ángulo de fricción interna para el sondeo N° 1.	73
Tabla 6. Valores de N, N corregido y ángulo de fricción interna para el sondeo N° 2.	74
Tabla 7. Valores de N, N corregido y ángulo de fricción interna para el sondeo N° 3.	74
Tabla 8. Capacidad portante para el sondeo N° 1 - suelos Granulares	76
Tabla 9. Capacidad portante para el sondeo N°2 - suelos Granulares.	76
Tabla 10. Capacidad portante para el sondeo N°3 - suelos Granulares.	77
Tabla 11. Coeficiente de balasto para el sondeo N°1 - suelos Granulares.	79
Tabla 12. Coeficiente de balasto para el sondeo N°2 - suelos Granulares.	80
Tabla 13. Coeficiente de balasto para el sondeo N°3 - suelos Granulares.	81
Tabla 14. Parámetros de presión de tierras del sondeo N° 1.	82
Tabla 15. Parámetros de presión de tierras del sondeo N° 2.	82
Tabla 16. Parámetros de presión de tierras del sondeo N° 3.	112
Tabla 17. Fuerzas máximas en KGF actuantes en cada elemento de la armadura	114
Tabla 18. Coeficientes de rugosidad de Manning	126
Tabla 19. Velocidades máximas en canales revestidos.	127
Tabla 20. Coeficiente de escorrentía o impermeabilidad	128
Tabla 21. Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de la curvas intensidad-duración	129
Tabla 22. Tipos de suelo de subrasante y valores aproximados de k	132
Tabla 23. Efecto de la subbase granular sobre los valores de K	133
Tabla 24. Categorías de carga por eje	134
Tabla 25. TPDC Admisible - Categoría 1 de carga por eje pavimentos con juntas de trabazón de agregados	135
Tabla 26. Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga	137
Tabla 27. Equipos	140
Tabla 28. Materiales	141
Tabla 29. Presupuesto	142
Tabla 30. Carga de trabajo	214
Tabla 31. Deformaciones bajo carga	214

## Lista de figuras

Figura 1. Barrió 2 de febrero Municipio de Pelaya Cesar.	25
Figura 2. Plano de localización de la cancha	49
Figura 3. Exploración del perfil del suelo	67
Figura 4. Perfil estratigráfico Sondeo N°1	70
Figura 5. Perfil estratigráfico Sondeo N°2	71
Figura 6. Perfil estratigráfico Sondeo N° 3	72
Figura 7. Desplazamiento del muro de cerramiento	86
Figura 8. Por carga muerta (Dead)	114
Figura 9. Por carga viva (Live)	115
Figura 10. Por presión de viento (Wind)	115
Figura 11. Cordón superior (Tensión)	116
Figura 12. Cordón inferior (Compresión)	116
Figura 13. Diagonales (Compresión)	117
Figura 14. Diagonales (Tensión)	117
Figura 15. Montantes (Compresión)	118
Figura 16. Montantes (Tensión)	118
Figura 17. Sistema de transferencia de cargas.	136
Figura 18. Ranura ancho mínimo	137
Figura 19. Rendimiento y duracion	144
Figura 20. Flujo de fondos	145
Figura 21. Clases de concreto estructural	164
Figura 22. Masa de la barras por unidad de longitud	194
Figura 23. Masa de las barras por unidades de longitudes	194
Figura 24. Diámetro mínimo de doblamiento	197
Figura 25. Parámetros geométricos	214
Figura 26. Informe del resumen de costos de los recursos	231
Figura 27. Informe de costos presupuesto	232

## Lista de fotografías

Foto 1. Plano de localización del lote estudiado. Calle 3 con carrera 8 Barrio 2 de Febrero	48
Foto 2 y 3. Realización del Sondeo N°1.	69
Foto 4 y 5. Realización del Sondeo N°2	71
Foto 6 y 7. Realización del Sondeo N°3.	72

## **Resumen**

Este proyecto se realizó bajo los parámetros exigidos por el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 contenidos en los títulos A,B,C,E,F y H, cumpliendo a cabalidad con todos los requisitos para establecer los diseños estructurales de cerramiento, gradería, cubierta de gradería, y verificar la capacidad de soporte del suelo, para la construcción de un escenario deportivo ubicado en el barrio dos de febrero del municipio de pelaya Cesar ; además se elaboró el presupuesto general de obra a partir del análisis de precios unitarios y se determinó el tiempo de duración en Project utilizando como herramienta de programación el diagrama de Gantt.

Por último se elaboró el plan de gestión integral de obra donde se evaluaron los tres ejes, calidad, seguridad y salud en el trabajo y ambiental, determinando los aspectos a controlar para la ejecución de este proyecto, cumpliendo con la normatividad vigente establecida por el Departamento de Prosperidad Social.

## **Introducción**

A continuación se presenta la propuesta para el diseño y plan de gestión integral de obra para un escenario deportivo ubicado en el barrio 2 de febrero, del municipio de Pelaya, departamento del Cesar, el cual contiene la secuencia necesaria para su formulación, las condiciones mínimas requeridas y la descripción del método constructivo y demás elementos requeridos para asegurar la sostenibilidad del proyecto.

En virtud de lo anterior esta propuesta desarrolla la alternativa de construcción como aporte al objetivo de aumentar los bajos niveles de práctica deportiva en el municipio, a causa de que hay pocos escenarios para la práctica y no hay incentivos para la misma.

El documento consta de seis capítulos. El primer capítulo contiene los lineamientos del problema, justificación y objetivos para la ejecución del proyecto. El segundo capítulo presenta los componentes teóricos y el capítulo tres muestra los componentes metodológicos para el desarrollo del mismo.

En el capítulo cuatro se detalla el proyecto desarrollando los objetivos específicos como son el análisis de los estudios previos existentes de altimetría, planimetría y caracterización geotécnica de la zona, para definir los parámetros de diseño, como esfuerzo admisible del suelo y coeficiente de balasto, la propuesta de los diseños estructurales del cerramiento, gradería y cubierta de gradería, según lo exigido en la norma sismo resistente NSR-10 y la normatividad establecida por coldeportes, el cálculo de los costos y presupuestos del proyecto, mediante el

análisis de precios unitarios y programación de obra, a partir del valor de cada material en el mercado actual y la propuesta del plan de gestión integral de obra para evaluar los parámetros de calidad, SST e impactos ambientales y en el capítulo 5 y 6 se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

# **Capítulo 1. Propuesta de diseño y plan de gestión integral de obra para un escenario deportivo ubicado en el barrio 2 de Febrero, del municipio de Pelaya, departamento del Cesar.**

## **1.1 Planteamiento del problema.**

El municipio de Pelaya, especialmente el barrio 2 de febrero y barrios aledaños en los dos últimos años se han visto sumidos en cambios socioeconómicos desfavorables, por lo que es innegable la necesidad de diseñar e implementar estrategias para consolidar espacios que permitan la libre práctica recreo-deportiva en el sector, a través de la articulación entre organizaciones oficiales, privadas y comunitarias.

De otra parte se evidencia la necesidad de un espacio para la realización de las diferentes actividades y planes recreativos o deportivos, siendo una de las problemáticas la insuficiencia de centros de integración ciudadana, lo anterior se afirma teniendo en cuenta que han aumentado los casos de violencia y la modalidad más implementada para cometer el delito de homicidio es el sicariato presentado en un 81%, segundo de la riña con un 14% y finalizando con un 5% el atraco, al igual que se ha generado focos de drogadicción en la población vulnerable, comprendida por niños y jóvenes de este sector, aumentando los índices de delincuencia y creando la necesidad de desplazarse a otros sectores que cuentan con escenarios para la realización de actividades lúdicas y deportivas, de igual forma la demanda sobrepasa las áreas asignadas para el deporte (República de Colombia, Plan de desarrollo municipal, 2017).

Sin duda ello se explica en parte a la falta de participación de la comunidad en las decisiones sobre infraestructura deportiva y también a la escases de conocimiento objetivo sobre las necesidades de la población.

Por último se debe resaltar que el municipio de Pelaya cuenta con varios escenarios deportivos según el modelo propuesto en el marco del Esquema de Ordenamiento Territorial a los cuales no se les ha desarrollado diseños completos y un plan de gestión integral. Por tal razón la alcaldía municipal se ha preocupado por contribuir con una solución parcial de dichos problemas, a partir de la creación de una área deportivas y de esparcimiento en sectores como el barrio 2 de febrero y barrios aledaños.

## **1.2 Formulación del problema.**

¿Cómo contribuirá la propuesta de diseño y plan de gestión integral de obra para un escenario deportivo, a la solución de la problemática existente en el barrio 2 de Febrero y barrios aledaños del municipio de Pelaya Cesar?

## **1.3 Objetivos.**

**1.3.1 General.** Proponer el diseño y plan de gestión integral de obra para un escenario deportivo, ubicado en el barrio 2 de Febrero, del municipio de Pelaya, Departamento del Cesar.

**1.3.2 Específicos.** Analizar los estudios previos existentes de altimetría, planimetría y caracterización geotécnica de la zona, para definir los parámetros de diseño, como esfuerzo admisible del suelo y coeficiente de balasto.

Proponer los diseños estructurales del cerramiento, gradería y cubierta de gradería, según lo exigido en la norma sismo resistente NSR-10 y la normatividad establecida por coldeportes.

Calcular los costos y presupuestos del proyecto, mediante el análisis de precios unitarios y programación de obra, a partir del valor de cada material en el mercado actual.

Proponer el plan de gestión integral de obra para evaluar los parámetros de calidad, SST e impactos ambientales.

#### **1.4 Justificación.**

Según la revisión ocular realizada por los estudiantes autores del proyecto de grado, en el municipio de Pelaya Cesar, no existen suficientes escenarios para la práctica del deporte y el fomento de la recreación, situación que genera desmotivación en la población, especialmente en niños, adolescentes y jóvenes, quienes ven limitadas sus posibilidades de desarrollo físico y mental; por tal razón la propuesta para el diseño de un escenario deportivo con canchas múltiples que reúna las condiciones técnicas, permitirán incrementar el conocimiento y los niveles de práctica en diferentes disciplinas.

El deporte, como fenómeno cultural, ha evolucionado de muchas formas, analizado en el marco del mundo contemporáneo, se constituye como un generador de calidad de vida en aspectos de salud, ocio y educación; es, sin duda, la manifestación cultural, social y económica más importante, compleja y apasionante de nuestros tiempos; forma parte necesaria de la acción política y de la planeación social y esto ya denota la necesidad de un conocimiento previo de la realidad social y de todo lo que compromete para intervenciones posteriores.

Dada la importancia que adquiere cada vez más el deporte en los aspectos señalados, debe conocerse a fondo y de manera objetiva las necesidades sociales al respecto, y este conocimiento se debe ver reflejado en la oferta recreodeportiva estatal o privada y en ambos se debe valorar tanto la calidad como la cobertura de los servicios (Camps Povill, 1998).

De otra parte se debe decir que la creación de un escenario deportivo, facilitará el acceso de los niños, adolescentes y jóvenes del municipio, a diferentes prácticas deportivas y actividades recreativas, las cuales no solo contribuirán al desarrollo integral, sino que evitarán que sean atrapados por la delincuencia y la drogadicción, siendo este un flagelo que en los últimos años ha golpeado al municipio, haciendo que muchos hogares se desintegren y evitando que los jóvenes se preparen para dirigir el país siendo estos el futuro del mismo. De igual forma es necesario desarrollar dentro del proyecto un plan de gestión integral de obra, el cual le permitirá a la entidad contratista observar los requisitos técnicos de calidad, seguridad y salud en el trabajo e impacto ambiental que dicha obra puede generar, siendo esta una herramienta fundamental para los obras civiles.

## **1.5 Delimitaciones.**

**1.5.1 Operativa.** En el desarrollo del proyecto de grado se tuvo en cuenta la verificación de los estudios previos, el impacto social generado, proponiendo el plan de gestión integral de obra, los diseños estructurales, los costos y presupuesto del proyecto. Se debe aclarar que en la ejecución de los objetivos si se llegó, a presentar algún inconveniente esto fue informado al director y al comité curricular.

**1.5.2 Conceptual.** En el marco de desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta conceptos relacionados como: topografía, estudio de suelos, diseño estructural, costos, presupuesto, planificación de obra, calidad, impacto ambiental, seguridad industrial, impacto social, asentamiento, escenario deportivo y plan de gestión integral de obra.

**1.5.3 Geográfica.** El proyecto se desarrolló en el barrio 2 de febrero Municipio de Pelaya Departamento del Cesar.

**1.5.4 Temporal.** El proyecto se llevó a cabo en un periodo de 3 meses, iniciando desde el momento de la aprobación del anteproyecto, tiempo en el cual se desarrollaran las actividades pertinentes.

## Capítulo 2. Marco referencial

**Antecedente internacional.** El municipio de Santa Bárbara Suchitepéquez (Guatemala) no cuenta actualmente con un área deportiva definida, esta propuesta pretende considerar elementos de Arquitectura, procurando minimizar el impacto ambiental y crear un ambiente que pueda satisfacer las necesidades del mismo. Se presenta una solución a nivel de anteproyecto la cual consistirá en el desarrollo de planos de ubicación, arquitectura, elevaciones, secciones, detalles y presupuesto, con la implementación de canchas deportivas por fases, contando con los servicios básicos necesarios. Los resultados que se esperan con este proyecto, son el de proveer al municipio un anteproyecto que de realizarse permitiría la existencia de un lugar para recrearse, que sea en forma saludable y familiar, esperando con ello contribuir a la unión familiar y a la salud de los habitantes en general (Diaz Palomo de Avila, 2005).

**Antecedentes nacionales.** En la ciudad de Bogotá los escenarios para eventos de gran magnitud son limitados, muchas de las características de los equipamientos que existen actualmente hacen pensar que deben ser remplazados, debido al mal estado en los materiales, problemas estructurales o debido al año de construcción de algunos entre los años treinta y sesenta, sin embargo se plantea que en vez de remplazar algún equipamiento existente en la ciudad se debe proponer un proyecto nuevo localizado estratégicamente para reforzar la red existente y conformar un hito arquitectónico de carácter deportivo en la ciudad (Ruedas Camargo, 2015).

De otra parte realizando un apique para comparar variables como tipo de suelo y carga admisible del terreno donde se localizara el escenario deportivo, se realizó el diseño

arquitectónico y urbanístico del espacio recreativo y cultural mostrando la ubicación de la cubierta, zonas verdes, graderías, para el que se dispone un área de 2000 m<sup>2</sup>, además de brindar comodidad y sea agradable a la vista. Seguidamente se calcularon las cargas vivas, muertas, exigidos en la norma sismo resistente NSR- 10. Por último se llevó a cabo el presupuesto general de la cubierta metálica en base al diseño estructural realizado para el proyecto (Peña & Sepúlveda, 2015).

**Antecedente local.** En este proyecto se realizaron estudios topográficos de planimetría y altimetría para la zona intervenida del proyecto, seguidamente se realizó el respectivo estudio geotécnico para calcular la capacidad admisible y definir niveles de cimentación de acuerdo al tipo de suelo, posteriormente se realizaron los diseños para la estructura de pavimento y la estructura metálica para la cubierta apoyada sobre columnas en concreto. Finalmente se hizo la estimación de costos y presupuestos para establecer la mejor alternativa del proyecto (Romano, 2003).

## **2.1 Marco histórico.**

La mayoría de las veces, las características estructurales de las organizaciones deportivas se ha dado en el contexto que ha experimentado el deporte en los últimos tiempos y los desafíos que esto ha supuesto a la forma tradicional de configurar estas organizaciones y de medir su efectividad. Esta situación se ha traducido en que las organizaciones que operan en este contexto vivan constantemente en un proceso de ajuste, lo que se traduce en la existencia de una gran variedad de formas estructurales, de carácter dinámico en tanto están continuamente ajustándose al entorno cambiante (Gerra, 2011).

A partir de la década de los sesenta, la teoría de las organizaciones ha dado cada vez mayor relevancia a la influencia del contexto, es decir “al conjunto de circunstancias que la organización debe afrontar” (Hodge et al., 2003), debido a sus defectos sobre el diseño y comportamiento de una organización. El tamaño de la organización, la tecnología utilizada y el entorno de la organización son los factores contextuales más influyentes. Factores que, desde la perspectiva de la teoría de la contingencia, determinan la gestión y estructura de una organización. Dentro de estos factores tratamos de manera especial el entorno (Opazo, Gómez, & Marti, 2007).

El entorno de las organizaciones deportivas está conformado por otras organizaciones, que son del tipo federaciones departamentales, clubes, instituciones educativas, entidades promotoras de fútbol, patrocinadores y otras organizaciones, y aunque las relaciones con unas y otras difieran, todas son fundamentales para la consecución de la finalidad de 41 promover y desarrollar el fútbol.

Para las organizaciones deportivas, la relación con el entorno se caracteriza por ser del tipo competencia-interdependencia. Los clubes, por ejemplo, necesitan del resto de los que componen el campeonato peruano para su supervivencia. Por un lado, compiten entre ellos en el acceso a los recursos, pero por otro, se necesitan para producir el encuentro deportivo de carácter competitivo. La competencia por el acceso a los recursos se debe en el deporte, al igual que en la gran mayoría de los sectores, a que los recursos son escasos y limitados (Opazo, Gómez, & Marti, 2007).

Los espacios recreativos formales: Escenarios para la construcción de valores sociales. Desarrollar estrategias de recuperación de los espacios recreativos y culturales sugiere procesos de articulación entre diversos actores que definen normas y pautas de actuación y comportamiento de los sujetos que hacen parte de una determinada comunidad, sea del caso mencionar por ejemplo:

Alcaldía Municipal, a través de las Secretarías de: Educación, Gobierno, Salud, Cultura, Desarrollo e Integración Social y de Deportes entre otras; así como Universidades, Personería Municipal y las Juntas de Acción Comunal; de tal suerte que se direccionen acciones en pro del desarrollo y formación de las comunidades y especialmente a los niños y jóvenes, pensando en la formación integral del buen ciudadano (Aguirre & Loaiza, 2013).

En esta perspectiva, se reconoce que lugares de socialización y esparcimiento son fundamentales para potencializar mejores relaciones entre los integrantes de una comunidad; así como una opción para desarrollar capacidades artísticas, culturales, deportivas y sociales de la gente; y es allí donde los parques y espacios recreativos formales se constituyen en lugares propicios para dicho fortalecimiento. En esta lógica, es necesario reconocer que La ciudad de Manizales en las últimas décadas se ha venido consolidando desde dos ópticas diferentes; como una ciudad Especializada y como Ciudad Educadora (Aguirre & Loaiza, 2013).

La primera busca la racionalización de los espacios, estratificándola según corresponda a las unidades administrativas, deportivas y barriales y; la segunda, la ciudad Educadora, constituida por varias universidades que propenden por apostarle a la formación en ciencia y conocimiento como un aporte al desarrollo social, económico, cultural y político de la ciudad, la

región y el país. Concepción en relación con los espacios recreativos formales; se puede decir que la ciudad de Manizales se destaca a nivel nacional por el diseño y desarrollo de propuesta caracterizadas por altos estándares de calidad y su preocupación por una apuesta a la formación de la ciudadanía y para ello se han realizado alianzas entre Alcaldía, Universidades y sector productivo, buscando sacar el mayor provecho en la utilización del tiempo libre de los jóvenes (Aguirre & Loaiza, 2013).

Entre ellas se destacan actividades lideradas por la Fundación Luker en procura de llegar a las comunidades vulnerables y así aportar al desarrollo social y comunitario en alianza con diversas instituciones de Carácter público y privado de la ciudad, relacionados con el área de la “Recreación y el Tiempo Libre” por ejemplo: Escuelas de Fútbol por la Paz:

En alianza con Investigadores de la Universidad de Caldas la Alcaldía de Manizales y la Corporación Deportiva Once Caldas; con el propósito de formar en valores a través de la práctica del Fútbol, beneficiando a niños, niñas y jóvenes de sectores vulnerables de la ciudad. Semillero de Voleibol, Atletismo y Balón mano: Programa dirigido a “niñas” de estratos socio-económicos bajos, y desarrollado en alianza con la Alcaldía de Manizales y la Asociación RECREVIDA. De igual manera se encuentra el programa Batuta: Programa que beneficia niños, niñas y jóvenes de la ciudad, en alianza con la Alcaldía de Manizales y la Fundación Batuta (Aguirre & Loaiza, 2013).

Así mismo, es necesario reconocer que Manizales es una ciudad que cuenta con universidades, museos, sitios culturales y recreativos de interés que son de fácil acceso para la comunidad en general y que su preocupación fundamental es aportar a la formación de las nuevas

generaciones y contribuir como escenarios de reconocimiento del otro como un ser indispensable para el desarrollo de la ciudad (Aguirre & Loaiza, 2013).

Ahora bien, es cierto que existen espacios recreativos y alianzas para garantizar un mejor uso de los mismos, sin embargo, aún falta que los jóvenes los asuman como una opción que les aporta en su formación y consolidación de buenas prácticas, hábitos y relaciones; en tal sentido, las conductas que asumen algunos jóvenes que no reconocen dichos escenarios de entretenimiento y la diversión como un mecanismo causal de felicidad y formación, para disfrutar activamente en compañía de otros integrantes; se puede convertir en un foco que genera inseguridad y por tanto es urgente que los entes gubernamentales y no gubernamentales, así como la sociedad en general, busquen estrategias para lograr erradicar ciertas conductas que van en contra del objeto principal con el que son construidos y concebidos los espacios de recreación (Aguirre & Loaiza, 2013).

De otra parte se debe decir que aunque en la población de Pelaya Cesar, existen escenarios deportivos no hay un recuento histórico y documental al respecto, por lo tanto no se halló información sobre el tema.

## **2.2 Marco Contextual.**

El Municipio de Pelaya se encuentra ubicado en el departamento del Cesar hacia el sector nordeste del país, sus límites geográficos se encuentran determinados al norte con el Municipio de Pailitas, al sur con el municipio de La Gloria, al oeste con el municipio de

Tamalameque y al este colinda con el departamento de Norte de Santander. Las Coordenadas son las siguientes: 8°41'21"N 73°39'55"O, cuenta con una superficie total de 371.3 km<sup>2</sup>, altitud media de 50 m s. n. m, su temperatura media es 31°C y su precipitación media anual es de 1.000 a 2.020 mm (Pérez Acosta, 2016).

Según datos SISBEN la ubicación de la población dentro del Municipio, se puede clasificar en tres zonas específicamente: 1) Cabecera Municipal, 2) Centro Poblado y 3) Rural disperso, en Pelaya Cesar, el porcentaje más alto de la población reside en la cabecera municipal, (65,92% de la población), seguido de la población residente en centro poblado (17,37%) en donde principalmente en los corregimientos de San Bernardo y Costilla, tenemos población que se reconoce como afrodescendiente con acciones afirmativas reconocidas en el ámbito municipal y departamental y el resto (16,71%) se encuentra residiendo en la zona rural dispersa del Municipio (Pérez Acosta, 2016).

El total de la población registrada en el Sistema de Selección de Beneficiarios Para Programas Sociales (SISBEN) del municipio de Pelaya es de 23.866 personas, no obstante, la población según DANE es de 17.910 personas, evidenciándose una diferencia de 5.956 personas entre una y otra fuente. La clasificación poblacional DANE es de 12.038 personas en cabecera municipal y 5.872 personas ubicadas en el resto del municipio (Pérez Acosta, 2016).

El suelo residencial de Pelaya está conformado por 20 barrios los cuales se identifican a continuación. B. Ciudad Jardín, Gaitán, Mata de bijao, Cementerio, Jardín Central, San Bernardo, 2 de Febrero, Carrizal, las Flores, Las Delicias, las Palmas, Las Américas, San José, 11 de

Noviembre, barrio Nuevo, La Esperanza, El Tucero, Minuto de Dios, San Juan, Urbanización las Marías.



Figura 1. Barrió 2 de febrero Municipio de Pelaya Cesar.

Fuente. Pérez Acosta Eider. Plan de Desarrollo Municipal Pelaya Cesar 2016-2019.

### 2.3 Marco Conceptual.

**Topografía.** Se conoce con el nombre de topografía a la disciplina o técnica que se encarga de describir de manera detallada la superficie de un determinado terreno. Esta rama, según se cuenta, hace foco en el estudio de todos los principios y procesos que brindan la posibilidad de trasladar a un gráfico las particularidades de la superficie, ya sean naturales o artificiales (Cruz Ramos, 2015).

**Estudio de suelos.** Un estudio de suelo es el que nos permite conocer las características físicas y geológicas del suelo, desde la secuencia litológica, las diferentes capas y su espesor, la

profundidad del nivel del agua subterránea, hasta la capacidad de resistencia de un suelo o una roca. También nos permite conocer el tipo de cimentación más adecuado para el tipo de obra a construir, así como los establecimientos de la estructura en relación al peso que va a soportar (Dossa, 2017).

**Diseño estructural.** Es una de las áreas donde se desarrolla la Ingeniería Civil y se realiza a partir de las potencialidades que un material puede ofrecer así como sus características naturales que lo hacen específico, su bajo costo y las propiedades mecánicas que posee (EcuRed, 2017).

**Costos y presupuestos.** La construcción de una obra civil es una tarea que puede parecer abrumadora en un principio. Hay mucho que hacer y mucho que planificar. Sin embargo, con la ayuda de un profesional experimentado, la tarea se puede lograr. Cuando se está preparado para construir un nuevo edificio, casa habitación, etc. una de las primeras preguntas que nos hacemos es: ¿Cuánto va a costar todo esto? y ¿Cómo se puede determinar el costo total? Una cosa que es importante recordar es que el costo de construcción del edificio en sí, es sólo una parte del total del gasto. Realmente llevar a cabo la construcción es el mayor gasto en condiciones normales, pero hay otros gastos que son esenciales y no deben subestimarse.

Los principales elementos que componen un presupuesto total del proyecto pueden ser:

1. Gastos de compra de terreno
2. Levantamiento Topográfico y de linderos.
3. Estudios Geológicos y de subsuelo
4. Estudios de impacto ambiental.

5. Precio realización presupuesto de obra.
  6. Programación de obra.
  7. Diseño arquitectónico
  8. Diseño Urbanístico si fuese necesario
  9. Diseño Estructural
  10. Diseño de Interiores.
  11. Maquetas, perspectivas, copias planos, ambientaciones, presentaciones 3D.
  12. Diseño aislamiento acústico.
  13. Diseño eléctrico y de iluminación
  14. Diseño aislamiento y acondicionamiento climático.
  15. Diseño saneamiento – aguas
  16. Diseño y estudio sistemas anti-incendios.
  17. Diseño y estudios redes de Gas y energía solar Ingeniería Civil Costos y presupuestos 18.
- Construcción de la Edificación.
19. Señales de circulación y evacuación.
  20. Tasas de Inspección.
  21. Gastos de licencias de obra.
  22. tasas de conexión a las redes de servicios públicos.
  23. Tasas permisos por usos especiales.
  24. Seguros y primas de Construcción.
  25. Seguros y primas de Edificios.
  26. Mobiliarios y Equipos.
  27. Costos de formalización y cancelación de préstamos.
  28. Intereses sobre los préstamos.

## 29. Otros.

La forma de poder llegar al costo total de una obra, es mediante la elaboración de un presupuesto valorativo detallado. El presupuesto valorativo detallado es aquel presupuesto donde se descompone cada concepto de obra y los precios de cada elemento que constituye el precio unitario se pueden estudiar y analizar tanto desde el punto de vista de su rendimiento, desperdicio y costo. Como su nombre lo indica muestra detalladamente el valor de cada unidad de obra y de los elementos que la constituyen. Es la mejor herramienta para analizar cada elemento para buscar su optimización desde el punto de vista de mejorar rendimiento y reducir costos (Beltran Razura, 2012).

**Planificación de obra.** El tiempo disponible para realizar cada tarea lo determinan las fechas en que se produce su inicio y su terminación. La duración de una actividad puede reducirse añadiendo recursos adicionales que, desgraciadamente, incrementan su coste. Existe la posibilidad de modificar los recursos asignados a cada tarea para ajustarse a las condiciones más convenientes, según las contingencias que se presenten durante la ejecución de la obra. Estos cambios producen una aceleración o deceleración en la realización de ciertas actividades con el consiguiente aumento o disminución de su coste directo. Se produce, por tanto, una correspondencia entre el coste directo de cada actividad y el tiempo invertido en su ejecución que proporciona la posibilidad de un ajuste costes-tiempos, adaptable a las necesidades de plazo o a la inversión económica del momento (Yepes Piqueras, 2016).

**Calidad.** La calidad está asociada a muchas definiciones dependiendo del enfoque que se busque resaltar. Uno de los enfoques típicos es definir Calidad desde la perspectiva del cliente o

consumidor final. Básicamente se dice que un producto o servicio es de calidad se satisface adecuadamente las expectativas de dicho cliente. En esta definición queda de manifiesto que la calidad es un concepto relativo y depende de la valoración que tiene una persona por las prestaciones de un producto o servicio. De esta forma se explica que un mismo producto puede ser percibido (en términos de calidad) en forma distinta por 2 personas; más aún, una misma persona dependiendo de la oportunidad, estado de ánimo, etc., puede estar más o menos conforme con un producto o servicio que este consumiendo (Gestión de Calidad Total .com, 2017).

**Impacto ambiental.** El impacto ambiental es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada, en términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Gestion de recursos naturales, 2016).

**Seguridad industrial.** La Seguridad Industrial es el sistema de disposiciones obligatorias que tienen por objeto la prevención y limitación de riesgos, así como la protección contra accidentes capaces de producir daños a las personas, a los bienes o al medio ambiente derivados de la actividad industrial o de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones o equipos y de la producción, uso o consumo, almacenamiento o rehecho de los productos industriales (Departamento de Desarrollo Económico e Infraestructuras, 2017).

**Impacto social.** La evaluación de impacto social (EIS) actualmente se concibe como el proceso de identificación y gestión de los temas sociales de los proyectos de desarrollo, incluyendo el involucramiento de las comunidades afectadas a través de procesos participativos de identificación, evaluación y gestión de los impactos sociales. Si bien aún se la emplea como mecanismo para predecir el impacto y como instrumento para que se consideren esos impactos sociales antes de que las entidades regulatorias decidan expedir permisos o licencias, es igualmente importante su función como parte de la gestión continua de los impactos sociales durante todo el ciclo del desarrollo del proyecto, desde su concepción hasta la etapa posterior al cierre (Vanclay, 2015).

**Asentamiento inmediato.** Asentamiento inmediato o también llamado elástico se presenta inmediatamente después de que el suelo recibe una sobrecarga. Se debe al cambio en los esfuerzos cortantes en la masa de suelos, esta deformación ocurre con rapidez, el volumen del cuerpo que soporta la carga permanece virtualmente inalterado.

A medida que el área cargada se asienta, la superficie alrededor de ésta se eleva en una cantidad que equilibra el volumen de hundimiento. Los asentamientos inmediatos dependen de las propiedades de los suelos a bajas deformaciones, en cuyo caso puede aceptarse el comportamiento elástico, de la rigidez y extensión de la fundación (Cadena Rivera, 2017).

**Escenario deportivo.** Es toda instalación construida o adecuada para la práctica de un deporte determinado y legalmente reconocido por el Estado colombiano por intermedio de la autoridad competente respectiva incluyendo todas sus dependencias internas y externas y vías de ingreso y egreso aledañas a dichos escenarios (Congreso de Colombia, 2012).

**Plan de gestión integral de obra.** Es una herramienta facilitadora al alcance de los contratistas, ejecutores, interventores de obra civil, que permite observar los requisitos técnicos, de seguridad y salud en el trabajo, ambientales en el marco del sistema de Gestión Integral del Departamento para la Prosperidad Social, aplicables a las obras civiles y facilita realizar obras cumpliendo los estándares, respetando el medio ambiente, cuidando a los trabajadores y la comunidad en donde se realiza la obra. Este documento es una guía para la elaboración de un plan de gestión integral de obra en donde se observen los requisitos desde los tres ejes, calidad, seguridad y salud en el trabajo y ambiental, se determina los aspectos a controlar, se planea el control, los criterios que nos permitirán decidir si cumple o no, la periodicidad y las evidencias que se van a dejar de este seguimiento en cada uno de los ejes (Departamento para la prosperidad social, 2016).

Esta guía es el resultado de un desarrollo a través de los años y sus aplicaciones, que reúne las experiencias de muchos constructores, interventores, operadores y usuarios del grupo de trabajo de Infraestructura y Hábitat y que continúa dinámica para responder a las necesidades del sistema de gestión integral y de los requisitos legales, (técnicos, ambientales, de seguridad y salud en el trabajo) y los propios que fije DPS. Generalmente con la guía se entrega unas plantillas de PGIO, tipo ejemplo por sector, el objetivo es servir de referencia, el PGIO ejemplo debe ser adecuado y ajustado a las condiciones específicas de cada obra y aprobada por las partes interesadas, es decir la ajusta el constructor y la aprueba la interventoría para finalmente ser aprobada por el DPS (Departamento para la prosperidad social, 2016).

## 2.4 Marco teórico.

Hacia finales del siglo XIX el desarrollo técnico había creado un serio problema de construcción. El progreso requería de edificios funcionales en los que ubicar fábricas, bancos, mercados cubiertos, estaciones ferroviarias; y para levantar estos edificios hacían falta nuevos materiales y nuevas teorías constructivas. Debido al auge de la construcción, durante el siglo XIX se fue desarrollando la teoría de estructuras de barras. S. Whipple (1804- 1888), K. Cullman (1821-1881) y J.W.Schwedler (1823-1894) formularon los principios de los entramados planos estáticamente determinados (Torroja Miret, 2015).

Navier estudió la flexión de vigas y desarrolló un método para resolver problemas hiperestáticos basado en la integración de la ecuación diferencial de la viga (1821); fue también el primero en resolver el problema de una estructura articulada. En 1857 Clapeyron enunció su teorema de los tres momentos que permitió resolver, de forma relativamente sencilla, los problemas de vigas continuas. En 1859, Kirchhoff estudió los problemas de flexión y torsión combinadas, y Bresse analizó la deformación y distribución de tensiones en arcos. Jouravski en 1856, Rankine en 1858, y finalmente Grashof en 1878, perfeccionaron la teoría de la flexión simple introduciendo la influencia de las tensiones tangenciales en la deformación de las vigas (Torroja Miret, 2015).

El trabajo de los ingenieros estructuralistas que diseñaban estructuras articuladas se vio facilitado con la aparición de los métodos gráficos de Mohren 1874, y Cullman en 1875, y con el método de Ritter en 1883. Los problemas de placas y láminas se comienzan a estudiar a partir de la célebre memoria "De Sono Campanorum" de Euler publicada en 1766. Lagrange propuso, en

1811, la ecuación diferencial de las placas y Navier resolvió, en 1820, el problema de la placa rectangular apoyada en sus cuatro lados. Kirchhoff definió en 1850 la deformación de las placas de pequeño espesor mediante dos condiciones: las normales a la superficie media se mantienen rectas, y normales a la superficie media desplazada, y la superficie media se desplaza transversalmente pero no se deforma. Mindlin propuso, en 1936, una teoría aplicable a placas de gran espesor.

Los problemas de placas han sido ya resueltos en la mayoría de los casos de aplicación práctica, mereciendo resaltarse los trabajos de Levy en 1899, y Nadai en 1915, sobre placas rectangulares apoyadas en dos lados opuestos, los de Koyalovich en 1902, y Boobnov en 1914, sobre placas empotradas y el método de las superficies de influencia de Westergaard, publicado en 1930, de una gran difusión entre los proyectistas. La teoría de láminas ha seguido un desarrollo más lento debido a su mayor complicación mereciendo citarse los trabajos de Love, quien enunció, en 1888, la teoría general de láminas cilíndricas, y los de Reissner, quien propuso, en 1912, un sistema de ecuaciones diferenciales para resolver los problemas de láminas con forma de superficie de revolución.

El hierro adquirió importancia en la construcción después de 1850. A la terminación del siglo XVIII sólo se utilizaba para cubiertas y en la fabricación de clavos, bulones,...; si se utilizaba alguna vez en la construcción era en elementos verticales para sostener pesos pues comportándose bien en compresión no resistía flexiones. Dos grandes innovaciones que potenciaron el uso del hierro en la construcción fueron el procedimiento de fabricación del acero Bessemer (1850) y la invención del laminado (1862) que permitió la producción en gran escala de hierro en planchas. Pronto se evidenció la ventaja del hierro laminado en la construcción;

hasta 1770 se habían empleado barras por ejemplo en la construcción de arcos, pero su uso se hacía de forma restringida y pronto fue abandonado en favor de las viguetas IPN. Poco después se calcularon las secciones más corrientes y se produjeron estas viguetas en forma masiva.

El desarrollo de la construcción metálica está marcado en los siglos XIX y XX por algunos hechos relevantes de los cuales se destacan los siguientes; en 1801 se construyó la primera estructura metálica de edificio en Inglaterra; Joseph Paxton construye en Londres el Crystal Palace, hecho con vidrio y metal, para que albergara la primera Exposición Universal de 1851; en 1820, Telford inició la construcción de un puente colgante (sus originales cables de hierro fueron substituidos en 1940 por cables de acero) sobre los estrechos Menai, en el norte del País de Gales; en 1881 se descubre y desarrolla la soldadura por arco eléctrico; en 1889 y con motivo de la Exposición Universal, se construye en París, utilizando viguetas metálicas ensambladas en el lugar, la torre Eiffel con 300 m de altura; en 1931, con una altura de 380 m se construye la estructura de acero del Empire State Building en New York y en el mismo año se utilizan hilos de acero estirado en frio en la construcción en New York, por el ingeniero suizo O.H. Ammann, del puente George Washington de 1067 m de luz; en 1973 construcción en New York de los dos edificios del World Trade Center con 442 m de altura; en 1974 construcción, en Chicago, de la Torre Sears con 110 pisos y 410 m de altura cada una; en 1981 realización del puente colgante Humber en Hull (Gran Bretaña) con 1410 m de vano central y en 1998 el puente colgante Akashi Kaikyo en Japón con 1990 m de luz central.

El cemento adquirió importancia como material constructivo después que el acero. Aunque el cemento Portland apareció al principio del siglo XIX (en 1824, J. Aspdin era

beneficiario de una patente inglesa para la "fabricación del cemento Portland"), no es hasta la invención del hormigón armado que este material ocupó un lugar de primera línea en el mundo de la construcción, abriendo nuevos horizontes y posibilidades en el diseño de estructuras. Los ingenieros constataron enseguida que el cemento resultaba particularmente eficaz combinado con el acero. La idea de combinar la piedra y el metal en la construcción data de comienzos del siglo XIX pero solo con el cemento Portland pudo ser puesta en práctica.

Entre las principales ventajas que se encontraron enseguida al hormigón armado estaban su carácter monolítico, la libertad en la elección de formas, la buena durabilidad, su buena resistencia al fuego y la economía de ejecución gracias a la utilización de materias primas poco costosas; sin embargo, resultaban evidentes desventajas la influencia desfavorable del elevado peso propio, un aislamiento térmico débil que requiere la previsión de medidas de protección suplementarias y la necesidad de complicados trabajos de modificación o demolición.

El proceso de avance en la técnica del hormigón armado a lo largo de los siglos XIX y XX está jalonado por hitos reseñables; en 1848, J.L. Lamblot construye una barcaza de hormigón armado (¡para el transporte de flores!); en 1852, F. Coignet diseña y construye el primer inmueble de hormigón con perfiles de hierro embebidos; en 1875, J. Monier proyecta el primer puente para peatones y obtiene patentes para tuberías, depósitos, traviesas de ferrocarril,...; en 1886, G. Wayss plantea las bases teóricas de aplicación del nuevo material constructivo; en 1892, F. Hennebique y E. Coignet utilizan el hormigón en diferentes estructuras monolíticas (placas nervadas, vigas continuas,...); entre los años 1888 y 1900, se proyectan diversos puentes y viaductos en toda Europa; en 1902, E. Mörsch desarrolla la primera teoría completa del hormigón armado; a lo largo del primer cuarto del siglo XX empiezan a surgir las primeras ideas sobre el

hormigón pretensado. La aparición del hormigón armado modificó los tipos estructurales y complicó, de forma apreciable, el cálculo de estructuras al aparecer los entramados de barras con nudos rígidos. Aunque Clebsch ya había definido en 1862 el método de los desplazamientos (método posteriormente modificado en 1815 por Maney, y en 1926 por Ostenfeld), el paso decisivo lo dio Cross con la publicación, en 1932, de su método iterativo para resolver problemas de entramados intraslacionales. Este método se ha ido perfeccionando desde entonces e incluso se han propuesto otros métodos iterativos semejantes, como son el de Kani o el de los grados de empotramiento de Torroja.

A lo largo del siglo XX los ingenieros estructuralistas han asistido, también, al nacimiento de nuevos materiales, técnicas y formas estructurales. El aluminio, los aceros de alta resistencia, hormigones especiales, plásticos, maderas laminadas y materiales compuestos han irrumpido con fuerza en el mundo de la Ingeniería Estructural. Las nuevas técnicas incluyen la introducción de investigación experimental, el uso de la soldadura eléctrica, el hormigón pretensado, el desarrollo de nuevos métodos constructivos y el cálculo con ordenadores. Los avances en formas estructurales incluyen los grandes tableros de los puentes, los records de altura en los edificios, las láminas y paneles, las estructuras membrana (Torroja Miret, 2015).

## **2.5 Marco legal.**

Para el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta, el artículo 52 de la Constitución Política de Colombia, donde se contempla el derecho al deporte, siendo este un derecho social que posee los colombianos, de igual forma la Ley 49 de 1983 donde se constituyen las juntas administradoras seccionales de deporte y reorganiza las juntas municipales, la Ley 50 de 1983

que otorga facultades extraordinarias al presidente de la república para orientar, reglamentar, supervisar y estimular el deporte, la educación física y la recreación en todo el territorio nacional, el reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, que especifica el reglamento para los diseños sismo-resistente para edificaciones.

De igual forma la Norma Técnica Colombiana NTC 4595 – 4596, menciona la forma de diseñar estructuras de cimentación de acuerdo a la NSR-10 y por último la Ley 400 de 1997, que adoptan normas sobre construcciones sismo resistente.

La Constitución Política de Colombia en el Capítulo II, “De los derechos sociales, económicos y culturales”, artículo 52, contempla el derecho al deporte así: “Se reconoce el derecho de todas las personas a la recreación, a la práctica del deporte y el aprovechamiento del tiempo libre. El Estado fomentará estas actividades e inspeccionará las organizaciones deportivas, cuya estructura y propiedad deberán ser democráticas.” Este artículo fue modificado por el Acto Legislativo 002 de 2000, que expresa: “El ejercicio del deporte, sus manifestaciones recreativas, competitivas y autóctonas tiene como función la formación integral de las personas, preservar y desarrollar una mejor salud en el ser humano.

El deporte y la recreación forman parte de la educación y constituye gasto público social. Se reconoce el derecho de todas las personas a la recreación, a la práctica del deporte y al aprovechamiento del tiempo libre. El Estado fomentará estas actividades e inspeccionará vigilará y controlará las organizaciones deportivas y recreativas cuya estructura y propiedad deberán ser democráticas.” (República de Colombia, 2012)

La Ley 49 de 1983 constituye las juntas administradoras seccionales de deporte y reorganiza las juntas municipales.

La Ley 50 de 1983 otorga facultades extraordinarias al presidente de la república para orientar, reglamentar, supervisar y estimular el deporte, la educación física y la recreación en todo el territorio nacional (Congreso de Colombia, La Ley 50 de 1983 , 2011).

De otra parte el (Ministerio de ambiente, 2011). Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. Mediante Decreto No 926 del 19 de Marzo de 2010, promulgado por el Gobierno Nacional se adoptó el reglamento de diseños sismo-resistente para edificaciones; este viene a ser una actualización del reglamento adoptado en el año de 1998 y conocido como la NSR-98.

Norma Técnica Colombiana NTC 4595 – 4596. Diseño de estructuras de cimentación de acuerdo a la NSR-10. Esta norma establece los requisitos para el planeamiento y diseño físico-espacial de nuevas instalaciones deportivas y escolares, orientado a mejorar la calidad del servicio educativo en armonía con las condiciones locales, regionales y nacionales (Norma Técnica Colombiana NTC 4595, 2017)

Ley 400 de 1997. Por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistente. La presente Ley establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de

resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que éstas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos (República de Colombia, Ley 400 de 1997, 2011).

## Capítulo 3. Diseño metodológico

### 3.1 Tipo de investigación.

La investigación descriptiva, narra de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés. Aquí los investigadores recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento. Su objetivo es llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. (Tamayo, 1999)

Para la presente investigación, se utilizará la descriptiva, ya que a través de esta metodología se puede realizar un análisis de los estudios previos existentes de altimetría, planimetría y caracterización geotécnica de la zona, para definir los parámetros de diseño, como esfuerzo admisible del suelo y coeficiente de balasto, proponer los diseños estructurales del cerramiento, gradería y cubierta de gradería, según lo exigido en la norma sismo resistente NSR-10, calcular los costos y presupuestos del proyecto, mediante el análisis de precios unitarios y programación de obra, a partir del valor de cada material en el mercado actual.

Para ello, en primer lugar se recurrirá a la información bibliográfica existente al respecto, en el municipio de Pelaya, Cesar, posteriormente el procesamiento de la información obtenida y

por último al análisis de los datos que permiten determinar las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

El enfoque metodológico que se empleará para realizar esta investigación es el basado en métodos cualitativos, siendo esta la que se recogen y analiza datos cuantitativos sobre variables. Los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas. La diferencia fundamental entre ambas metodologías es que la cuantitativa estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas y la cualitativa lo hace en contextos estructurales y situacionales. La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede.

De otra parte los datos se tomarán a partir de un análisis realizado a los estudios topográficos y geotécnicos existentes de la zona, elaborados por la alcaldía municipal del municipio de Pelaya, que servirán para plantear los diseños estructurales del cerramiento, gradería y cubierta de gradería.

### **3.2 Población.**

La población objeto de estudio estuvo conformada por los habitantes del municipio de Pelaya, Cesar, es decir 15.741, quienes fueron beneficiados con la construcción del escenario deportivo y específicamente el barrio 2 de febrero y barrios aledaños con 2.343 habitantes.

### 3.3 Muestra.

La muestra es la parte de una población sobre la que se efectuó un estudio estadístico, y en este caso se manejara aleatoria. Para el desarrollo de la investigación se tomó la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{(N-1)d^2 + Z^2 pq}$$

Dónde:

n = muestra

Z = indicador de confianza= 1,96

N = población = 2.343

p = Probabilidad de que ocurra el evento= 0,5

q = Probabilidad de que no ocurra el evento= 0,5

d = error de población dispuesto asumir = 0,05

$$n = \frac{(2.343)(1.96)^2(0,5)(0,5)}{(2.343 - 1)(0,05)^2 + (1,96^2)(0,5)(0,5)}$$

$$n = \frac{2250}{7}$$

n = 321 habitantes a encuestar

### 3.4 Técnica e instrumentos de recolección de información.

Técnica acciones que se utilizan para la realización de una investigación; para este proyecto investigativo se utilizaron las siguientes técnicas: Observación simple: verificando el

objeto de la investigación, identificar la localización del escenario, determinar las condiciones físicas en que se encuentra permitiendo así dar una visión más amplia que permita diagnosticar y concretar un plan de trabajo.

De igual forma los datos recolectados deben ser tomados por medio de memorias de cálculo para facilitar su análisis y procesamiento, de manera que se cuente con la información exacta para el diseño estructural. Los resultados se presentarán en planos elaborados en AUTOCAD, SAP 2000 y EXCEL.

Revisión bibliográfica: utilizando los recursos que brinden el medio, esta investigación se realizará tomando herramientas encontradas en las diferentes bibliotecas de nuestra ciudad; encabezada por la biblioteca de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, además utilizar fuentes informáticas como las páginas de internet y buscadores virtuales.

## Capítulo 4. Administración del proyecto

### 4.1 Recursos humanos.

Para desarrollar la investigación se contará con la participación de las siguientes personas;

DEMIS JOHE MARTÍNEZ BENÍTEZ, estudiante

YADIRIS CARRASCAL RAMOS, estudiante

WILLINTON HERNESTO CARRASCAL MUÑOZ, director del trabajo de grado

### 4.2 Recursos institucionales.

Biblioteca Argemiro Bayona, de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Hemeroteca de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Alcaldía Municipal de Pelaya, Cesar

### 4.3 Recursos financieros

#### INGRESOS

TOTAL INGRESOS	\$1.250.000
----------------	-------------

#### EGRESOS

Papelería	\$ 100.000
-----------	------------

Fotocopias	\$ 50.000
------------	-----------

Transporte	\$ 500.000
------------	------------

Impresión	\$ 50.000
Empaste	\$ 50.000
Imprevistos	\$ 100.000
Aportes tecnológicos	\$ 400.000

**Herramientas****Planos****Memoria**

TOTAL EGRESOS		\$1.250.000
SUMAS IGUALES	<u>\$1.250.000</u>	<u>\$1.250.000</u>

## Capítulo 5. Presentación de resultados

### **5.1 Análisis de los estudios previos existentes de altimetría, planimetría y caracterización geotécnica de la zona, para definir los parámetros de diseño, como esfuerzo admisible del suelo y coeficiente de balasto.**

En la construcción de obras civiles, no solo basta tener en cuenta las variables que involucra el diseño de la estructura, sino que debe realizarse un estudio geotécnico que permita establecer las propiedades geo mecánicas, que determinan las condiciones necesarias de estabilidad permitiendo de esta manera dar las recomendaciones pertinentes en cuanto a los procesos de diseño de la estructura y cimentación.

A continuación se analizan las propiedades físicas del suelo de fundación, localización del nivel del agua subterránea o freático, identificación de los problemas inherentes al suelo, formación geológica, topografía de la zona, características hidrogeológicas del sitio, estratigrafía, análisis de capacidad portante, asentamientos y estabilidad, Para lo cual se hizo necesario realizar un exhaustivo trabajo de campo y ensayos de laboratorio, teniendo en cuenta los lineamientos generales de las norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente NSR – 10; igualmente se contó con el apoyo de la alcaldía Municipal la cual facilito información clara y concisa con el fin de optimizar el desarrollo de la obra proyectada.

## Aspectos generales del estudio

**Aspectos de localización.** La zona de estudio se localiza en la calle 3 con carrera 8 del barrio 2 de febrero, del municipio de Pelaya Cesar.

Pelaya es un municipio de Colombia situado al nordeste del país en el departamento del Cesar. Tiene una extensión total de 371,3 km<sup>2</sup>, cuya extensión de área urbana es de 4 km<sup>2</sup> y de área rural es de 367,3 km<sup>2</sup>. La altitud de la cabecera municipal es de 50 msnm y tiene una temperatura media de 31°C. Según censo del 2015 el número de habitantes es de 17.910. Limita Al Norte; con el municipio de Pailitas; al Sur con el municipio de la Gloria; al Este con el Departamento de Norte de Santander y al Oeste; con el municipio de Tamalameque.

Los recursos hídricos son las ciénagas de Castilla y San Bernardo, las quebradas la Virgen y El Carmen. Gran parte de su territorio es plano, pero también tiene área de montaña con la cordillera oriental. Agricultura y ganadería son los renglones productivos de Pelaya. Conmemora fiestas en honor de Nuestra Señora de los Dolores, el 20 de enero; Semana Santa y San Ángel Custodio. (Pérez Acosta, 2016).

En este sitio se proyecta construir una cancha múltiple en pavimento rígido de 28 m de largo x 15 m de ancho, más dos metros libres de obstáculos alrededor de la cancha como mínimo, para deportes principalmente Baloncesto y microfútbol, cumpliendo con las medidas mínimas recomendadas para la construcción de este tipo de centros deportivos. La propuesta señala un área total de 798,44 m<sup>2</sup>.

**Características generales del terreno.** El terreno se encuentra localizado sobre un área totalmente plana del casco municipal rodeada de construcciones de un piso, en el lugar no se observan inclinaciones que indiquen movimientos recientes, las vías municipales que están a su alrededor se encuentran sin pavimentar.

Presentando las siguientes características:

El sitio de estudio se caracteriza por ser un área rodeada de árboles de gran tamaño.

Actualmente tiene un muro de cerramiento en bloques

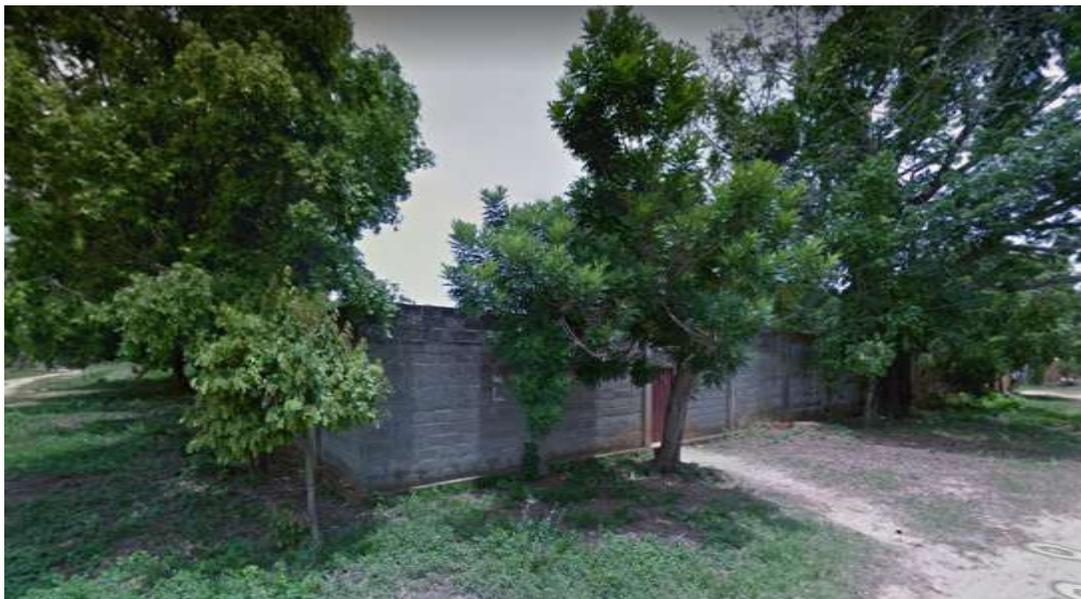


Foto 1. Plano de localización del lote estudiado. Calle 3 con carrera 8 Barrio 2 de Febrero

Fuente. Google Maps

**Características topográficas del terreno.** Para determinar las características topográficas del terreno fue necesario hacer un reconocimiento visual del mismo, con el fin de establecer la ubicación de las estaciones y elegir el método a utilizar para la medida de los lados y ángulos de cada uno de los vértices asumidos.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se realizó el levantamiento topográfico haciendo uso del teodolito y efectuando el procedimiento por el método de la poligonal cerrada, para lograr la medición de los ángulos horizontales con el fin de calcular las coordenadas de ubicación de cada uno de los vértices tomados y hallar el área del terreno donde se realizara el proyecto.

En la obtención de los datos de campo se tomó como referencia una estación, debido a que el terreno es plano y cuenta con visibilidad de cada uno de los vértices asumidos, brindando la facilidad para la consecución de la información referente a cada uno de estos vértices siendo esta necesaria para delimitar el terreno y obtener los respectivos ángulos para el cálculo de las coordenadas. Cabe resaltar que en la medición del azimut de uno de los lados de la poligonal se hizo uso de un GPS, y se tomaron distancias con cinta métrica a cada lado de la poligonal ya que estas son de gran importancia para el cálculo de la misma y su representación gráfica. A continuación se muestran las coordenadas obtenidas a partir de los datos recogidos en campo y su respectiva representación gráfica.

**Tabla 1.**

*Calculo de azimut y proyecciones*

VERTICE	AZIMUT	DISTANCIA (m)	PROYECCIONE		COORDENADAS	
			S		X	Y
			X	Y	X	Y
1					646064,023	960580,682
2	69°26'31,09''	86,962	81,424	30,536	645982,599	960550,146
3	335°45'38,96''	51,357	-21,084	46,83	646003,683	960503,316
4	247°59'0,76''	81,772	-75,809	-30,653	646079,492	960533,969
1	161°40'37,1''	49,208	15,472	-46,713	646064,023	960580,682

Tabla 1. (Continuación)

VERTICE	ANGULO INTERNO	RUMBO
1	87°45'54,0''	S69°26'33,80''O
2	86°19'7,87''	S24°14'18,34''E
3	91°13'21,8''	N67°59'03,46''E
4	93°41'36,34''	N18°19'20,20''O
1		

Fuente. Autores del proyecto

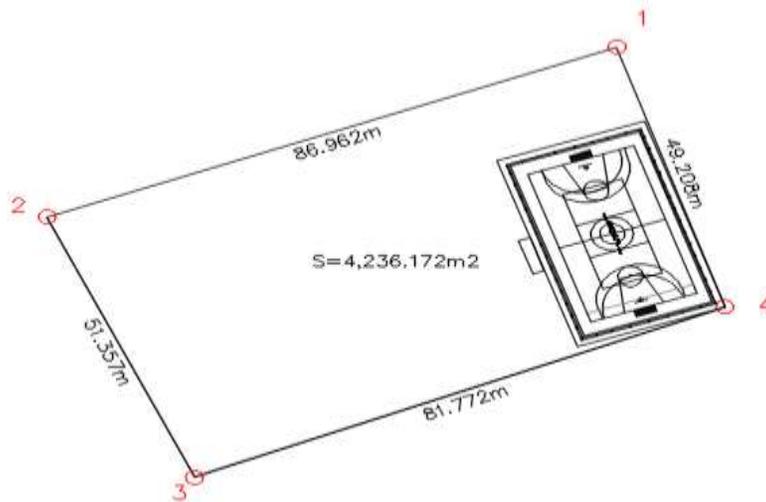


Figura 2. Plano de localización de la cancha

Fuente. Autores del proyecto

### Características geológicas regionales y locales.

**Geología Local.** Los estudios relacionados han agrupado los materiales geológicos de acuerdo a su edad en siguientes periodos: Precretácios, cretáceos, terciarios). La parte montañosa se encuentra conformada por el flanco occidental de la cordillera oriental y en ella se encuentran rocas Metamórficas, Ígneas y Sedimentarias.

**Rocas metamórficas,** Estos materiales presentan edades que se remontan al pre-devónico, su litología evidencia la ocurrencia de eventos orgánicos, que no han sido conocidos. La presencia en la superficie indica un alto nivel de erosión a que ha sido expuesto el macizo durante un largo periodo de la historia geológica. Las rocas de medio a bajo grado de metamorfismo, con minerales variados como neiss, cuarzo, sericitas, exquisitos, moscovita y plagioclasa, que han sufrido metamorfismo que afectó su composición cristalina. Se encuentran: Unidad Metasedimentaria de la virgen (Pzmv): Royero y otros (en elaboración), describen la Unidad Metasedimentaria de la quebrada la Virgen, Por sus características y débil metamorfismo es correlacionable con los Metasedimentos de Manaure.

Para fijar la edad de los sedimentos de la Virgen, en el informe respectivo, se mencionan estudios recientes que la sitúan en el Silúrico y esta edad se conserva en el presente informe para las dos unidades. 4 Rocas pertenecientes al paleozoico, que de esta edad afloran en la región oriental de la plancha donde forman una franja de dirección NW-SE, que continúa hacia el Norte y Sur del área, en las planchas 55, El Banco y 66, Miraflores.

Se denomina con este nombre informal, a una sucesión de rocas metasedimentarias que afloran al Nororiente de la Plancha 65, con buenos afloramientos en las quebradas La Sabana (cuadrícula E-12), La Lejía (C-12), Singararé (C-12), Barro Blanco (B-12), La Floresta (A-12) y Honda (A-11). La exposición más completa de esta secuencia se encuentra en la Quebrada La Virgen, localizada al Nororiente de Piedecuesta (D-12). La Unidad Metasedimentaria de La Virgen está compuesta por rocas sedimentarias que han sido afectadas por metamorfismo regional de bajo a muy bajo grado, dispuestas en capas delgadas y medianas. Esta unidad en el

área está constituida por metareniscas, metalimolitas, metalodolitas, metaconglomerados y en menor proporción filitas.

Se trata de una unidad, cuyo límite inferior y superior están fallados, encontrándose enmarcada entre las fallas Santa Marta- Bucaramanga y Bolazul al Occidente y la Falla Caracolí al Oriente. El espesor aproximado aflorante en la Quebrada Barro blanco es de 2.200 m, donde se levantó y describió una columna estratigráfica. Su edad aún no está definida pero se correlaciona tentativamente con la parte media - superior de la Serie de Perijá de edad cambro-ordovícica (FORERO, 1969, 1970), igualmente podría correlacionarse con la secuencia metasedimentaria que aflora entre Silos y Guaca (Santander), que en concepto oral de A. Forero (en CLAVIJO, 1995), es de edad predevónica, posiblemente silúrica, cartografiada por Ward, et al. (1973) como Formación Floresta Metamorfizada; probablemente es equivalente a la parte del Grupo Quetame que fue datada del Silúrico inferior (GROSSER y PROSSL, 1991).

En la Cordillera Central es posible compararla con la Formación Amoyá (NUÑEZ, et al., 1984) de edad paleozoica. Neis de Bucaramanga (PEmb): Nombre utilizado por Ward, D. et al. (1973) para definir un conjunto de rocas de origen sedimentario afectadas por un alto grado de metamorfismo regional, constituido por neises y migmatitas. Esta unidad tiene como localidad tipo el frente montañoso al Oriente de 4 Documento extraído de Ingeominas seccional Bucaramanga, memoria explicativa de las planchas 65 Tamalameque DOCUMENTO TECNICO 34 Bucaramanga, representado por los cerros Judía y Morro Negro, donde aflora y conforma el basamento del Macizo de Santander (Pérez Acosta, 2016).

Estas rocas se localizan hacia el sector nororiental de la plancha y están bien expuestas en el cauce de las quebradas Barro Blanco (cuadrícula B-12), La Floresta (A-11) y Honda (A-11), donde están compuestas por paraneises cuarzo feldespáticos, biotíticos, hornbléndicos y cantidades menores de anfibolitas, granulitas (?) y migmatitas. En su estudio petrográfico se utilizaron las clasificaciones de rocas metamórficas Winkler (1979) y Miyashiro (1973).

La unidad presenta contactos tectónicos al Oriente y Occidente asociados al sistema de Falla Santa Marta-Bucaramanga. Las dataciones radiométricas (K/Ar) en áreas adyacentes (planchas 66 y 76), determinan una edad precámbrica para esta unidad (GOLDSMITH, R. et al., 1971). El Neis de Bucaramanga ha sido correlacionado con rocas metamórficas precámbricas de la Guajira (RADELLI, 1962), Macizo de Garzón (RADELLI, 1962a), Serranía de la Macarena (GANSSER, 1954) y Sierra Nevada de Santa Marta (GANSSER, 1955; TSCHANZ, CH. et al., 1969, 1974). Formación de luna (Ksl): El nombre fue inicialmente utilizado por A. Garner (en JULIVERT, M. et al., 1968) y adaptado por Morales, L. et al. (1958) en el Valle Medio del Magdalena para una secuencia similar a la existente en el área de Concesión Barco. Esta unidad aflora en la región oriental de la plancha y está bien expuesta en las quebradas Cuaré (cuadrícula G-11), El Carmen (F-11), La Sabana (E-11) y Caño Juan (D-11) (Pérez Acosta, 2016).

En el cauce de la Quebrada Cuaré (cuadrícula G-11) se describió y midió una secuencia de la Formación La Luna, de 46 m de espesor, conformada por calizas micríticas y biomicríticas, en capas delgadas, con intercalaciones de lodolitas calcáreas, gris oscuras y calizas arcillosas, con amonites, impregnadas de petróleo, presentan concreciones hasta de 2,30 m de diámetro mayor, con delgadas intercalaciones de lodolitas calcáreas, con foraminíferos y chert gris oscuro en capas hasta de 0,20 m de espesor; lodolitas calcáreas grises, interpuestas con calizas micríticas,

con amonites y areniscas grises, grano fino, con intraclastos arcillosos, en capas delgadas, planas paralelas. La Formación La Luna en el Valle Medio del Magdalena, es subdividida en tres miembros: el inferior Salada, el intermedio Pujamana y el superior Galebo (MORALES, L. et al., 1958). La secuencia aflorante de esta unidad en el área de estudio, es comparable en parte con la secuencia correspondiente al miembro Pujamana (Pérez Acosta, 2016).

El contacto entre la Formación La Luna y la infrayacente Formación Simití es fallado y su parte superior no aflora en el área, está cubierta por depósitos cuaternarios. También se presenta en contacto fallado con rocas de la Unidad Volcanoclásticas de Noreán. La edad de la Formación La Luna en el Occidente venezolano es Coniaciano a Santoniano (RENTZ, 1959); en el área de la Concesión Barco le han asignado Cenomaniano a Turoniano y posiblemente Coniaciano (NOTESTEIN, F. et al., 1944; RICHARDS, 1968); en el Valle DOCUMENTO TECNICO 35 Medio del Magdalena la han datado del Turoniano inferior a Santoniano (MORALES, L. et al., 1958), edad que se acoge para esta unidad en el área de la Plancha 65.5 Término introducido por Garner en 1926 en Venezuela como "La Luna Limestone" para una sección de lutita calcárea, negra, fosilífera con concreciones de calizas negras. Se le ha ubicado en el Cretáceo Superior entre el Coniaciano y el Santoniano.

En la Serranía de Perijá reposa concordante y neto sobre el grupo Cogollo y en superficie no infrayace a ninguna otra unidad litoestratigráfica. García (1990), postula un adelgazamiento de La Luna en el sentido oeste y noreste de la Cuenca del Cesar, teniéndose como base el registro de la unidad en 6 pozos perforados en los cuales la formación presenta un espesor variable entre 150 y 450 m. Consta de una alternancia de lutitas negras carbonosas, limolitas, arcillolitas, y concreciones nodulares de calizas negras y arcillas arenosas de color pardo amarillento. Hacia la

base de la formación, las calizas son de color negro y gris, microcristalinas y fosilíferas y al ser fracturadas presentan olor a petróleo (Pérez Acosta, 2016).

Formación de Tablazo (Kit), El nombre y rango fue dado por O.C. Wheeler (en MORALES, L. et al., 1958) quien asignó como localidad tipo la Vereda El Tablazo, Municipio de Betulia, Santander. Aflora en la región oriental de la plancha, formando colinas aisladas desde Ayacucho (cuadrícula H-11) hasta la Vereda Caño Juan (G-11-12), siguiendo el cauce de las quebradas Cuaré, La Cascabela, El Carmen y La Sabana. La unidad se encuentra inclinada entre 0o y 15o hacia el W, localmente está afectada por fallas y en gran parte se presenta cubierta por depósitos cuaternarios.

En la región occidental de la Plancha 65, no aflora la Formación Tablazo, probablemente se encuentra por debajo de la cobertera cuaternaria, ya que aflora al Sur en los alrededores de Arenal en la Plancha 75. En la sección levantada en el cauce de la Quebrada Cuaré (cuadrícula H-11), se reconoció debajo de la Formación Tablazo una secuencia de unos 13 m, conformada por areniscas grises de grano medio y grueso, subangulares, estratificadas en capas medianas e intercaladas con conglomerados de fragmentos angulares (8 cm de diámetro) de caliza, chert, limolita y cuarzo, embebidos en una matriz calcáreo-arenosa.

Esta secuencia en el área de estudio representa las rocas cretácicas más antiguas y se interpreta como un cambio facial de la Formación Tablazo al encontrarse en las partes marginales de la cuenca sedimentaria del Valle Medio del Magdalena; seguidamente continúa la secuencia de la unidad con calizas micríticas y algunas biomicríticas, con abundantes moldes de fósiles (bivalvos, gasterópodos, amonites y foraminíferos) con apariencia de lumaquelas, bien

estratificadas en capas medianas a gruesas; intercalaciones de lodolitas grises con laminación plana paralela y areniscas grises de grano fino a medio, calcáreas y bien estratificadas, en capas medianas. El espesor medido de esta unidad es de 120 m. 5 Documento extraído de Ingeominas seccional Bucaramanga, memoria explicativa de las planchas 65 Tamalameque DOCUMENTO TECNICO 36 La Formación Tablazo se continúa hacia el Sur de la Plancha 65, en la región oriental de la Plancha 75 Aguachica, principalmente en el área de la Quebrada Besote, donde presenta características litoestratigráficas muy similares a las encontradas en el área de estudio (Pérez Acosta, 2016).

La Formación Tablazo se encuentra suprayaciendo en contacto discordante y fallado a la Unidad Volcanoclástica de Noreán e infrayaciendo concordantemente a la Formación Simití. Morales, L. et al. (1958) consideran esta unidad de edad Aptiano superior - Albiano inferior. Autores como Hubach (1957), Julivert (1958) y Julivert, M. et al. (1968) correlacionan la Formación Tablazo con la Formación San Gil Inferior, que Etayo (1968) ha datado como Aptiano inferior- Albiano. La Formación Tablazo podría ser un poco más antigua en el área de las planchas 65, 75 y 85. Dickey (1941) informa de una fauna del Barremiano inferior al Aptiano inferior en la región de Morales- Simití (planchas 75 y 85). En los alrededores de Pelaya (antes Corregimiento de Pailitas, Cesar, Plancha 65), los paleontólogos W. Langston Y J. Durham (en ETAYO, F. et al., 1969) encontraron fauna del Barremiano inferior. Con base en las anteriores edades, se considera la Formación Tablazo dentro del área de estudio, como perteneciente al Barremiano-Albiano.6 PERIODO MESOZOICO (Pérez Acosta, 2016).

**Unidad volcaconclástica de noream (Jned).** En el estudio de la Plancha 65 se ha introducido el término de Unidad Volcanoclástica de Noreán, como una nueva unidad del rango

de formación litoestratigráfica, la cual representa la mayor parte del área cartografiada; sus afloramientos se encuentran ampliamente distribuidos en las regiones oriental y occidental de la Plancha 65, Tamalameque.

El nombre informal de esta unidad deriva de la localidad tipo en los alrededores del caserío de Noreán, situado a 1 km al Nororiente de Aguachica (Cesar), donde fue definida por Clavijo (1995) durante el desarrollo de la cartografía geológica de la Plancha 75, Aguachica. La secuencia volcanoclástica de esta unidad, generalmente se presenta con pseudo estratificación a bien estratificada, con dirección predominante NE y con ángulos de buzamiento entre 10° y 20°, cuya inclinación varía al SE y NW. En esta unidad es común encontrar algún ínter digitaciones entre los diferentes conjuntos litológicos y además, persiste un carácter lenticular en la geometría de sus capas (Pérez Acosta, 2016).

En la región oriental del área estudiada, la Unidad Volcanoelástica de Noreán, cubre parte de las estribaciones occidentales de la Serranía de los Motilones, donde con base en su litología y forma de emplazamiento se ha subdividido en seis conjuntos litológicos diferenciables: Piroclástico Epiclástico (Jnpe), Efusivo Dacítico (Jned), mientras en la región occidental, la unidad forma parte de las estribaciones noroccidentales de la Serranía de San Lucas, donde se reconocieron y cartografiaron los conjuntos Piroclástico Epiclástico (Jnpe) y el Efusivo Dacítico (Jned). 6 Documento extraído de Ingeominas seccional Bucaramanga, memoria explicativa de las planchas 65 Tamalameque (Pérez Acosta, 2016).

**Documento técnico 37 Conjunto Efusivo Dacítico (Jned):** Está ampliamente distribuido en la región occidental; compuesto esencialmente por lavas gris verdosas y abigarradas, de composición dacítica, andesítica, riódacítica, intercaladas con tobas y chert volcánico.

Este conjunto en la región oriental está atravesado por rocas hipoabisales andesíticas, mientras que en la región occidental o Serranía de San Lucas se encuentra en contactos discordante y fallado con rocas precámbricas del Neis de San Lucas y se presenta interdigitado en el conjunto Piroclástico Epiclástico (Jnpe). Cuerpos intrusivos jurásicos cruzan el conjunto ó están en contacto fallado con éste. El espesor se estima entre 250 y 350 m. Conjunto Piroclástico Epiclástico (Jnpe). Representa la parte más baja de la secuencia y ocupa grandes extensiones con buenas exposiciones que se presentan principalmente por la vía Guamalito-Ayacucho (Cuadrícula H- 12), en las quebradas Cuaré (H-12), El Carmen (H-12), La Virgen (D-12), Grande (F-1-2), Cristal (G-1) y en los cerros Mata Perros (E-3) y Castañal (A-3-4) (Pérez Acosta, 2016).

En la región oriental, el conjunto Piroclástico Epiclástico está constituido por tobas cristalinas y cristalinolíticas andesíticas y dacíticas, que varían a lapillitas y aglomerados, de color rojo a púrpura grisáceo, alternadas con limolitas y lodolitas tobáceas, esporádicamente capas de areniscas, conglomerados lodosos y lavas rojo grisáceas y verdosas. Este conjunto en la región occidental del área estudiada, consta de tobas líticas y cristalinas de composición riolítica, riódacítica, dacítica, andesítica, interpuestas con flujos lávicos riolíticos, cuarzolatíticos y andesíticos, limolitas tobáceas y capas aisladas de chert volcánico. En el muestreo geoquímico de este conjunto se encontraron valores bajos de oro muy fino con pirita y calcopirita que forman cúmulos de cristales euhedrales, con dimensiones de pocos centímetros, asociados a procesos hidrotermales.

En la región occidental, la base del conjunto se encuentra en contacto discordante y fallado con rocas precámbricas, también infrayace en continuidad estratigráfica al conjunto Efusivo Dacítico (Jned) y además, se presenta intruido por rocas ígneas jurásicas. Para este conjunto se estima un espesor superior a los 800 m. En la carretera Guamalito- Ayacucho (cuadrícula H-12) se levantó una columna estratigráfica generalizada de 1.945 m de espesor, que corresponden a la parte inferior de la unidad y están representados por el conjunto Piroclástico Epiclástico (Jnpe) con interposiciones del conjunto Hipoabisal Andesítico (Jnha), sin conocerse su base ni techo Jnpd: Se localiza en la región oriental de la plancha, con buenos afloramientos en las quebradas Raíces (cuadrícula D-11), Orisnó (E-11) y Seca (B-11). Consta de tobas cristalinolíticas de ceniza y lapilli de composición dacítica; rocas efusivas verde-grisáceas, de composición dacítica a andesítica; aglomerados y brechas volcánicas asociados a conductos volcánicos (Pérez Acosta, 2016).

Este conjunto generalmente se encuentra seudoestratificado y presenta contactos concordantes en los conjuntos infra y suprayacentes; su espesor es de aproximadamente 450 m. En el DOCUMENTO TECNICO 38 muestreo geoquímico se encontraron valores bajos de oro en rocas volcánicas de este conjunto en los sectores de las quebradas Singararé (D-11) y Barro Blanco (B-12). Jnha: Conjunto Hipoabisal Andesítico Este conjunto se presenta en cuerpos aislados e irregulares en la región oriental del área, con buenas exposiciones en las quebradas Cuaré (cuadrícula H-12), Raíces (D-10), Seca (B-10) y La Floresta (B-10-11).

Es un cuerpo hipoabisal que cruza y se seudoestratifica con la secuencia de la Unidad Volcanoclástica de Noreán, razón por la cual su estilo de emplazamiento es bastante irregular. Petrográficamente es un pórfido de composición andesítica a dacítica, con fenocristales de

feldespatos hasta de 2 cm y fenocristales menores de anfíboles, piroxenos, cuarzo y biotita, distribuidos en una matriz microcristalina verde a verde oliva de marcada epidotización. Algunos de estos cuerpos hipoabisales se presentan como diques, con espesores que varían de 1 a 12 m y cortan las rocas de los conjuntos anteriormente descritos; en general se encuentran asociados a procesos hidrotermales con mineralización de pirita, calcopirita, covellina y malaquita. Jner: Conjunto Efusivo Riolítico Aflora en la región oriental de la plancha, desde el Municipio de Pelaya hasta el Norte del corregimiento El Burro, por la vía Troncal Central que conduce a la costa y en las quebradas La Floresta (cuadrículas B-10, C-9) y Orisnó (D-10) (Pérez Acosta, 2016).

El conjunto está constituido por rocas efusivas de composición riolítica y riodacítica de coloración rosada a rosado-grisácea, pseudoestratificadas; con esporádicas intercalaciones de tobas cristalinolíticas, rosado grisáceas, que varían a lapillitas y aglomerados. Este conjunto presenta contactos normales con los conjuntos infra y suprayacente, generalmente está cubierto por depósitos cuaternarios. Su espesor se estima entre 100 y 150 m. PERTENECIENTES AL PERIODO CUATERNARIO.

Los depósitos de edad cuaternaria están distribuidos ampliamente en la región central de la plancha estudiada, donde ocupan un 55% del área total, caracterizado por una morfología plana y de colinas suaves. Estratigráficamente están constituidos por depósitos sedimentarios de origen fluvial y fluvioacustre. Estos depósitos se cartografiaron en cuatro unidades, con base en sus características morfológicas reconocibles por fotointerpretación geológica y durante el control de campo. Qcal: Depósitos de Abanicos Aluviales y Terrazas Se localizan en la región centro-oriental y están compuestos por materiales detríticos (gravas, arenas) de rocas volcanoclásticas,

metasedimentarias y en menor proporción sedimentarias; se encuentran ligeramente inclinados al Occidente y su espesor se estima en 15 m. Sobre estos depósitos en las inmediaciones de Pelaya, La Mata y Ayacucho se desarrollan algunas actividades agrícolas. DOCUMENTO TECNICO 39 Qfl): Depósitos Fluviolacustres Estos depósitos están localizados en la región central del área, asociados a ciénagas, pantanos, lagunas y zonas inundables por las variaciones hidrológicas del Río Magdalena. Generalmente estos depósitos se componen de sedimentos finos limo-arcillosos, de coloración gris a gris oscura por presencia de materia orgánica y escasos fragmentos tamaño grava. En el área son aprovechables para la agricultura, la ganadería y la piscicultura. Qfal: Depósitos de Llanuras de inundación estos depósitos están presentes en las márgenes del Río Magdalena y su brazo Papayal, los cuales incluyen aluviones de sus afluentes, encontrándose ampliamente distribuidos en la región central, donde ocupan grandes extensiones que periódicamente son inundables; están conformados esencialmente por arcillas y limos con aportes menores de arenas y gravas dentro de una matriz limo-arcillosa. En la región oriental del área, algunos aluviones han sido aprovechados para materiales de construcción, mientras en la occidental son esporádicamente explotados para oro (Pérez Acosta, 2016).

**Rocas ígneas.** Pertenecen al grupo plutónico de Santander con rocas intrusivas y volcánicas cuya edad oscila del pre-devónico al cretáceo inferior. Su composición varía de tonalitas grises, cuarzo, manzonitas y granitos de color rosado, la tonalita predominante es la gris, ligeramente verdosa, con intercalaciones de lanolitas rojas y verdes.

**Rocas sedimentarias.** Son rocas que oscilan en edades que van del cretáceo inferior al reciente, los sedimentos expuestos que limitan el sector oriental, se caracterizan por estar constituidos de areniscas, lanolitas gris verdosa a pardas, arcillas ligeramente calcáreas, lutitas

grises con intercalaciones de conglomerados, guijarros de tamaño variado en matiz arenosa. Los suelos del presente estudio se encuentran conformados o distribuidos en tres paisajes que son el valle del Río Magdalena, pie de montes y montañas, la descripción de asociaciones y complejo del suelo (Pérez Acosta, 2016).

**Tectónica regional y geología histórica.** Durante el Precámbrico, el escudo de Guayana se presenta como un Cratón ígneo metamórfico, del cual provino el aporte de sedimentos a la cuenca de depositación. Posteriormente ocurre la sedimentación de arcillas gris verdosas del período Ordoviciano y durante este período se presentaron plegamientos, fallamientos, levantamientos e intrusiones, siendo esta última la responsable del metamorfismo de las rocas reconocidas como Cambro Ordovicianas.

Posiblemente estos movimientos pueden corresponder a la Orogenia Caledoniana, la cual se inicia durante el Cámbrico y va hasta el principio del Devónico Inferior, presentando su mayor actividad durante el Silúrico, tiempo durante el cual se presenta la ausencia de un gran lapso histórico-geológico (Silúrico) en Colombia. Documento técnico 40 Durante el Devónico, los estados precordilleranos se ven afectados por una gran transgresión proveniente de Occidente, la cual trae consigo al depósito de nuevos sedimentos, en forma discordante, sobre las rocas preexistentes.

La cuenca se ve sometida a una constante subsidencia, la cual posiblemente pudo durar hasta finales del Paleozóico o extenderse hasta el Mesozóico inferior (Triásico- Jurásico). A principios del Cretácico ya existían elevaciones antiguas como la cordillera central, la Serranía del Perijá, el cual, sigue considerándose como elevaciones importantes hasta nuestros días. A

principios del Cretácico se presentó una gran transgresión, posiblemente en dirección Sur, la cual invadió la cuenca entrando por la zona de Maracaibo, entre la cordillera central y el Macizo de Bucaramanga (Pérez Acosta, 2016).

Durante esta primera invasión fueron depositadas de una manera rápida las areniscas de la Formación Río Negro. Posteriormente los mares fueron expandiéndose a lo largo de la cuenca, con lo cual disminuyó la rata de sedimentación y posiblemente la zona de aportes sufrió alguna subsidencia. Se iniciaron cambios en las condiciones de la cuenca y de facie de arenisca a caliza y durante esta actividad fueron depositadas las calizas de las formaciones Lagunitas y Aguas Blancas.

Prosigue la depositación en la cuenca del Terciario Inferior Paleoceno, pero en un ambiente más somero, presentándose cambios ambientales entre el Cretácico y el Terciario, los cuales quedan representados por el paso de lutitas a areniscas, arcillas y carbón, indicativo de un ambiente deposicional de agua fresca a paludal. Durante el Eoceno fueron depositadas las areniscas del Mirador en un ambiente transgresivo y se inicia una nueva orogenia, la cual puede ir hasta principios del Mioceno, con mayor intensidad en el Oligoceno, época en la que se da otro hiato estratigráfico importante en la cuenca. Durante esta orogenia se termina de levantar la Sierra Nevada de Santa Marta, la Cordillera Oriental, la Serranía de Perijá y el Macizo de Bucaramanga, y la cuenca es sometida a una intensa erosión (Pérez Acosta, 2016).

**Principales estructuras.** En este aparte se hace una breve descripción de los pliegues y fallas que afectan las diferentes unidades litológicas reconocidas en el área del departamento del Cesar. Los pliegues más notorios están relacionados con la región de Perijá, predominantemente

sedimentaria, mientras que las regiones Sierra Nevada de Santa Marta y parte norte de la Cordillera Oriental presentan una tectónica de bloque y fallas.

**Pliegues.** Los pliegues principales se localizan en la región Serranía de Perijá. En un sentido amplio se considera que la Serranía es un Anticlinorio cuyo núcleo está formado por rocas Paleozoicas y sus flancos por sedimentos rojos Mesozoicos y rocas Cretácicas; esta estructura mayor se encuentra fallada y replegada.

La zona plegada se continúa al oeste del área montañosa, en parte cubierta por sedimentos recientes y su presencia se ha determinado mediante estudios geofísicos de resistividad eléctrica, la interpretación de perfiles geológicos y datos de pozos perforados. El análisis de la bibliografía consultada, registra en algunas áreas adyacentes a la Plancha 65, sismos de magnitud entre 3,5 y 6,4 en la escala de Richter, con profundidades menores de 300 km (RAMIREZ, 1975). Sin embargo, Sarria (1989), considera que la amenaza por sismicidad es baja a intermedia en esta región (Pérez Acosta, 2016).

**Fallas.** El bloque de Pelaya en el área de la Plancha 65, está limitado al Oriente por el sistema de Falla Santa Marta-Bucaramanga y al Norte y Occidente por el sistema de Falla Pan de Azúcar-El Silencio. Es un bloque levantado, deformado y afectado por fallas inversas escalonadas; está conformado por rocas volcanoclásticas e ígneas intrusivas jurásicas y algunos remanentes de sedimentarias cretácicas.

**Falla santa marta-Bucaramanga:** Es el principal rasgo tectónico-estructural que cruza la región nororiental del país en dirección NW-SE (CEDIEL y CACERES, 1988; INGEOMINAS, 1988).

Autores Como Young, G. et al. (1956), Moody y Hill. (1956), Rood (1956), Raasveldt (1956), Julivert (1958), Alberding (1960), Campbell (1965), Ward, D. et al. (1973), París y Sarria(1988),consideran que es una falla regional de rumbo, sinestral, con desplazamientos verticales inversos. Sin embargo, otros autores como C. Ulloa (comunicación verbal) confirman que hay sectores donde se comporta como una falla de cabalgamiento. Campbell (1965) en un trabajo detallado se refiere a un desplazamiento lateral de 110 km, ocurrido durante el Terciario superior. Según Irving (1971) el rumbo de esta falla es constante al NW en toda su longitud e intersecta estructuras del basamento precámbrico con ángulos diferentes. Esta falla sirve de límite a varios terrenos geológicos, según Etayo F. et al. (1986).

En el área la falla se caracteriza por un trazo rectilíneo de aproximadamente 7.4 kms con una dirección N20o W, que pone en contacto unidades precámbricas y predevónicas con unidades jurásicas.

Entre las unidades que afecta, se observa un fuerte fracturamiento, cizallamiento, brechamiento, recristalización y un ligero replegamiento.

**Falla pan de azúcar:** Se localiza al Occidente de Carrizal con una dirección NE y de unos 10.5 km de largo, siguiendo en gran parte el cauce de la Quebrada Raíces; de ésta se desprende la Falla El Silencio, al NE está truncada por la Falla Santa Marta-Bucaramanga y se encuentra afectando principalmente rocas de la Unidad Volcanoclástica de Noreán. La falla es de tipo inverso con buzamiento hacia el Occidente y se caracteriza en el campo por un trazo subrectilíneo, un fracturamiento intenso, espejos de falla y por el desarrollo de venas de cuarzo.

**Falla el silencio.** Se localiza en el extremo nororiental del área de estudio, al Oriente de las localidades de El Burro y de las haciendas La Habana, El Lucero y La Flecha, con una dirección NNE a NS, en una longitud de 22.5 km, se desprende de la Falla Pan de Azúcar. Esta falla se encuentra afectando rocas de la Unidad Volcano clásica de Noreán. Esta falla se caracteriza por presentar un trazo subrectilíneo, un intenso fracturamiento y espejos de falla. Se trata de una falla normal, donde el bloque occidental se hunde; además de su movimiento vertical también presenta un pequeño desplazamiento horizontal sinistral.

**Falla la gloria.** Esta falla cruza al SE de La Gloria con una dirección NE y una longitud de unos 23 km aproximadamente, hacia la parte centro-oriental se encuentra truncada por la Falla San Bernardo; al SE del Municipio de La Gloria, está desplazada por la Falla de Aguachica. La Falla La Gloria se considera una falla normal inclinada al NW y se caracteriza por su trazo rectilíneo, intenso fracturamiento y espejos de falla. En general esta falla está cubierta por depósitos cuaternarios del Valle Medio del Magdalena.

**Falla de tamalameque.** Se localiza al SW de Tamalameque con una dirección NW-SE, de unos 26 km de longitud, trazo rectilíneo, controlando en algunos sectores el cauce principal del Río Magdalena, el cual muestra un marcado lineamiento. Se trata de una falla normal inclinada al Oriente, hacia el Norte está truncada por la Falla Playitas de dirección NE y hacia los alrededores de Pelaya parece estar desplazando la Falla de Simaña. Esta falla en el área de estudio se encuentra totalmente enmascarada por la cobertera cuaternaria del Valle Medio del Magdalena y ha sido reconocida con ayuda de las imágenes de satélite (Pérez Acosta, 2016).

**Estructura y sismicidad.** Tomando como referencia la norma sismo-resistente NSR-10, El municipio de Pelaya Cesar está clasificada dentro de una zona de amenaza sísmica intermedia, con coeficientes de aceleración sísmica de  $A_a = 0.15$  y  $A_v = 0.15$ .



Figura 3. Exploración del perfil del suelo

Fuente. NSR-10

Según la tabla H.3.1-1 de la NSR-10 el proyecto se clasifica como categoría baja; por lo que se requiere de mínimo de 3 sondeos a 6.00 m de profundidad según la tabla H.3.2-1.

**Tabla 2.**

*Clasificación de las unidades de construcción por categorías.*

<b>Categoría de la unidad de construcción</b>	<b>Según los niveles de construcción</b>	<b>Según las cargas máximas de servicio en columnas (KN)</b>
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 KN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,00KN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,00 KN
Especial	Mayor de 20 nivles	Mayores de 8,000 KN

Fuente. NSR-10

**Tabla 3.**

*Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción.*

<b>Categoría Baja</b>	<b>Categoría Media</b>	<b>Categoría Alta</b>	<b>Categoría Especial</b>
Profundidad Mínima de sondeos: 6m.	Profundidad Mínima de Sondeos: 15 m.	Profundidad mínima de Sondeos: 25 m.	Profundidad Mínima de Sondeos: 30 m
Número mínimo de Sondeos. 3	Número mínimo de Sondeos: 4	Número mínimo de Sondeos: 4	Número mínimo de Sondeos: 5

Fuente. NSR-10

La caracterización del perfil del suelo de fundación se llevó a cabo mediante 3 sondeos a una profundidad de 6.0 metros, siendo estos distribuidos uniformemente al costado del sector oriental de la cancha, de donde se extrajeron muestras para realizar los distintos ensayos requeridos.

**Ensayos de laboratorio.** En los distintos sondeos se realizaron muestreos representativos de los diferentes estratos o capas de suelo, tomando muestras inalteradas para realizar ensayos de Humedad (contenido de agua), límites de Atterberg (plasticidad), Granulometría (tamaño de grano) con el fin de determinar las propiedades físicas de los suelos explorados.

Estos ensayos se realizaron en el laboratorio Ingeniería Suelos y Concretos S.A.S de la ciudad Ocaña. Las muestras obtenidas se describieron e identificaron en campo y laboratorio para posteriormente realizar el programa de ensayos que se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 4.**

*Ensayos de Laboratorio*

<b>Ensayo</b>	<b>Norma</b>
Granulometría (tamaño de granos)	ASTM D 421-58 y D 422-63
Contenido de humedad	NTC 1495 ASTM D 2216
Limite plástico e Índice de Plasticidad	NTC 1493 ASTM D 4318
Limite Líquido	NTC 1494 ASTM D 4318
Clasificación	NTC 1504 ASTM D 2487
Penetración Estándar	ASTM D-1586-99, INV E-111-07

Fuente. Autores del proyecto

**Resultados de la caracterización geotécnica del suelo de fundación del proyecto nivel piezométrico o de aguas freáticas.** En la zona de estudio y hasta la profundidad explorada no se encontró nivel freático.

**Perfil estratigráfico.**

**Sondeo 1.** Se encontró un perfil estratigráfico, definido de 0.0 a 0.5 m por una Arena limosa color marrón claro de plasticidad nula. Seguido de 0.5 m a 6.0 m conformado por Arena limosa color marrón con presencia de gravas. Estrato de alta capacidad portante como suelo de soporte.



Foto 2 y 3. Realización del Sondeo N°1.

Fuente. Autores del proyecto

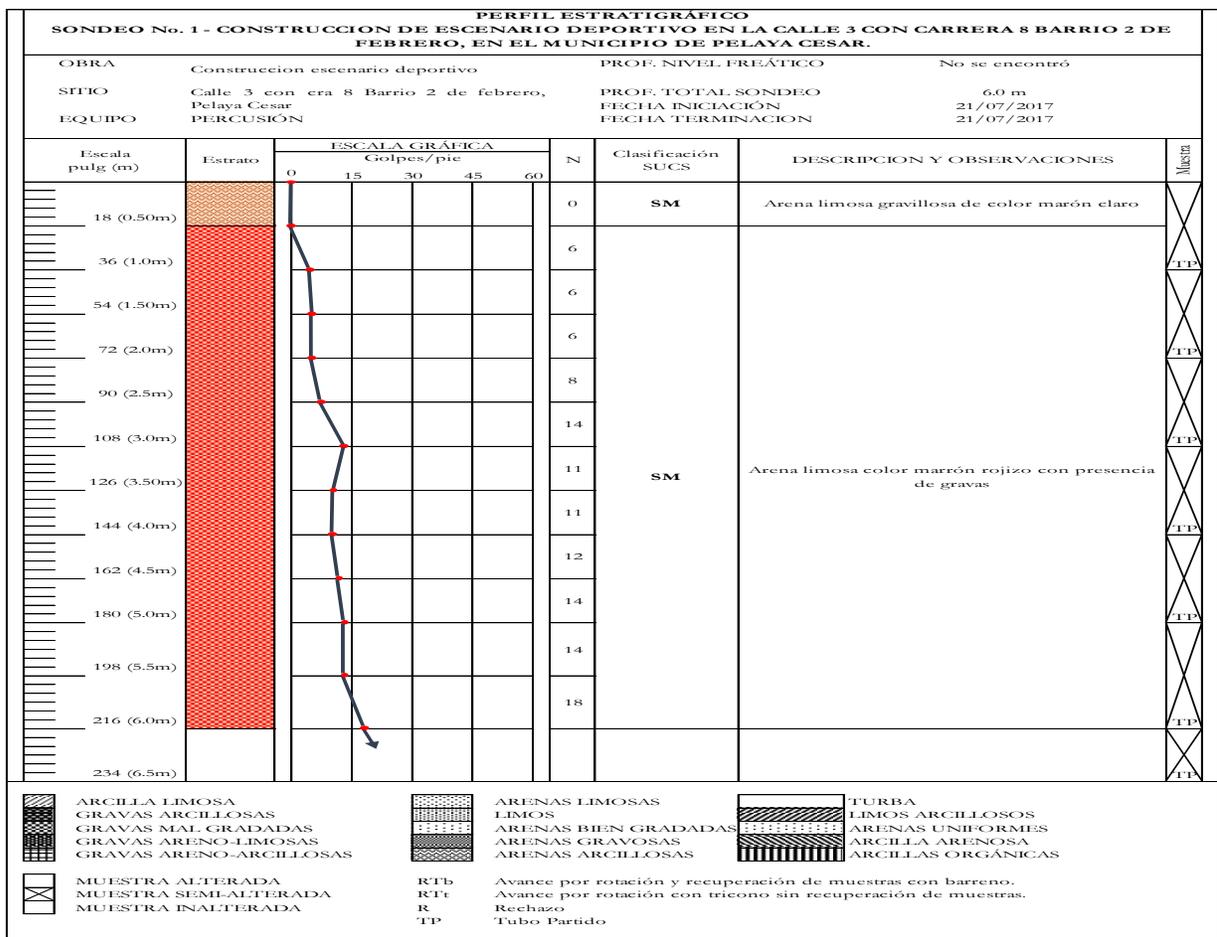


Figura 4. Perfil estratigráfico Sondeo N°1

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

**Sondeo 2.** Se encontró un perfil estratigráfico, definido de 0.0 a 0.5 m por una Arena limosa color marrón claro de plasticidad nula. Seguido de 0.5 m a 6.0 m conformado por Arena limosa color marrón con presencia de gravas. Estrato de alta capacidad portante como suelo de soporte.



Foto 4 y 5. Realización del Sondeo N°2

Fuente. Autores del proyecto

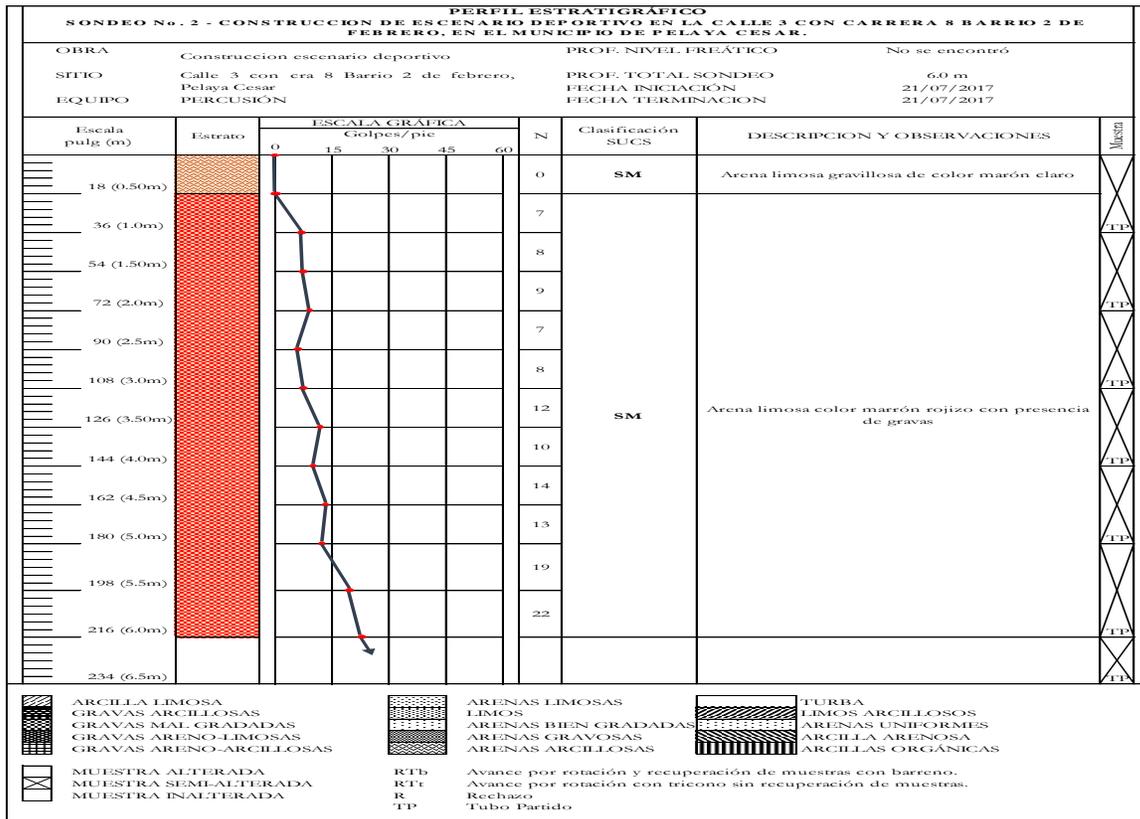


Figura 5. Perfil estratigráfico Sondeo N°2

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

**Sondeo 3.** Se encontró un perfil estratigráfico, definido de 0.0 a 0.5 m por una Arena limosa color marrón claro de plasticidad nula. Seguido de 0.5 m a 6.0 m conformado por Arena limosa color marrón con presencia de gravas. Estrato de alta capacidad portante como suelo de soporte.



Foto 6 y 7. Realización del Sondeo N°3.

Fuente. Autores del proyecto

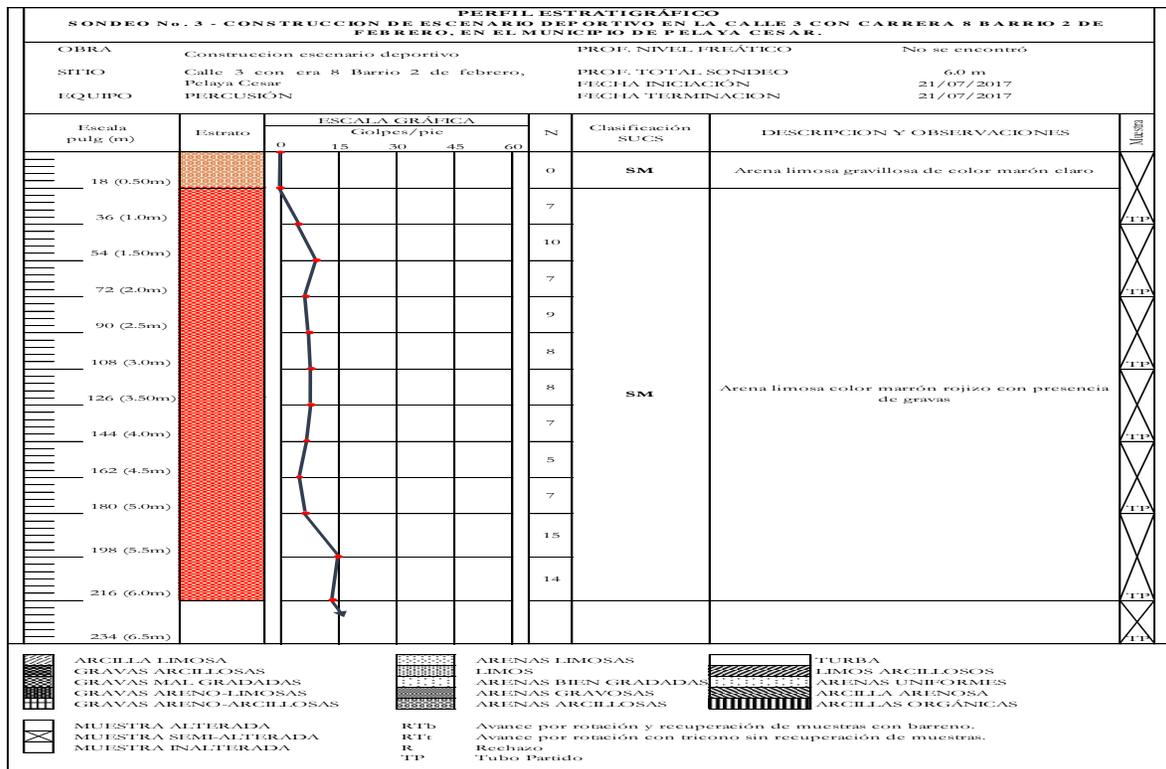


Figura 6. Perfil estratigráfico Sondeo N° 3

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

## Resultados de los ensayos de campo.

### Ensayo de Penetración Estándar.

A continuación se presentan los resultados de los ensayos de penetración estándar (S.P.T.) para cada uno de los sondeos efectuados, con los valores de N corregido y su ángulo de fricción.

**Tabla 5.**

*Valores de N, N corregido y ángulo de fricción interna para el sondeo N° 1.*

ANGULO DE FRICCIÓN Y VALORES DE N Y N60 - SONDEO #1						
Profundidad	N	h (m)	Espesor Capa	N(60)	Angulo de Fricción	Angulo de Fricción prom.
0.0 - 0.5	0	0,5	0,5	0	27,1	27,7
0.5 - 1.0	6	1,0	0,5	4	28,3	
1.0 - 1.5	6	1,5	0,5	4	28,3	29,28
1.5 - 2.0	6	2,0	0,5	4	28,3	
2.0 - 2.5	8	2,5	0,5	5	28,6	29,28
2.5 - 3.0	14	3,0	0,5	9	29,8	
3.0 - 3.5	11	3,5	0,5	7	29,2	29,28
3.5 - 4.0	11	4,0	0,5	7	29,2	
4.0 - 4.5	12	4,5	0,5	8	29,5	29,28
4.5 - 5.0	14	5,0	0,5	9	29,8	
5.0 - 5.5	14	5,5	0,5	9	29,8	29,28
5.5 - 6.0	18	6,0	0,5	11	30,3	

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

**Tabla 6.**

*Valores de N, N corregido y ángulo de fricción interna para el sondeo N° 2.*

ANGULO DE FRICCIÓN Y VALORES DE N Y N60 - SONDEO #2						
Profundidad	N	h (m)	Espesor Capa	N(60)	Angulo de Fricción	Angulo de Fricción prom.
0.0 - 0.5	0	0,5	0,5	0	27,1	27,70
0.5 - 1.0	7	1,0	0,5	4	28,3	
1.0 - 1.5	8	1,5	0,5	5	28,6	29,39
1.5 - 2.0	9	2,0	0,5	6	28,9	
2.0 - 2.5	7	2,5	0,5	4	28,3	
2.5 - 3.0	8	3,0	0,5	5	28,6	
3.0 - 3.5	12	3,5	0,5	8	29,5	29,39
3.5 - 4.0	10	4,0	0,5	6	28,9	
4.0 - 4.5	14	4,5	0,5	9	29,8	29,39
4.5 - 5.0	13	5,0	0,5	8	29,5	
5.0 - 5.5	19	5,5	0,5	12	30,6	
5.5 - 6.0	22	6,0	0,5	14	31,2	29,39

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

**Tabla 7.**

*Valores de N, N corregido y ángulo de fricción interna para el sondeo N° 3.*

ANGULO DE FRICCIÓN Y VALORES DE N Y N60 - SONDEO #3						
Profundidad	N	h (m)	Espesor Capa	N(60)	Angulo de Fricción	Angulo de Fricción prom.
0.0 - 0.5	0	0,5	0,5	0	27,1	27,70
0.5 - 1.0	7	1,0	0,5	4	28,3	
1.0 - 1.5	10	1,5	0,5	6	28,9	28,75

Tabla 7. (Continuación)

1.5 - 2.0	7	2,0	0,5	4	28,3
2.0 - 2.5	9	2,5	0,5	6	28,9
2.5 - 3.0	8	3,0	0,5	5	28,6
3.0 - 3.5	8	3,5	0,5	5	28,6
3.5 - 4.0	7	4,0	0,5	4	28,3
4.0 - 4.5	5	4,5	0,5	3	28,0
4.5 - 5.0	7	5,0	0,5	4	28,3
5.0 - 5.5	15	5,5	0,5	9	29,8
5.5 - 6.0	14	6,0	0,5	9	29,8

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

**Capacidad de carga.** De acuerdo a los resultados de investigación del subsuelo en cuanto a resistencia, compresibilidad, condiciones hidráulicas y teniendo en cuenta las características estructurales del proyecto, se efectuaron los análisis de estabilidad (Capacidad Portante).

**Alternativas de cimentación.** De acuerdo a la sobrecarga del proyecto y el suelo de fundación, caracterizado geotécnicamente mediante este estudio, se puede utilizar una estructura de cimentación superficial tipo convencional, conformada por elementos aislados tipo zapata, zapatas combinadas y eventualmente cimientos continuos.

Las características definitivas de la estructura de cimentación se deben definir en el diseño estructural más conveniente y siguiendo los criterios de la Norma Sismo-Resistente de 2010 (NSR-10).

**Nivel o cota de cimentación.** La cota de fundación depende del nivel de desplante requerido, el cual está condicionado por las dimensiones estructurales de los elementos que conformen la cimentación; dimensiones que varían de acuerdo a la alternativa finalmente adoptada.

**Capacidad portante.** Para la evaluación de la capacidad de soporte del suelo se utilizaron correlaciones con los resultados del ensayo SPT según correspondiera a suelos cohesivos saturados o suelos granulares.

**Suelos Granulares.** Se determinó la capacidad de carga con base en los resultados de los ensayos de Penetración Standard, utilizando las ecuaciones donde se relaciona N con presión permisible para zapatas de diferentes anchuras desarrolladas por Terzaghi y Peck

**Suelos Cohesivos.** Se consideran el comportamiento del suelo como cohesivo en los casos en que se predomine la presencia de suelos arcillosos y limo arcillosos plásticos.

Se determinó la capacidad de soporte del suelo, utilizando la ecuación deducida por Terzaghi, tomando el comportamiento del suelo bajo condiciones no drenadas ( $\theta = 0$ ). Correlacionando el valor del SPT acorde con el tipo de suelo se tomó la capacidad de soporte para los suelos de carácter arcilloso, de acuerdo a la correlación de la resistencia al corte no drenado y valores de N (Sower, 1979).

A continuación se presentan una serie de tablas de la capacidad portante en cada uno de los sondeos realizados para suelos granulares.

**Tabla 8.***Capacidad portante para el sondeo N° 1 - suelos Granulares.*

CAPACIDAD DE CARGA - SONDEO # 1 - SUELO GRANULAR																
Profundidad	z (m)	N <sub>60</sub>	Es (KN/m <sup>2</sup> )	Condición del Suelo	q <sub>a</sub> (Capacidad Portante Admisible) (kg/cm <sup>2</sup> )											
					Ancho de Cimiento B (m)											
					1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	
0.0 - 0.5	0,5	0	4800	HUMEDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0.5 - 1.0	1,0	4	6080		0,75	0,66	0,61	0,57	0,54	0,51	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45	
1.0 - 1.5	1,5	4	6080		0,84	0,74	0,67	0,62	0,58	0,55	0,53	0,51	0,49	0,48	0,47	
1.5 - 2.0	2,0	4	6080		0,94	0,81	0,72	0,66	0,62	0,59	0,56	0,54	0,52	0,50	0,49	
2.0 - 2.5	2,5	5	6400		1,29	1,10	0,98	0,89	0,83	0,78	0,74	0,71	0,68	0,66	0,64	
2.5 - 3.0	3,0	9	7680		2,52	2,14	1,89	1,71	1,58	1,48	1,40	1,34	1,29	1,24	1,21	
3.0 - 3.5	3,5	7	7040		2,12	1,79	1,57	1,42	1,30	1,22	1,15	1,09	1,05	1,01	0,98	
3.5 - 4.0	4,0	7	7040		2,29	1,91	1,67	1,50	1,38	1,28	1,21	1,14	1,09	1,05	1,02	
4.0 - 4.5	4,5	8	7360		2,80	2,33	2,03	1,81	1,66	1,54	1,44	1,37	1,30	1,25	1,21	
4.5 - 5.0	5,0	9	7680		3,36	2,78	2,41	2,15	1,96	1,81	1,69	1,60	1,53	1,46	1,41	
5.0 - 5.5	5,5	9	7680		3,57	2,94	2,54	2,26	2,05	1,89	1,77	1,67	1,58	1,52	1,46	
5.5 - 6.0	6,0	11	8320		4,62	3,80	3,26	2,89	2,62	2,41	2,25	2,12	2,01	1,92	1,84	

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

**Tabla 9.***Capacidad portante para el sondeo N°2 - suelos Granulares.*

CAPACIDAD DE CARGA - SONDEO # 2 - SUELO GRANULAR															
Profundidad	z (m)	N <sub>60</sub>	Es (KN/m <sup>2</sup> )	Condición del Suelo	q <sub>a</sub> (Capacidad Portante Admisible) (kg/cm <sup>2</sup> )										
					Ancho de Cimiento B (m)										
					1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
0.0 - 0.5	0,5	0	4800	HUMEDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0.5 - 1.0	1,0	4	6080		0,75	0,66	0,61	0,57	0,54	0,51	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45
1.0 - 1.5	1,5	5	6400		1,05	0,92	0,83	0,77	0,72	0,69	0,66	0,64	0,62	0,60	0,59
1.5 - 2.0	2,0	6	6720		1,40	1,21	1,08	1,00	0,93	0,88	0,84	0,81	0,78	0,76	0,74
2.0 - 2.5	2,5	4	6080		1,03	0,88	0,78	0,71	0,66	0,62	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51
2.5 - 3.0	3,0	5	6400		1,40	1,19	1,05	0,95	0,88	0,82	0,78	0,74	0,72	0,69	0,67
3.0 - 3.5	3,5	8	7360		2,43	2,04	1,79	1,62	1,49	1,39	1,31	1,25	1,20	1,15	1,12

Tabla 9. (Continuación)

3.5 - 4.0	4,0	6	6720	1,96	1,64	1,43	1,29	1,18	1,10	1,03	0,98	0,94	0,90	0,87
4.0 - 4.5	4,5	9	7680	3,15	2,62	2,28	2,04	1,86	1,73	1,62	1,54	1,47	1,41	1,36
4.5 - 5.0	5,0	8	7360	2,99	2,47	2,14	1,91	1,74	1,61	1,51	1,42	1,36	1,30	1,25
5.0 - 5.5	5,5	12	8640	4,76	3,93	3,39	3,01	2,73	2,52	2,36	2,22	2,11	2,02	1,94
5.5 - 6.0	6,0	14	9280	5,88	4,83	4,15	3,68	3,33	3,07	2,86	2,69	2,56	2,44	2,34

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

Tabla 10.

*Capacidad portante para el sondeo N°3 - suelos Granulares.*

CAPACIDAD DE CARGA - SONDEO # 3 - SUELO GRANULAR															
Profundidad	z (m)	N <sub>60</sub>	Es (KN/ m <sup>2</sup> )	Condición del Suelo	q <sub>a</sub> (Capacidad Portante Admisible) (kg/cm <sup>2</sup> )										
					Ancho de Cimiento B (m)										
					1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
0.0 - 0.5	0,5	0	4800	HUMEDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0.5 - 1.0	1,0	4	6080		0,75	0,66	0,61	0,57	0,54	0,51	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45
1.0 - 1.5	1,5	6	6720		1,26	1,10	1,00	0,92	0,87	0,82	0,79	0,76	0,74	0,72	0,70
1.5 - 2.0	2,0	4	6080		0,94	0,81	0,72	0,66	0,62	0,59	0,56	0,54	0,52	0,50	0,49
2.0 - 2.5	2,5	6	6720		1,54	1,32	1,17	1,07	0,99	0,93	0,89	0,85	0,82	0,79	0,77
2.5 - 3.0	3,0	5	6400		1,40	1,19	1,05	0,95	0,88	0,82	0,78	0,74	0,72	0,69	0,67
3.0 - 3.5	3,5	5	6400		1,52	1,28	1,12	1,01	0,93	0,87	0,82	0,78	0,75	0,72	0,70
3.5 - 4.0	4,0	4	6080		1,31	1,09	0,95	0,86	0,79	0,73	0,69	0,65	0,63	0,60	0,58
4.0 - 4.5	4,5	3	5760		1,05	0,87	0,76	0,68	0,62	0,58	0,54	0,51	0,49	0,47	0,45
4.5 - 5.0	5,0	4	6080		1,49	1,24	1,07	0,95	0,87	0,80	0,75	0,71	0,68	0,65	0,63
5.0 - 5.5	5,5	9	7680		3,57	2,94	2,54	2,26	2,05	1,89	1,77	1,67	1,58	1,52	1,46
5.5 - 6.0	6,0	9	7680		3,78	3,11	2,67	2,37	2,14	1,97	1,84	1,73	1,64	1,57	1,51

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

Tomando una profundidad de desplante de 0.5-1.0 y un ancho de cimiento de 1.0 se obtiene una capacidad portante admisible de  $0.75 \text{ kg/cm}^2 = 7.5 \text{ t/m}^2$

**Módulo de reacción del suelo de fundación.** El módulo de reacción o balastro del suelo se emplea una correlación empírica que relaciona los valores de N golpes/pie del ensayo de penetración estándar, ancho y longitud del cimiento en metros.

$$K_s = \frac{N}{5.5} * \frac{\left(1 + 0.5 * \frac{B}{L}\right)}{1.5}$$

Dónde:

N = Número de penetración estándar corregido

B = Ancho del cimiento

L = Largo del cimiento

Los valores de Ks se obtienen para diferentes profundidades y se encuentran en las siguientes tablas. El valor escogido de acuerdo a la profundidad de cimentación establecida es aplicable para el diseño o análisis de interacción suelo-estructura de elementos aislados.

**Tabla 11.**

*Coefficiente de balsto para el sondeo N°1 - suelos Granulares.*

COEFICIENTE DE BALASTO (Ks) - SONDEO # 1														
Profundidad	z (m)	N <sub>60</sub>	Condición del Suelo	Coeficiente de Balasto (Kg/cm <sup>3</sup> ) Para Zarpa losa L= 1m										
				ANCHO B DE ZARPA (m)										
				1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
0.0 - 0.5	0,5	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0.5 - 1.0	1,0	4		0,73	0,78	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12	1,16	1,21
1.0 - 1.5	1,5	4	<b>HUMEDO</b>	0,73	0,78	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12	1,16	1,21
1.5 - 2.0	2,0	4		0,73	0,78	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12	1,16	1,21
2.0 - 2.5	2,5	5		0,91	0,97	1,03	1,09	1,15	1,21	1,27	1,33	1,39	1,45	1,52

Tabla 11. (Continuación)

2.5 - 3.0	3,0	9	1,64	1,75	1,85	1,96	2,07	2,18	2,29	2,40	2,51	2,62	2,73
3.0 - 3.5	3,5	7	1,27	1,36	1,44	1,53	1,61	1,70	1,78	1,87	1,95	2,04	2,12
3.5 - 4.0	4,0	7	1,27	1,36	1,44	1,53	1,61	1,70	1,78	1,87	1,95	2,04	2,12
4.0 - 4.5	4,5	8	1,45	1,55	1,65	1,75	1,84	1,94	2,04	2,13	2,23	2,33	2,42
4.5 - 5.0	5,0	9	1,64	1,75	1,85	1,96	2,07	2,18	2,29	2,40	2,51	2,62	2,73
5.0 - 5.5	5,5	9	1,64	1,75	1,85	1,96	2,07	2,18	2,29	2,40	2,51	2,62	2,73
5.5 - 6.0	6,0	11	2,00	2,13	2,27	2,40	2,53	2,67	2,80	2,93	3,07	3,20	3,33

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

Tabla 12.

*Coefficiente de balasto para el sondeo N°2 - suelos Granulares.*

## COEFICIENTE DE BALASTO (Ks) - SONDEO #2

Profundidad	z (m)	N <sub>60</sub>	Condición del Suelo	Coeficiente de Balasto (Kg/cm <sup>3</sup> ) Para Zarpa losa L= 1m											
				ANCHO B DE ZARPA (m)											
				1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	
0.0 - 0.5	0,5	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0.5 - 1.0	1,0	4		0,73	0,78	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12	1,16	1,21	
1.0 - 1.5	1,5	5		0,91	0,97	1,03	1,09	1,15	1,21	1,27	1,33	1,39	1,45	1,52	
1.5 - 2.0	2,0	6		1,09	1,16	1,24	1,31	1,38	1,45	1,53	1,60	1,67	1,75	1,82	
2.0 - 2.5	2,5	4		0,73	0,78	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12	1,16	1,21	
2.5 - 3.0	3,0	5		0,91	0,97	1,03	1,09	1,15	1,21	1,27	1,33	1,39	1,45	1,52	
3.0 - 3.5	3,5	8	HUMEDO	1,45	1,55	1,65	1,75	1,84	1,94	2,04	2,13	2,23	2,33	2,42	
3.5 - 4.0	4,0	6		1,09	1,16	1,24	1,31	1,38	1,45	1,53	1,60	1,67	1,75	1,82	
4.0 - 4.5	4,5	9		1,64	1,75	1,85	1,96	2,07	2,18	2,29	2,40	2,51	2,62	2,73	
4.5 - 5.0	5,0	8		1,45	1,55	1,65	1,75	1,84	1,94	2,04	2,13	2,23	2,33	2,42	
5.0 - 5.5	5,5	12		2,18	2,33	2,47	2,62	2,76	2,91	3,05	3,20	3,35	3,49	3,64	
5.5 - 6.0	6,0	14		2,55	2,72	2,88	3,05	3,22	3,39	3,56	3,73	3,90	4,07	4,24	

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

**Tabla 13.***Coefficiente de balasto para el sondeo N°3 - suelos Granulares.*

COEFICIENTE DE BALASTO (Ks) - SONDEO #3															
Profundidad	z (m)	N <sub>60</sub>	Condición del Suelo	Coeficiente de Balasto (Kg/cm <sup>3</sup> ) Para Zarpa losa L= 1m											
				ANCHO B DE ZARPA (m)											
				1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	
0.0 - 0.5	0,5	0		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0.5 - 1.0	1,0	4		0,73	0,78	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12	1,16	1,21	
1.0 - 1.5	1,5	6		1,09	1,16	1,24	1,31	1,38	1,45	1,53	1,60	1,67	1,75	1,82	
1.5 - 2.0	2,0	4		0,73	0,78	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12	1,16	1,21	
2.0 - 2.5	2,5	6		1,09	1,16	1,24	1,31	1,38	1,45	1,53	1,60	1,67	1,75	1,82	
2.5 - 3.0	3,0	5	<b>HUMEDO</b>	0,91	0,97	1,03	1,09	1,15	1,21	1,27	1,33	1,39	1,45	1,52	
3.0 - 3.5	3,5	5		0,91	0,97	1,03	1,09	1,15	1,21	1,27	1,33	1,39	1,45	1,52	
3.5 - 4.0	4,0	4		0,73	0,78	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12	1,16	1,21	
4.0 - 4.5	4,5	3		0,55	0,58	0,62	0,65	0,69	0,73	0,76	0,80	0,84	0,87	0,91	
4.5 - 5.0	5,0	4		0,73	0,78	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12	1,16	1,21	
5.0 - 5.5	5,5	9		1,64	1,75	1,85	1,96	2,07	2,18	2,29	2,40	2,51	2,62	2,73	
5.5 - 6.0	6,0	9	1,64	1,75	1,85	1,96	2,07	2,18	2,29	2,40	2,51	2,62	2,73		

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

**Parámetros de diseño sismo-resistente.** De acuerdo a la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10, los parámetros de diseño sismo-resistente específicos para el proyecto son los siguientes:

Zona de Amenaza Sísmica: Intermedia.

Aceleración pico efectiva para diseño ( $A_a$ ) = 0.15

Velocidad horizontal pico efectiva, para diseño ( $A_v$ ) = 0.15

Aceleración pico efectiva para el umbral de daño ( $A_d$ ) = 0.04

Perfil de suelo natural = Tipo D

Coefficiente  $F_a$  para la zona de periodos cortos del espectro = 1.50

Coefficiente de sitio  $F_v$  para la zona de periodos intermedios del espectro= 2.20

Coefficiente de importancia: 1.0

**Parámetros de presión de tierras.** Para calcular coeficiente de presión de tierras se obtuvo el valor del ángulo de fricción interna, de acuerdo al criterio de debilitamiento del suelo. Los valores de  $K_a$ ,  $K_o$  y  $K_p$  se calcularon siguiendo el criterio de Rankine, como lo establece la norma NSR – 10.

**Tabla 14.**

*Parámetros de presión de tierras del sondeo N° 1.*

<b>PARAMETROS DE PRESION DE TIERRAS</b>	
<b>Parámetros de presión de tierras</b>	<b>Valor</b>
Angulo de fricción	27,7
Coefficiente de presión de tierras activo ( $K_a$ )	0,37
Coefficiente de presión de tierras pasivo ( $K_p$ )	2,72
Coefficiente de presión de tierras en reposo ( $K_o$ )	0,54

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

**Tabla 15.**

*Parámetros de presión de tierras del sondeo N° 2.*

<b>PARAMETROS DE PRESION DE TIERRAS</b>	
<b>Parámetros de presión de tierras</b>	<b>Valor</b>
Angulo de fricción	27,70
Coefficiente de presión de tierras activo ( $K_a$ )	0,37
Coefficiente de presión de tierras pasivo ( $K_p$ )	2,74
Coefficiente de presión de tierras en reposo ( $K_o$ )	0,54

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

**Tabla 16.**

*Parámetros de presión de tierras del sondeo N° 3.*

<b>PARAMETROS DE PRESION DE TIERRAS</b>	
---	--

Tabla 16. (Continuación)

<b>Parámetros de presión de tierras</b>	<b>Valor</b>
Angulo de fricción	27,7
Coefficiente de presión de tierras activo (Ka)	0,37
Coefficiente de presión de tierras pasivo (Kp)	2,74
Coefficiente de presión de tierras en reposo (Ko)	0,54

Fuente. Laboratorio ingeniería suelos y concreto S.A.S

**4.2 Proponer los diseños estructurales del cerramiento, gradería y cubierta de gradería, según lo exigido en la norma sismo resistente NSR-10 y la normatividad establecida por coldeportes.**

#### **Memorias de cálculo:**

**Diseños estructurales para un escenario deportivo ubicado en el barrio dos de febrero del municipio de Pelaya departamento del Cesar.**

**Diseño de muro de cerramiento.** Para el diseño del muro de cerramiento se tendrán en cuenta las disposiciones exigidas por la Norma Sismo resistente (NSR – 10), el análisis sísmico se realizará por el método de la fuerza horizontal equivalente y el procedimiento de diseño se realizará por el método de la resistencia última.

**El muro de cerramiento dispondrá de los siguientes elementos estructurales:**

Zapata corrida o continua para el muro

Cimiento en concreto ciclópeo

Columnas y vigas de confinamiento

Muro en ladrillo a la vista dos caras

Barras de confinamiento entre columnas y muro

**Especificaciones de diseño.** Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (zapata corrida, viga aérea y columnetas de confinamiento).

Mampostería  $f'm = 100 \text{ kg/cm}^2$  (Ladrillo a la vista dos caras).

Morteros de pega  $f'cr = 125 \text{ kg/cm}^2$

Acero de refuerzo  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2 > \text{N}^\circ 3$

$Fy = 2400 \text{ kg/cm}^2 \leq \text{N}^\circ 3$

**Sistema de cálculo.** Método para el análisis sísmico: fuerza horizontal equivalente

**Especificaciones del muro.**

Longitud del tramo a de diseño = 2.00 m

Altura = 0.80m

Espesor de muro = 0.12 m

**Evaluación de cargas.**

Estas cargas se evalúan para un espesor de 0.12 m y una densidad de  $1800 \text{ Kg/m}^3$

Peso propio:  $1800 \text{ Kg/m}^3 \times 2.00\text{m} \times 0.12\text{m} \times 0.8\text{m} = 345.6 \text{ Kg}$

Para el análisis sísmico se omite el tramo con reja metálica ya que no hace parte del sistema estructural del muro.

**Análisis sísmico.**

Zona de localización general: Pelaya, César

Zona de localización específica: Barrió 2 de febrero

Amenaza sísmica: intermedia

Perfil de suelo: D

Método de análisis: Fuerza horizontal equivalente

Coefficiente de aceleración ( $A_a$ ): 0.15

Coefficiente de aceleración ( $A_v$ ): 0.15

Coefficiente de amplificación ( $F_a$ ): 1.50

Coefficiente de amplificación ( $F_v$ ): 2.20

Coefficiente de importancia  $I=1.0$

### **Cálculo del período aproximado de la estructura**

$$T_a = C_t * h_n^\alpha$$

Dónde:

$T_a$  = Período aproximado de la estructura (seg)

$C_t$  = Parámetro para el cálculo del período aproximado de la estructura

$H_n$  = Altura del muro de cerramiento (m)

$\alpha$  = Parámetro para el cálculo del período aproximado de la estructura

Los valores de los parámetros  $C_t$  y  $\alpha$  se obtienen de la tabla A.4.2 -1 de la NSR-10, que para el caso de este proyecto el sistema estructural de resistencia sísmica corresponde a muros de rigidez en mampostería.

$$T_a = 0.049 * (0.8)^{0.75}$$

$$T_a = 0.041 \text{ seg}$$

### **Cálculo de la fuerza sísmica**

$$F_s = S_a * m g$$

Dónde:

$F_s$  = Fuerza sísmica horizontal equivalente (KN)

$S_a$  = Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico afectiva del sismo

$m$  = Masa de la estructura (kg)

$g = \text{Gravedad (m/seg}^2\text{)}$

Para este período:

$$S_a = 2.5 * A_a * F_a * I$$

Dónde:

$A_a = \text{Coeficiente de aceleración} = 0.15$

$F_a = \text{Coeficiente de amplificación} = 1.50$

$I = \text{Coeficiente de importancia} = 1.0$

$$S_a = 2.5 * 0.15 * 1.50 * 1.0$$

$$S_a = 0.5625$$

$$F_s = 0.5625 * 345.6 \text{ kg}$$

$$F_s = 194.4 \text{ kg}$$

**Cálculo de deriva.** El muro se considera como elemento fijo en la base y en voladizo en la parte superior, se calcula la deformación por corte más la deformación por flexión, en la cual la deformación es la deriva del muro en el sentido débil.

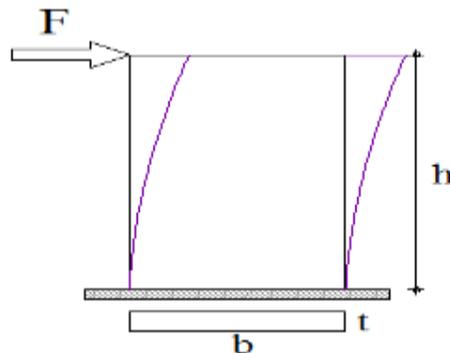


Figura 7. Desplazamiento del muro de cerramiento

Fuente. Autores del proyecto

El desplazamiento producido por la fuerza sísmica genera un efecto de flexión y un efecto de corte:

**Efecto de flexión**

$$\Delta = \frac{F * h^3}{3 * E * I}$$

Dónde:

F = Fuerza sísmica (kg)

h = Altura del muro (m)

E = Módulo de elasticidad de la mampostería (kg/m<sup>2</sup>)

I = Inercia (m<sup>4</sup>)

**Efecto de corte**

$$\Delta = \frac{1.2 * F * h}{A * G}$$

Dónde:

F = Fuerza sísmica (kg)

h = Altura del muro (m)

A = Área de la sección transversal (m<sup>2</sup>)

G = Módulo de elasticidad a cortante (kg/m<sup>2</sup>)

$$\Delta t = \frac{F * h^3}{3 * E * I} + \frac{1.2 * F * h}{A * G}$$

$$I = \frac{t^3 * b}{12}$$

$$I = \frac{(0.12\text{m})^3 * 2.00\text{m}}{12} = 0.0003\text{m}^4$$

$$A = t * b$$

$$A = 0.12\text{m} * 2.00\text{m} = 0.24\text{m}^2$$

$$G = 0.40 * E$$

$$G = 0.40 * 75000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * \frac{(100\text{cm})^2}{1\text{m}^2} = 300 \times 10^6 \text{ kg/m}^2$$

$$\Delta t = \frac{(194.4 \text{ kg}) * (0.8\text{m})^3}{3 * 750 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 0.0003\text{m}^4} + \frac{1.2 * 194.4 \text{ kg} * 0.8\text{m}}{0.24\text{m}^2 * 300 \times 10^6 \text{ kg/m}^2}$$

$$\Delta t = 0.000147\text{m} + 0.000002592\text{m}$$

$$\Delta t = 0.00015\text{m}$$

La deriva máxima exigida por la NSR-10 para mampostería confinada es:

$$\Delta m_{\text{máx}} = 0.50\% h$$

$$\Delta m_{\text{máx}} = 0.005 * 0.80\text{m}$$

$$\Delta m_{\text{máx}} = 0.004 \text{ m}$$

El muro con estas dimensiones cumple con los parámetros de deriva exigidos por la norma.

$$\Delta t = 0.00015\text{m} < \Delta m_{\text{máx}} = 0.004 \text{ m OK}$$

**Columnas de confinamiento.** Se consideran columnas de confinamiento los elementos de concreto reforzado que se colocan en los dos bordes del muro que confinan y en puntos intermedios dentro del muro.

Las columnas de confinamiento deben ser continuas desde la cimentación hasta la parte superior del muro y se deben vaciar directamente contra el muro con posterioridad al alzado de los muros estructurales de cada piso.

**Dimensiones mínimas** Las dimensiones mínimas para los elementos de confinamiento debe ser las siguientes:

**Espesor mínimo** El espesor mínimo de los elementos de confinamiento debe ser el mismo del muro confinado.

**Área mínima** El área mínima de la sección transversal de los elementos de confinamiento es de 20 000 mm<sup>2</sup> (200 cm<sup>2</sup>).

**Ubicación** Deben colocarse columnas de confinamiento en los siguientes lugares:

- (a) En los extremos de todos los muros estructurales.
- (b) En las intersecciones con otros muros estructurales.
- (c) En lugares intermedios a distancias no mayores de 35 veces el espesor efectivo del muro, 1.5 veces la distancia vertical entre elementos horizontales de confinamiento ó 4 m.

**Refuerzo mínimo** El refuerzo mínimo de la columna de confinamiento debe ser el siguiente:

**a. Refuerzo longitudinal** No debe ser menor de 3 barras N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm). El área de refuerzo longitudinal debe ser mayor o igual a 0.0075 veces el área de la sección bruta del elemento, pero el refuerzo longitudinal no puede ser menor al requerido para atender los esfuerzos de diseño de acuerdo a D.10.7.

**b. Refuerzo transversal** Debe utilizarse refuerzo transversal consistente en estribos cerrados mínimo de diámetro N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a una separación no mayor de 1.5 veces la menor dimensión del elemento, o 200 mm.

En ningún caso, el refuerzo transversal puede ser menos que el requerido para atender los esfuerzos de diseño, de acuerdo con D.10.7.

**Anclaje del refuerzo** El refuerzo vertical de las columnas de confinamiento debe anclarse al sistema de cimentación. Pueden utilizarse barras de empalme ancladas en la cimentación mediante ganchos a 90°.

Estas barras deben sobresalir la longitud de empalme por traslapo desde la cara superior del cimiento. Los empalmes del refuerzo vertical de las columnas de confinamiento deben cumplir los requisitos establecidos en el Capítulo C.12. En el extremo superior de la columna de confinamiento los refuerzos longitudinales deben anclarse en un elemento de confinamiento transversal a su dirección con un gancho de 90°.

**Refuerzo transversal de confinamiento** En las zonas de amenaza sísmica alta e intermedia se deben utilizar estribos cerrados de confinamiento mínimo N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm), espaciados a 100 mm y cuyas ramas no pueden estar separadas a distancias mayores de 150 mm. La distancia en cada extremo del elemento, medida a partir del elemento transversal de confinamiento, en la cual se deben colocar los estribos de confinamiento debe ser la mayor entre 450 mm, 3 veces la mayor dimensión de la sección del elemento o la sexta parte de la luz en cuestión.

**Diseño del muro****Carga axial última:**

$$N = 345.6 \text{ kg} * 1.2 = 414.72 \text{ kg}$$

**Cortante último:**

$$V = 194.4 \text{ kg} * 1.2 = 233.28 \text{ kg}$$

$$R = R_o * \phi_a * \phi_p * \phi_r$$

$$R = 2.0 * 1.0 * 1.0 * 1.0 = 2.0$$

$$V = \frac{233.28}{2.0} \text{ kg} = 116.64 \text{ kg}$$

**Momento último:**

$$M = \frac{194.4 \text{ kg} * 0.80 \text{ m} * 1.2}{2} = 93.312 \text{ kg.m}$$

**Diseño a cortante:**

Cortante proporcionado por el concreto:

$$\phi V_c = 0.17 * \lambda * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$\phi V_c = 0.17 * 1 * \sqrt{21} * 0.12 * 0.15 * 1000$$

$$\phi V_c = 14.02 \text{ kn} = 1402 \text{ kg}$$

Como  $\phi V_c > \phi V_u$

$$1402 \text{ kg} > 233.28 \text{ kg}$$

Por lo tanto no requiere refuerzo por cortante sin embargo se colocarán estribos mínimos tal y como recomienda la NSR -10. Ver anexos adjuntos.

Refuerzo transversal: se utilizarán estribos de diámetro 1/4'' cada 10 cm

**Diseño longitudinal:**

$$\phi M_u = \phi * P * f_y * \left(1 - 0.59 * P * \frac{f_y}{f'_c}\right) b d^2$$

$$0.933 = 0.9 \times P \times 420000 \left( 1 - 0.59 \times P \times \frac{420}{21} \right) 0.12 \times (0.15^2)$$

$$P = 0.000924$$

$$P_{\text{mínima}} = 0.0033$$

$$A_s = 0.0033 \times 120 \times 150 = 59.4 \text{ mm}^2$$

Acero en los elementos de confinamiento: 4 varillas de diámetro 3/8''

**Diseño estructural de la cimentación.** Es el elemento estructural que recibe el peso del Muro y lo distribuye uniformemente, es decir en toda su longitud, al suelo de apoyo.

**Cimentación o fundación en concreto ciclópeo impermeabilizado.** Para evitar el contacto total del suelo de soporte con la estructura de cimentación, es necesario fundir una capa de 5 cm. de espesor de concreto en solado o concreto pobre cuya resistencia se establece a criterio del constructor.

**Concreto Ciclópeo:** Es la mezcla de concreto de 2300 psi. Con rocas de un diámetro aproximado de 20 a 25 cm. llamadas piedra rajón o piedra bola.

Según la NSR 10, las cimentaciones corridas para muros de estas características no debe ser inferiores al ancho del sobre cimienta, viga de amarre o zapata.

Lo recomendable es realizar el diseño de la cimentación con una capacidad portante no mayor 2.0 kg/cm<sup>2</sup>, por las razones consideradas anteriormente y de seguridad de la estructura.

La dimensión de la cimentación en concreto ciclópeo debe tener como mínimo 30 cm. de alto (o hasta encontrar suelo de buenas condiciones de fundación) por 0.30 m. de ancho, a lo largo de la longitud del cerramiento perimetral.

Dosificación:

Concreto de 2300 psi 60% por m<sup>3</sup>:

Dosificación recomendada que garantiza la resistencia de diseño: 1: 2: 3 ½

6 ½ Bultos de cemento tipo 1

0.515 m<sup>3</sup> de Arena

0.900 m<sup>3</sup> de Triturado

Agua 60% del peso de cemento por metro cúbico.

Piedra rajón 40% por m<sup>3</sup>.

Las mezclas deben ser preparadas en trompo de bulto y todas las muestras de concreto deben ser compactadas mediante vibrador de aguja para garantizar la homogeneidad del concreto y evitar hormigueros.

Los vibradores deberán tener la suficiente capacidad para compactar adecuadamente cada cochada de mezcla antes de que se coloque la siguiente.

La vibración deberá ser de manera uniforme a toda la masa de la mezcla y deberá suspenderse antes de que cause segregación de agregados o mortero, esta no debe ser usada para transportar mezcla dentro de la formaleta o acero de refuerzo, especialmente si esto afecta masas de mezcla recientemente fraguada y la mezcla no debe ser vaciada desde alturas mayores a 1.5 m.

NOTA: Esta recomendación aplica en todas y cada una de las intervenciones del vibrador en cualquier elemento estructural en proceso de fundición.

**Vigas de confinamiento.** Se consideran vigas de confinamiento los elementos de concreto reforzado que se colocan en la parte inferior y superior de muros confinados. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan. La viga de cimentación se considera como una viga de amarre y debe cumplir los requisitos mínimos de las vigas de amarre.

**Dimensiones mínimas** Las dimensiones mínimas para las vigas de confinamiento debe ser las siguientes:

**Espesor mínimo** El espesor mínimo de las vigas de confinamiento debe ser el mismo del muro confinado.

**Área mínima** El área mínima de la sección transversal de los elementos de confinamiento es de 20 000 mm<sup>2</sup> (200 cm<sup>2</sup>). En caso de utilizarse una losa de entrepiso maciza de espesor superior o igual a 100 mm, se puede prescindir de las vigas de amarre en la zona ocupada por este tipo de losa, colocando el refuerzo requerido para la viga dentro de la losa. En vigas que requieran enchaparse, el ancho especificado puede reducirse hasta en 75 mm, siempre y cuando se incremente su altura, de tal manera que el área transversal no sea inferior al mínimo.

**Ubicación** Deben colocarse vigas horizontales de confinamiento en el arranque y en el remate del muro, en los entrepisos y a distancias libres verticales no mayores de 25 veces el espesor del muro. Las vigas deben disponerse formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso ó la cubierta.

**Refuerzo mínimo** El refuerzo mínimo de las vigas de amarre debe ser el siguiente:

**a. Refuerzo longitudinal** El refuerzo longitudinal no debe ser inferior a 3 barras N° 3 (3/8”) ó 10M (10 mm), El área de refuerzo longitudinal no puede ser menor a 0.0075 veces el área de la sección bruta del elemento. Para anchos inferiores a 110 mm, y en los casos en que el entrepiso sea una losa maciza, el refuerzo mínimo debe ser dos barras N° 4 (1/2”) ó 12M (12 mm). En ningún caso, el refuerzo longitudinal NSR-10 – Capítulo D.10 – Mampostería de muros confinados D-57 puede ser menos que el requerido para atender los esfuerzos de diseño, de acuerdo con D.10.7.

**b. Refuerzo transversal** El refuerzo transversal mínimo debe consistir en estribos cerrados N° 2 (1/4”) ó 6M (6 mm), espaciados a distancias no mayores de 200 mm ni de 1.5 veces la menor dimensión del elemento. En ningún caso, el refuerzo transversal puede ser menos que el requerido para atender los esfuerzos de diseño, de acuerdo con D.10.7.

**Anclaje del refuerzo** El refuerzo de las vigas de confinamiento debe anclarse en los extremos terminales con ganchos de 90° dentro de un elemento de confinamiento transversal a su dirección.

**Viga de amarre sobre la cimentación** Sobre la cimentación debe colocarse una viga de amarre que cumpla con los requisitos mínimos para vigas de confinamiento dados en esta sección. Cuando la cimentación está construida con elementos de concreto reforzado, éstos se consideran como equivalentes a la viga de amarre y sólo se debe cumplir con las cuantías

mínimas, pero en ningún caso, el refuerzo puede ser menos que el requerido para atender los esfuerzos de diseño.

### Diseño de cimentación

#### Cálculo de la altura de la zapata

Asumiendo un espesor de zapata de 25 cm, la altura efectiva será de:

$$d = h - 8\text{cm} = 25\text{cm} - 8\text{cm} = 17\text{cm}$$

#### Cálculo del área de la zapata

$$A_z = \frac{P_{\text{servicio}}}{\delta_{adm}}$$

Dónde:

$A_z$  = Área de la zapata ( $\text{m}^2$ )

$P_{\text{servicio}}$  = Carga total de servicio (kg)

$\delta_{adm}$  = Esfuerzo admisible del suelo ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )

$$A_z = \frac{345.6 \text{ kg}}{7500 \text{ kg}/\text{m}^2}$$

$$A_z = 0.0461 \text{ m}^2$$

Para  $L = 2 \text{ m}$

Ancho del cimiento

$$B = \frac{0.0461 \text{ m}^2}{2\text{m}}$$

$$B = 0.023\text{m}$$

Se adopta una dimensión mínima como ancho de zapata de 0.20m

#### Presión última del suelo

$$\delta_{ult} = \frac{P_u}{A_{zapata}}$$

$$\delta_{ult} = \frac{414.72 \text{ kg}}{2\text{m} * 0.20\text{m}} = 1036.8 \text{ kg/m}^2$$

### Revisión del espesor asumido para la zapata

#### Cortante a la distancia crítica:

La sección crítica está localizada a la distancia ‘‘d’’ del borde del muro, por lo tanto todo el cortante será absorbido por el apoyo debido a que la distancia efectiva queda por fuera de la zapata.

#### Diseño a flexión:

$$M_u = (1036.8 \text{ kg/m}^2) * 0.04\text{m} * 2\text{m} * \frac{0.04\text{m}}{2}$$

$$M_u = 1.659 \text{ kg.m} = 0.01659 \text{ KN.m}$$

Para  $b=2\text{m}$  y  $d=0.17\text{m}$

$$M_u = \phi * P * f_y * \left[ 1 - 0.59 * P * \frac{f_y}{f'_c} \right] * b * d^2$$

$$0.01659 = 0.9 * P * 240000 * \left[ 1 - 0.59 * P * \frac{240}{21} \right] * (2\text{m}) * (0.17\text{m})^2$$

$$P = 0.00000133$$

Como  $P = 0.00000133 < P_{mínima} = 0.0018$

$$A_s = 0.0018 * 2000\text{mm} * 170\text{mm}$$

$$A_s = 612 \text{ mm}^2 \quad \text{colocar } 1 \text{ } \phi \text{ } 3/8'' \text{ c}/0.20\text{m}$$

Refuerzo perpendicular

$$A_s = 0.0018 * 200\text{mm} * 250\text{mm}$$

$$A_s = 90 \text{ mm}^2 \quad \text{colocar longitudinalmente } 2 \text{ } \phi \text{ } 1/2''$$

### Diseño estructural graderías

#### Diseño de losa maciza

#### Pre dimensionamiento:

$$h = \frac{L}{24} = \frac{2}{24} = 0.08 = 0.10 \text{ m.}$$

$$b = 1\text{m}$$

### Análisis de cargas:

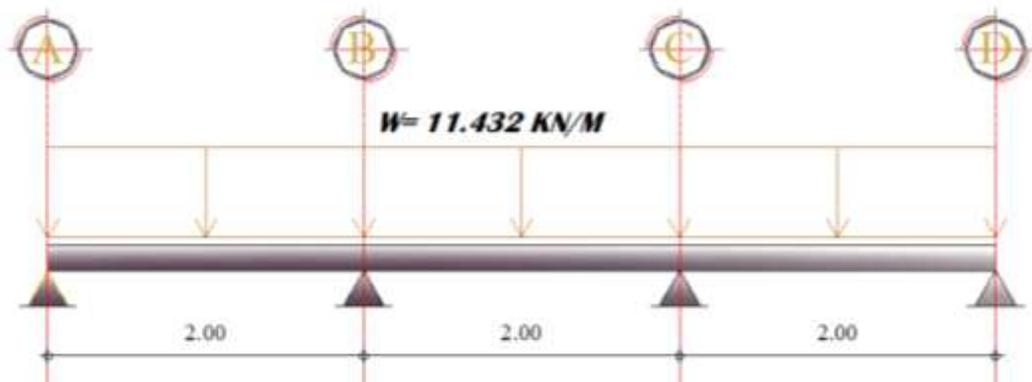
Carga muerta kn/m<sup>2</sup>

Peso losa:  $0.10\text{m} \times 24\text{kn/m}^3 = 2.4\text{kn/m}^2$   
 Acabado en pañete:  $0.02\text{m} \times 23\text{kn/m}^3 = 0.46 \text{ kn/m}^2$   
 Carga muerta total:  $2.86 \text{ kn/m}^2$   
 Carga viva kn/m<sup>2</sup> graderías:  $5.00 \text{ kn/m}^2$

$$W \text{ (KN/M)} = (1.2D + 1.6L) \times 1\text{m}$$

$$W \text{ (KN/M)} = (1.2(2.86) + 1.6(5)) \times 1\text{m}$$

$$W = 11.432 \text{ kn/m}$$



$$R_A = R_D = 9.15 \text{ KN}; R_B = R_C = 25.15 \text{ KN}$$

$$b = 1\text{m}; h = 0.10\text{m}; d = 0.06\text{m}; f'_c = 21.1 \text{ Mpa}; f_y = 420 \text{ Mpa}; P_{\text{mínima}} = 0.0018$$

	A		B		C		D
MU KN/M			4.36		4.36		
		3.66		1.14		3.66	
K		1016.66	1211.11	316.67	1211.11	1016.66	
P		0.00298126	0.00298	0.000852	0.00298	0.00298	
AS (MM <sup>2</sup> )		178.8756	178.8	108	178.8	178.8	
	1 Ø 1/2" @ 0.20m		1 Ø 1/2" @ 0.20m		1 Ø 1/2" @ 0.20m		1 Ø 1/2" @ 0.20m
		1 Ø 1/2" @ 0.20m		1 Ø 1/2" @ 0.20m		1 Ø 1/2" @ 0.20m	
ØVu (KN)	9.15		13.5	11.08	11.11	13.5	9.15
ØVc (KN)	206.71		206.71	206.71	206.71	206.71	206.71
ØVc > Øvu	NO REQUIERE REFUERZO POR CORTANTE		NO REQUIERE REFUERZO POR CORTANTE		NO REQUIERE REFUERZO POR CORTANTE		NO REQUIERE REFUERZO POR CORTANTE

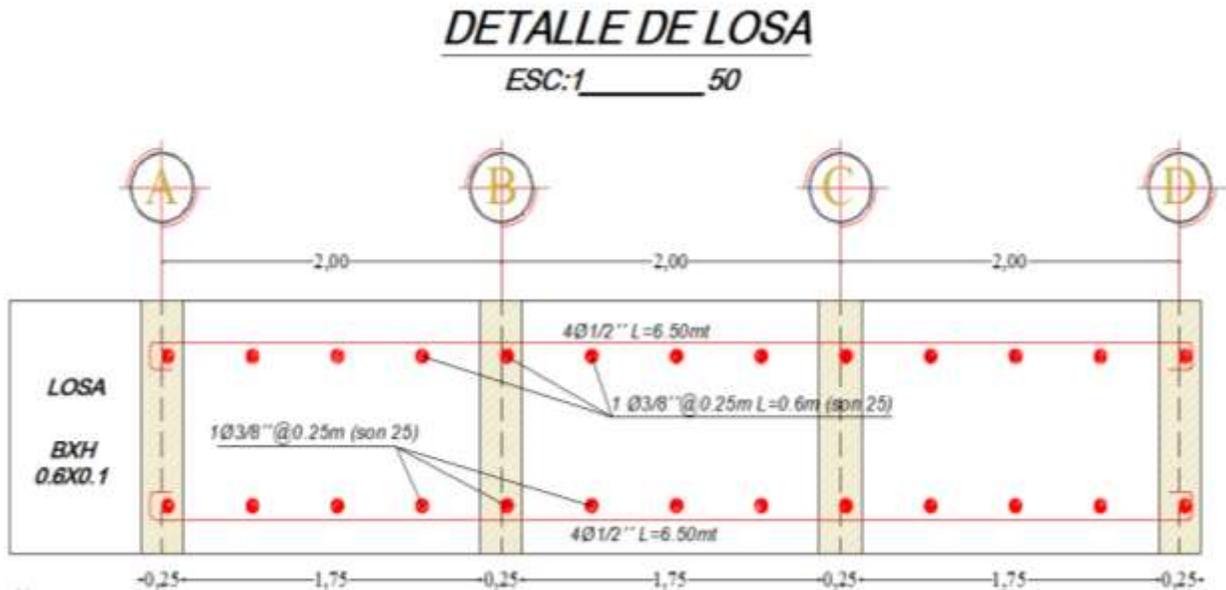
### Armadura por retracción y fraguado

$$A_s = P \times b \times h$$

$$A_s = 0.0018 \times 1000\text{mm} \times 100\text{mm}$$

$$A_s = 180 \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ } \varnothing 3/8'' @ 0.25\text{m}$$



**Diseño estructural de la cimentación.** Es el elemento estructural que recibe el peso del Muro y lo distribuye uniformemente, es decir en toda su longitud, al suelo de apoyo.

**Cimentación o fundación en concreto ciclópeo impermeabilizado.** Para evitar el contacto total del suelo de soporte con la estructura de cimentación, es necesario fundir una capa de 5 cm. de espesor de concreto en solado o concreto pobre cuya resistencia se establece a criterio del constructor.

**Concreto ciclópeo:** Es la mezcla de concreto de 2300 psi. Con rocas de un diámetro aproximado de 20 a 25 cm. llamadas piedra rajón o piedra bola.

Según la NSR 10, las cimentaciones corridas para muros de estas características no debe ser inferiores al ancho del sobre cimientto, viga de amarre o zapata.

Lo recomendable es realizar el diseño de la cimentación con una capacidad portante no mayor 2.0 kg/cm<sup>2</sup>, por las razones consideradas anteriormente y de seguridad de la estructura.

La dimensión de la cimentación en concreto ciclópeo debe tener como mínimo 30 cm. de alto (o hasta encontrar suelo de buenas condiciones de fundación) por 0.30 m. de ancho, a lo largo de la longitud del cerramiento perimetral.

Dosificación:

Concreto de 2300 psi 60% por m<sup>3</sup>:

Dosificación recomendada que garantiza la resistencia de diseño: 1: 2: 3 ½

6 ½ Bultos de cemento tipo 1

0.515 m<sup>3</sup> de Arena

0.900 m<sup>3</sup> de Triturado

Agua 60% del peso de cemento por metro cúbico.

Piedra rajón 40% por m<sup>3</sup>.

Las mezclas deben ser preparadas en trompo de bulto y todas las muestras de concreto deben ser compactadas mediante vibrador de aguja para garantizar la homogeneidad del concreto y evitar hormigueros.

Los vibradores deberán tener la suficiente capacidad para compactar adecuadamente cada cochada de mezcla antes de que se coloque la siguiente.

La vibración deberá ser de manera uniforme a toda la masa de la mezcla y deberá suspenderse antes de que cause segregación de agregados o mortero, esta no debe ser usada para transportar mezcla dentro de la formaleta o acero de refuerzo, especialmente si esto afecta masas de mezcla recientemente fraguada y la mezcla no debe ser vaciada desde alturas mayores a 1.5 m.

NOTA: Esta recomendación aplica en todas y cada una de las intervenciones del vibrador en cualquier elemento estructural en proceso de fundición.

**Vigas de confinamiento.** Se consideran vigas de confinamiento los elementos de concreto reforzado que se colocan en la parte inferior y superior de muros confinados. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros estructurales que confinan. La viga de cimentación se considera como una viga de amarre y debe cumplir los requisitos mínimos de las vigas de amarre.

**Dimensiones mínimas** Las dimensiones mínimas para las vigas de confinamiento debe ser las siguientes:

**Espesor mínimo** El espesor mínimo de las vigas de confinamiento debe ser el mismo del muro confinado.

**Área mínima** El área mínima de la sección transversal de los elementos de confinamiento es de  $20\,000\text{ mm}^2$  ( $200\text{ cm}^2$ ). En caso de utilizarse una losa de entrepiso maciza de espesor superior o igual a 100 mm, se puede prescindir de las vigas de amarre en la zona ocupada por este tipo de losa, colocando el refuerzo requerido para la viga dentro de la losa. En vigas que requieran enchaparse, el ancho especificado puede reducirse hasta en 75 mm, siempre y cuando se incremente su altura, de tal manera que el área transversal no sea inferior al mínimo.

**Ubicación** Deben colocarse vigas horizontales de confinamiento en el arranque y en el remate del muro, en los entrepisos y a distancias libres verticales no mayores de 25 veces el espesor del muro. Las vigas deben disponerse formando anillos cerrados en un plano horizontal, entrelazando los muros estructurales en las dos direcciones principales para conformar diafragmas con ayuda del entrepiso ó la cubierta.

**Refuerzo mínimo** El refuerzo mínimo de las vigas de amarre debe ser el siguiente:

**a. Refuerzo longitudinal** El refuerzo longitudinal no debe ser inferior a 3 barras N° 3 ( $3/8''$ ) ó 10M (10 mm), El área de refuerzo longitudinal no puede ser menor a 0.0075 veces el área de la sección bruta del elemento. Para anchos inferiores a 110 mm, y en los casos en que el entrepiso sea una losa maciza, el refuerzo mínimo debe ser dos barras N° 4 ( $1/2''$ ) ó 12M (12 mm). En ningún caso, el refuerzo longitudinal NSR-10 – Capítulo D.10 – Mampostería de muros confinados D-57 puede ser menos que el requerido para atender los esfuerzos de diseño, de acuerdo con D.10.7.

**b. Refuerzo transversal** El refuerzo transversal mínimo debe consistir en estribos cerrados N° 2 (1/4”) ó 6M (6 mm), espaciados a distancias no mayores de 200 mm ni de 1.5 veces la menor dimensión del elemento. En ningún caso, el refuerzo transversal puede ser menos que el requerido para atender los esfuerzos de diseño, de acuerdo con D.10.7.

**Anclaje del refuerzo** El refuerzo de las vigas de confinamiento debe anclarse en los extremos terminales con ganchos de 90° dentro de un elemento de confinamiento transversal a su dirección.

**Viga de amarre sobre la cimentación** Sobre la cimentación debe colocarse una viga de amarre que cumpla con los requisitos mínimos para vigas de confinamiento dados en esta sección. Cuando la cimentación está construida con elementos de concreto reforzado, éstos se consideran como equivalentes a la viga de amarre y sólo se debe cumplir con las cuantías mínimas, pero en ningún caso, el refuerzo puede ser menos que el requerido para atender los esfuerzos de diseño.

### Diseño de cimentación

#### Evaluación de cargas:

Mampostería de bloque de arcilla a la vista:  $3.30 \text{ KN/m}^2 \times 1.20 \text{ m} \times 1.2 = 4.75 \text{ KN/m}$

Mampostería de bloque de arcilla a la vista:  $3.30 \text{ KN/m}^2 \times 0.80 \text{ m} \times 1.2 = 3.17 \text{ KN/m}$

Mampostería de bloque de arcilla a la vista:  $3.30 \text{ KN/m}^2 \times 0.40 \text{ m} \times 1.2 = 1.584 \text{ KN/m}$

Peso losa eje A, D = 9.15 KN/m

Peso losa eje B, C = 25.15 KN/m

### Cálculo de la altura de la zapata

Asumiendo un espesor de zapata de 25 cm, la altura efectiva será de:

$$d = h - 8\text{cm} = 25\text{cm} - 8\text{cm} = 17\text{cm}$$

### Cálculo del área de la zapata

$$A_z = \frac{P_{\text{servicio}}}{\delta_{adm}}$$

Dónde:

$A_z$  = Área de la zapata ( $\text{m}^2$ )

$P_{\text{servicio}}$  = Carga total de servicio (kg)

$\delta_{adm}$  = Esfuerzo admisible del suelo ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )

$$P_s = \frac{25.15\text{KN} + 4.75\text{KN}}{1.5} = 19.9333\text{KN}$$

$$A_z = \frac{1993.33\text{ kg}}{7500\text{kg}/\text{m}^2}$$

$$A_z = 0.30\text{ m}^2$$

Para  $L = 1\text{ m}$

Ancho del cimiento

$$B = \frac{0.30\text{ m}^2}{1\text{m}}$$

$$B = 0.30\text{m}$$

### Presión última del suelo

$$\delta_{ult} = \frac{P_u}{A_{zapata}}$$

$$\delta_{ult} = \frac{2990\text{kg}}{1\text{m} * 0.30\text{m}} = 9967\text{kg}/\text{m}^2$$

## Revisión del espesor asumido para la zapata

### Cortante a la distancia crítica:

La sección crítica está localizada a la distancia "d" del borde del muro, por lo tanto todo el cortante será absorbido por el apoyo debido a que la distancia efectiva queda por fuera de la zapata.

### Diseño a flexión:

$$M_u = (9967 \text{ kg/m}^2) * 0.09 \text{ m} * 2 \text{ m} * \frac{0.09 \text{ m}}{2}$$

$$M_u = 80.7327 \text{ kg.m} = 0.8073 \text{ KN.m}$$

Para  $b=1\text{m}$  y  $d=0.17\text{m}$

$$M_u = \phi * P * f_y * \left[ 1 - 0.59 * P * \frac{f_y}{f'_c} \right] * b * d^2$$

$$0.8073 = 0.9 * P * 240000 * \left[ 1 - 0.59 * P * \frac{240}{21} \right] * (1\text{m}) * (0.17\text{m})^2$$

$$P = 0.000129$$

Como  $P = 0.000129 < P_{\text{mínima}} = 0.0018$

$$A_s = 0.0018 * 1000\text{mm} * 170\text{mm}$$

$$A_s = 306 \text{ mm}^2 \quad \text{colocar } 1 \text{ } \phi 3/8'' \text{ c}/0.20\text{m}$$

Refuerzo perpendicular

$$A_s = 0.0018 * 300\text{mm} * 250\text{mm}$$

$$A_s = 135 \text{ mm}^2 \quad \text{colocar longitudinalmente } 2 \text{ } \phi 1/2''$$

## Diseño de cubierta en cercha metálica y teja en lámina termoacústica

### Evaluación de cargas

### Peso propio armadura

### Barras de $\phi 5/8''$

$$W = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \left[ \frac{\pi}{4} * (0.015875)^2 \right] = 1.554 \text{ kg/ml}$$

**Barras de Ø1/2''**

$$W = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \left[ \frac{\pi}{4} * (0.0127)^2 \right] = 0.994 \text{ kg/ml}$$

**Longitud total de barras:**

$$\text{Barras de } \text{Ø}5/8'' \text{ L} = 0.50\text{m} * 8 * 2 + 0.20\text{m} * 2 * 2 = 8.8 \text{ ml}$$

$$\text{Barras de } \text{Ø}1/2'' \text{ L} = 0.20\text{m} * 6 * 2 + 0.56\text{m} * 2 * 2 + 0.52\text{m} * 2 * 2 + 0.3\text{m} * 2 * 2 + 0.10\text{m} * 6 * 2 = 9.12 \text{ ml}$$

**Peso barras de Ø5/8''**

$$W = 1.554 \frac{\text{kg}}{\text{ml}} * 8.8 \text{ ml} = 13.68 \text{ kg}$$

**Peso barras de Ø1/2''**

$$W = 0.994 \frac{\text{kg}}{\text{ml}} * 9.12 \text{ ml} = 9.07 \text{ kg}$$

Peso total cerca = 22.75 kg

**Peso por m<sup>2</sup>**

$$W = \frac{22.75 \text{ kg}}{2.2\text{m} * 2\text{m}} = 5.17 \text{ kg/m}^2$$

W promedio incluyendo soldaduras y uniones = 6 kg/m<sup>2</sup>

**Peso correas PHR 2''X4'' Calibre 16**

**Peso correas**

$$W = 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.00054\text{m}^2 * 2 \text{ ml} * 4 \text{ correas} = 33.912 \text{ kg}$$

**Peso por m<sup>2</sup>**

$$W = \frac{33.912 \text{ kg}}{2.2\text{m} * 2\text{m}} = 7.71 \text{ kg/m}^2$$

### Peso teja termoacústica

W teja termo acústica = 4 kg/m<sup>2</sup>  
Carga en proyección horizontal:

$$W_{\text{proyhor}} = \frac{4 \text{ kg/m}^2}{\cos 7^\circ} = 4.03 \text{ kg/m}^2$$

W teja termo acústica = 4.03 kg/m<sup>2</sup>

### Carga muerta total (Kg/m<sup>2</sup>)

WD = W peso propio + W correas + W teja termo acústica  
WD = 6 kg/m<sup>2</sup> + 7.71 kg/m<sup>2</sup> + 4.03 kg/m<sup>2</sup>  
WD = 17.74 kg/m<sup>2</sup>

### Carga viva de cubierta (Kg/m<sup>2</sup>)

De acuerdo con NSR-10 para cubiertas inclinadas con pendientes  $\leq 15^\circ$ ; Lr = 50 kg/m<sup>2</sup>

### Fuerza de viento

#### Presiones:

Viento a compresión = 40kg/m<sup>2</sup>  
Viento a succión = 40kg/m<sup>2</sup>

### Distribución de las presiones de viento en los nodos:

#### Nodo del apoyo

$$F = 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.10\text{m}] * [2\text{m}] = 8 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha

$$F = 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.25\text{m}] * [2\text{m}] = 20 \text{ kg}$$

Nodos centrales

$$F = 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] = 40 \text{ kg}$$

$$F = 40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] = 28 \text{ kg}$$

### Fuerza sísmica

$$F_s = S_a * m_g$$

Dónde:

$F_s$  = Fuerza sísmica horizontal equivalente (kgf)

$S_a$  = Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico afectiva del sismo

$m$  = Masa de la estructura (kg)

$g$  = Gravedad ( $m/seg^2$ )

**Coeficiente de la aceleración horizontal pico afectiva del sismo ( $S_a$ ):**

$$S_a = 2.5 * A_a * F_a * I$$

Dónde:

$A_a$  = Coeficiente de aceleración = 0.15

$F_a$  = Coeficiente de amplificación = 1.20

$I$  = Coeficiente de importancia = 1.0

$$S_a = 2.5 * 0.15 * 1.20 * 1.0$$

$$S_a = 0.45$$

$$F_s = 0.45 * 17.74 \text{ kg/m}^2$$

$$F_s = 7.983 \text{ kg/m}^2$$

**Fuerza sísmica de diseño:**

$$E = \frac{F_s}{R}$$

$$E = \frac{7.983 \text{ kg/m}^2}{5} = 1.6 \text{ kg/m}^2$$

Combinaciones básicas según NSR-10

1.  $1.2D + 1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) + (L \text{ ó } 0.8W)$
2.  $1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5 (L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$
3.  $1.2D + 1.0E + 1.0L$
4.  $0.9D + 1.6W$

**Para la combinación 1 =  $1.2D + 1.6L_r + 0.8W$**

**Por carga muerta:**

Nodos de los apoyos (cordón superior)

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.20\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.2 = 4.28 \text{ kg}$$

Nodos de los apoyos (cordón inferior)

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.20\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.2 = 3.29 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha (cordón superior)

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.50\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.2 = 10.64 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha (cordón inferior)

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.50\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.2 = 8.23 \text{ kg}$$

Nodos centrales (cordón superior)

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] * 1.2 = 21.29 \text{ kg}$$

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] * 1.2 = 14.90 \text{ kg}$$

Nodos centrales (cordón inferior)

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] * 1.2 = 16.45 \text{ kg}$$

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] * 1.2 = 11.52 \text{ kg}$$

### **Por carga viva:**

Nodo del apoyo (cordón superior)

$$FLr = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.20\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.6 = 16 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha

$$FLr = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.50\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.6 = 40 \text{ kg}$$

Nodos centrales (cordón superior)

$$FLr = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] * 1.6 = 80 \text{ kg}$$

$$FLr = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] * 1.6 = 56 \text{ kg}$$

### **Por presión del viento:**

Nodo del apoyo

$$F_w = 8\text{kg} * \cos 7^\circ * 0.8 = 6.35 \text{ kg}$$

$$F_w = 8\text{kg} * \sin 7^\circ * 0.8 = 0.78 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha

$$F_w = 20\text{kg} * \cos 7^\circ * 0.8 = 15.88 \text{ kg}$$

$$F_w = 20\text{kg} * \sin 7^\circ * 0.8 = 1.95 \text{ kg}$$

Nodos centrales

$$F_w = 40\text{kg} * \cos 7^\circ * 0.8 = 31.76 \text{ kg}$$

$$F_w = 40\text{kg} * \sin 7^\circ * 0.8 = 3.90 \text{ kg}$$

$$F_w = 28\text{kg} * \cos 7^\circ * 0.8 = 22.23 \text{ kg}$$

$$F_w = 28\text{kg} * \sin 7^\circ * 0.8 = 2.73 \text{ kg}$$

*Para la combinación 2 = 1.2D + 1.6W + 0.5Lr*

**Por carga muerta:**

Nodos de los apoyos (cordón superior)

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.20\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.2 = 4.28 \text{ kg}$$

Nodos de los apoyos (cordón inferior)

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.20\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.2 = 3.29 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha (cordón superior)

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.50\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.2 = 10.64 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha (cordón inferior)

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.50\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.2 = 8.23 \text{ kg}$$

Nodos centrales (cordón superior)

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] * 1.2 = 21.29 \text{ kg}$$

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] * 1.2 = 14.90 \text{ kg}$$

Nodos centrales (cordón inferior)

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] * 1.2 = 16.45 \text{ kg}$$

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] * 1.2 = 11.52 \text{ kg}$$

**Por carga viva:**

Nodo del apoyo (cordón superior)

$$FLr = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.20\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 0.5 = 5 \text{ kg}$$

Nodo de la esquina derecha (cordón superior)

$$FLr = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.50\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 0.5 = 12.5 \text{ kg}$$

Nodos centrales (cordón superior)

$$FLr = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] * 0.5 = 25 \text{ kg}$$

$$FLr = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] * 0.5 = 17.5 \text{ kg}$$

### Por presión del viento:

Nodo del apoyo

$$Fw = 8\text{kg} * \cos 7^\circ * 1.6 = 12.7 \text{ kg}$$

$$Fw = 8\text{kg} * \sin 7^\circ * 1.6 = 1.56 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha

$$Fw = 20\text{kg} * \cos 7^\circ * 1.6 = 31.76 \text{ kg}$$

$$Fw = 20\text{kg} * \sin 7^\circ * 1.6 = 3.90 \text{ kg}$$

Nodos centrales

$$Fw = 40\text{kg} * \cos 7^\circ * 1.6 = 63.52 \text{ kg}$$

$$Fw = 40\text{kg} * \sin 7^\circ * 1.6 = 7.80 \text{ kg}$$

$$Fw = 28\text{kg} * \cos 7^\circ * 1.6 = 44.46 \text{ kg}$$

$$Fw = 28\text{kg} * \sin 7^\circ * 1.6 = 5.46 \text{ kg}$$

*Para la combinación 3 = 1.2D + 1.0E + 1.0L*

### Por carga muerta:

Nodos de los apoyos (cordón superior)

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.20\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.2 = 4.28 \text{ kg}$$

Nodos de los apoyos (cordón inferior)

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.20\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.2 = 3.29 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha (cordón superior)

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.50\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.2 = 10.64 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha (cordón inferior)

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.50\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.2 = 8.23 \text{ kg}$$

Nodos centrales (cordón superior)

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] * 1.2 = 21.29 \text{ kg}$$

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] * 1.2 = 14.90 \text{ kg}$$

Nodos centrales (cordón inferior)

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] * 1.2 = 16.45 \text{ kg}$$

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] * 1.2 = 11.52 \text{ kg}$$

**Por carga viva:**

Nodo del apoyo (cordón superior)

$$FLr = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.20\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.0 = 10 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha

$$FLr = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.50\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.0 = 25 \text{ kg}$$

Nodos centrales (cordón superior)

$$FLr = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] * 1.0 = 50 \text{ kg}$$

$$FLr = 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] * 1.0 = 35 \text{ kg}$$

**Por sismo:**

Nodo del apoyo

$$FE = 1.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.20\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.0 = 0.32 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha

$$FE = 1.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.50\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 1.0 = 0.8 \text{ kg}$$

Nodos centrales (cordón superior)

$$FE = 1.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] * 1.0 = 1.6 \text{ kg}$$

$$FE = 1.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] * 1.0 = 1.12 \text{ kg}$$

*Para la combinación 4 = 0.9D + 1.6W*

**Por carga muerta:**

Nodos de los apoyos (cordón superior)

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.20\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 0.9 = 3.19 \text{ kg}$$

Nodos de los apoyos (cordón inferior)

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.20\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 0.9 = 2.47 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha (cordón superior)

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.50\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 0.9 = 7.98 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha (cordón inferior)

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * \left[ \frac{0.50\text{m}}{2} \right] * [2\text{m}] * 0.9 = 4.94 \text{ kg}$$

Nodos centrales (cordón superior)

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] * 0.9 = 15.97 \text{ kg}$$

$$FD = 17.74 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] * 0.9 = 11.18 \text{ kg}$$

Nodos centrales (cordón inferior)

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.50\text{m}] * [2\text{m}] * 0.9 = 12.34 \text{ kg}$$

$$FD = 13.71 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * [0.35\text{m}] * [2\text{m}] * 0.9 = 8.64 \text{ kg}$$

### Por presión del viento:

Nodo del apoyo

$$Fw = 8\text{kg} * \cos 7^\circ * 1.6 = 12.7 \text{ kg}$$

$$Fw = 8\text{kg} * \sin 7^\circ * 1.6 = 1.56 \text{ kg}$$

Nodo de esquina derecha

$$Fw = 20\text{kg} * \cos 7^\circ * 1.6 = 31.76 \text{ kg}$$

$$Fw = 20\text{kg} * \sin 7^\circ * 1.6 = 3.90 \text{ kg}$$

Nodos centrales

$$Fw = 40\text{kg} * \cos 7^\circ * 1.6 = 63.52 \text{ kg}$$

$$Fw = 40\text{kg} * \sin 7^\circ * 1.6 = 7.80 \text{ kg}$$

$$Fw = 28\text{kg} * \cos 7^\circ * 1.6 = 44.46 \text{ kg}$$

$$Fw = 28\text{kg} * \sin 7^\circ * 1.6 = 5.46 \text{ kg}$$

Para el cálculo de las fuerzas internas de las barras de la armadura se hace uso del software estructural SAP 2000.

**Tabla 17.**

*Fuerzas máximas en KGF actuantes en cada elemento de la armadura*

FUERZAS MÁXIMAS EN KGF ACTUANTES EN CADA ELEMENTO DE LA ARMADURA					
ELEMENTO	ESTADO	COMBINACIÓN DE CARGA			
		1.2D+1.6Lr+0.8W	1.2D+1.6W+0.5Lr	1.2D+1.0E+1.0Lr	0.9D+1.6W
CORDÓN SUPERIOR	TENSIÓN	1602,35	1370,41	400,74	995,48
CORDÓN INFERIOR	COMPRESIÓN	-1667,96	-1417,09	-420,10	-1026,44
DIAGONALES	COMPRESIÓN	-699,24	-593,03	-175,96	-497,81
	TENSIÓN	443,03	375,79	111,50	893
MONTANTES	COMPRESIÓN	-67,35	-55,88	-10,80	-40,58
	TENSIÓN	60,21	49,55	11,77	36,67

Fuente. Autores del proyecto

Se adopta como combinación de diseño final  $1.2D+1.6Lr+0.8W$ . Con las fuerzas internas generadas por esta combinación se diseñarán los elementos de la armadura. A continuación se muestran algunas imágenes de la modelación en SAP 2000 para la combinación de diseño:

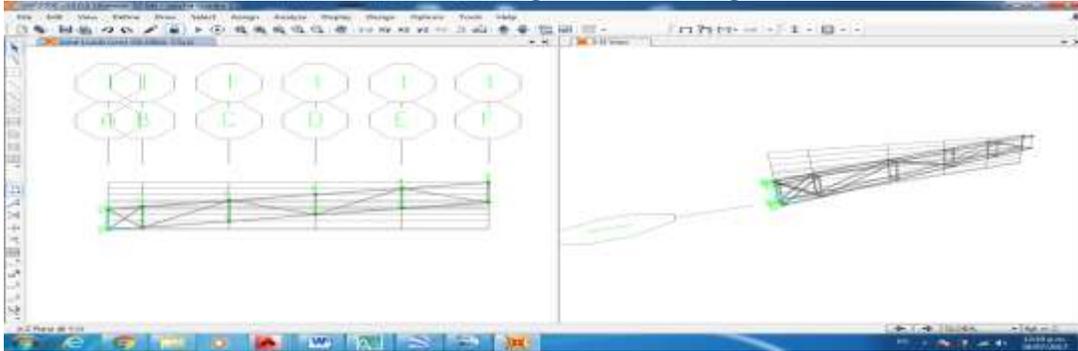
**Asignación de cargas**

Figura 8. Por carga muerta (Dead)

Fuente. Autores del proyecto

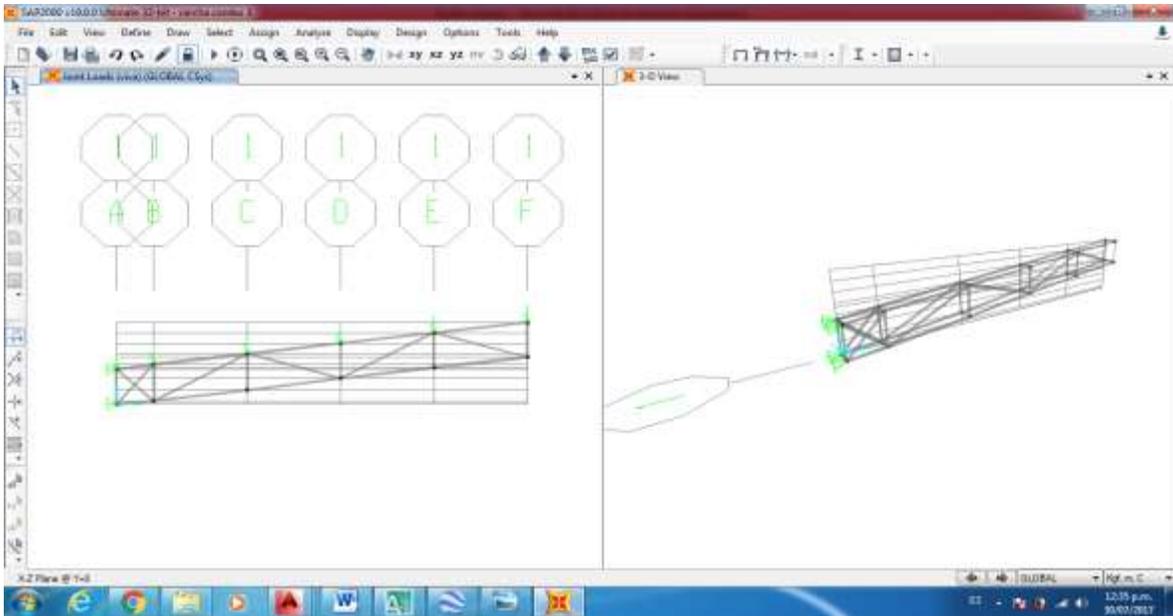


Figura 9. Por carga viva (Live)

Fuente. Autores del proyecto

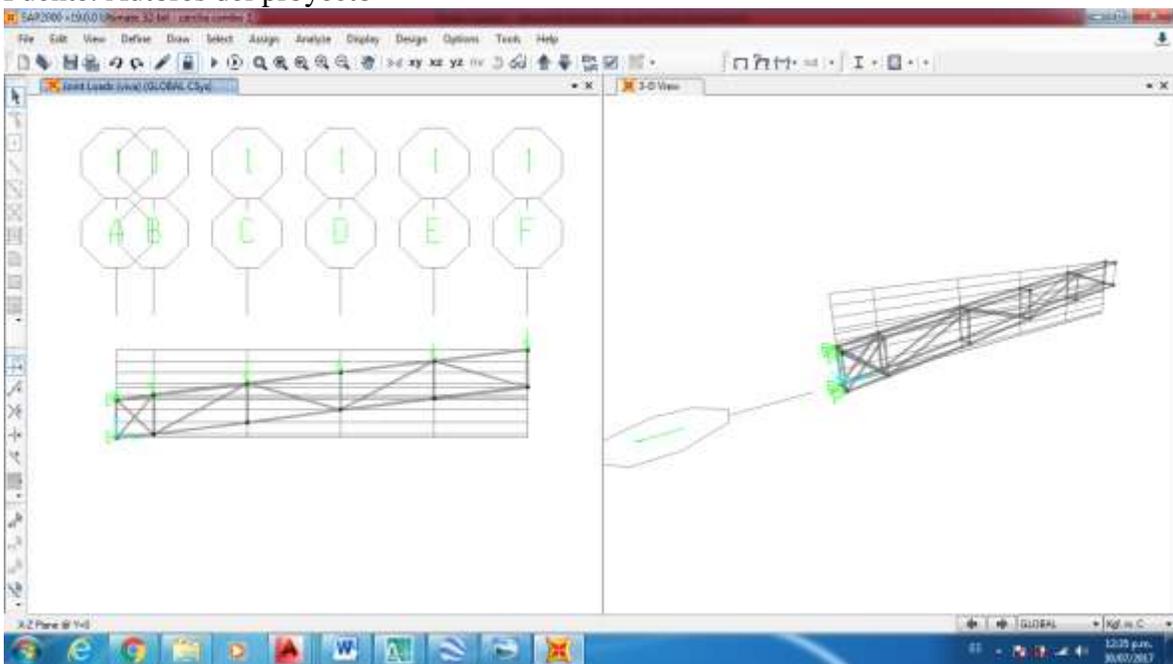


Figura 10. Por presión de viento (Wind)

Fuente. Autores del proyecto

## Fuerzas axiales en los elementos

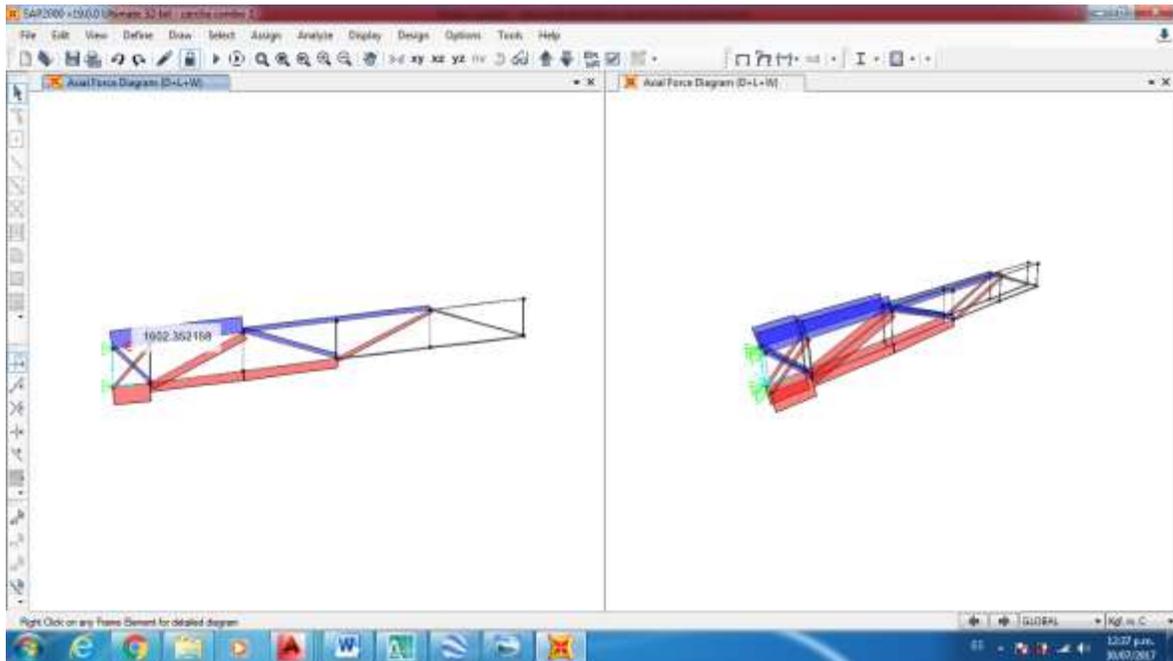


Figura 11. Cordón superior (Tensión)

Fuente. Autores del proyecto

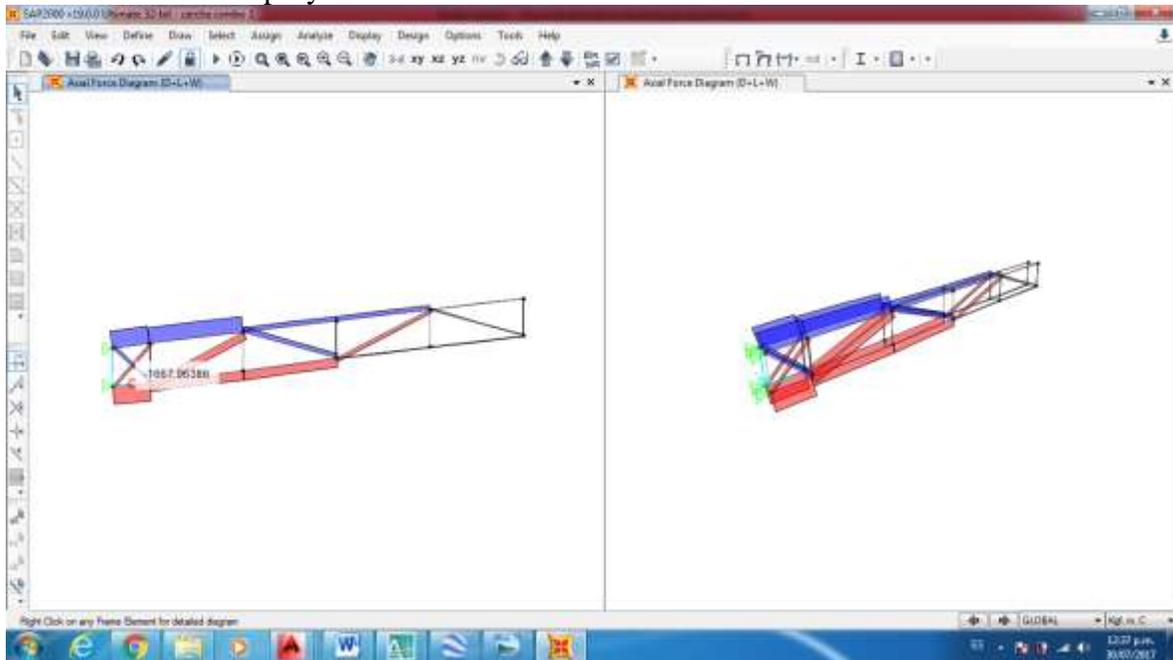


Figura 12. Cordón inferior (Compresión)

Fuente. Autores del proyecto

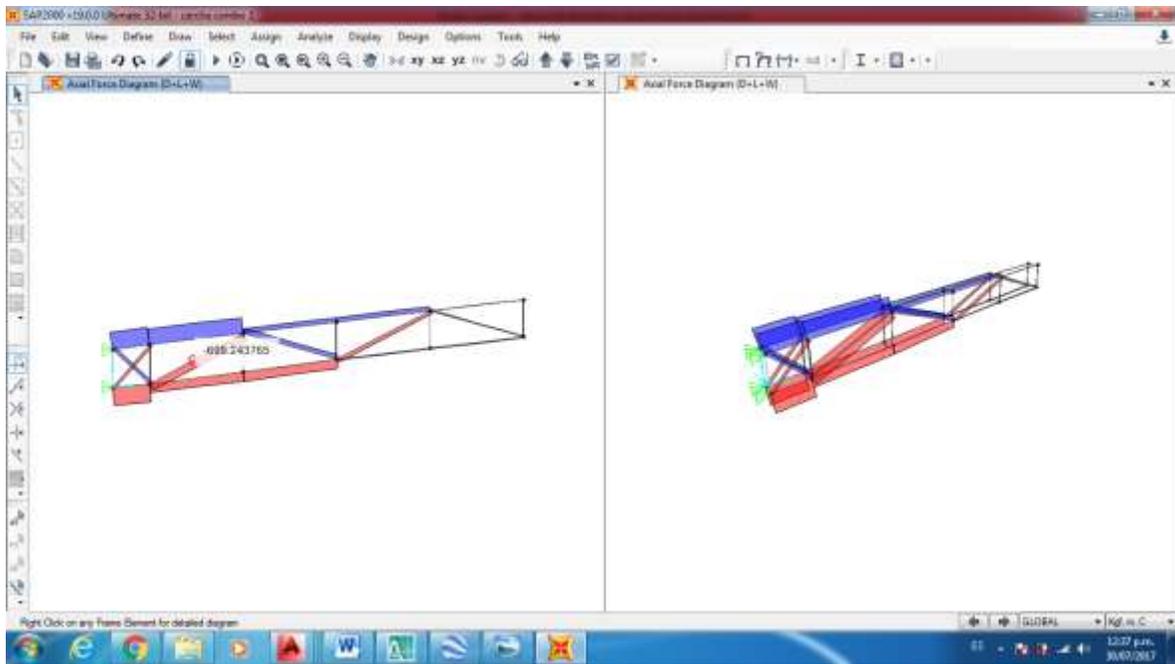


Figura 13. Diagonales (Compresión)

Fuente. Autores del proyecto

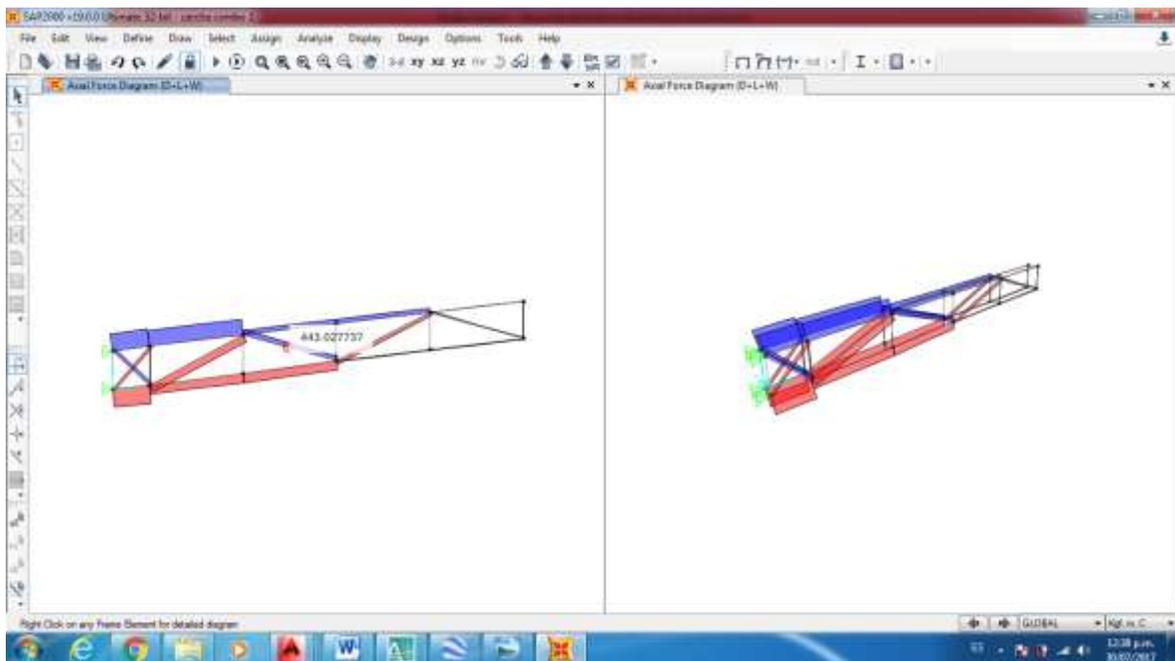


Figura 14. Diagonales (Tensión)

Fuente. Autores del proyecto

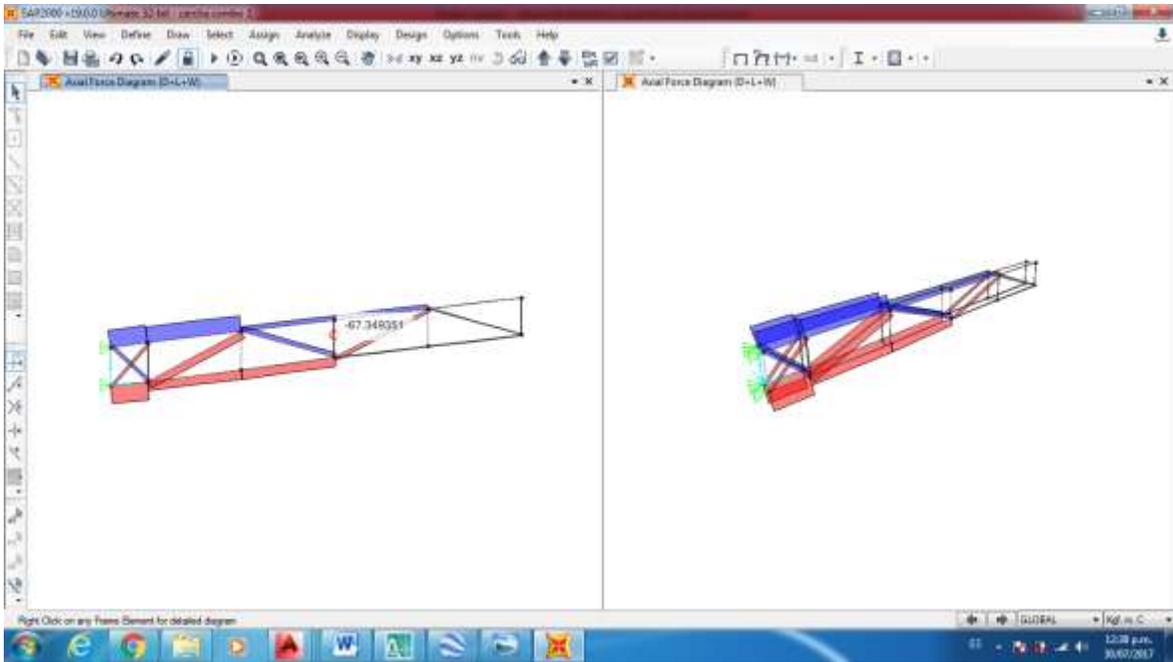


Figura 15. Montantes (Compresión)

Fuente. Autores del proyecto

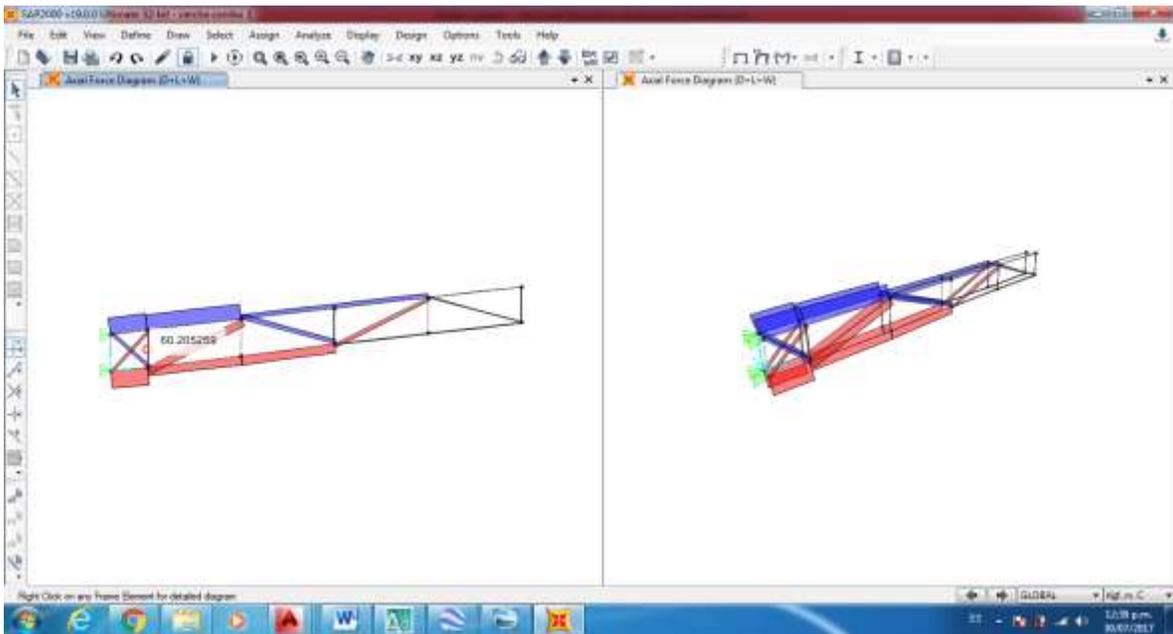


Figura 16. Montantes (Tensión)

Fuente. Autores del proyecto

## Diseño de los elementos de la armadura

### Diseño del cordón superior (Tensión)

$$P_{ut} = \phi_t * (A_g * f_y)$$

Dónde:

$P_{ut}$  = Máxima fuerza axial en tensión que soporta la armadura (kgf)

$\phi_t$  = Coeficiente de seguridad para el material de la barra (adim.)

$A_g$  = Área bruta del elemento en tensión ( $m^2$ )

$f_y$  = Resistencia de ruptura de tensión ( $kgf/m^2$ )

Despejando el área bruta se tiene:

$$A_g = \frac{P_{ut}}{\phi_t * f_y}$$

$$A_g = \frac{1602.35 \text{ kgf}}{0.9 * 4200000 \text{ kgf}/m^2}$$

$$A_g = 0.00004239 \text{ m}^2$$

### Calculo del diámetro:

$$A_g = \frac{\pi}{4} * d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{A_g * 4}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{0.00004239 * 4}{\pi}}$$

$d = 0.01 \text{ m}$  ; Para el cordón superior se adopta un diámetro de barra de  $\phi = 5/8 \text{ in}$

### Diseño del cordón inferior (Compresión)

$$P_{ut} \leq \phi_t * P_{nc} = \phi_c * A_g * F_{cr}$$

Dónde:

$P_{ut}$  = Máxima fuerza axial en tensión que soporta la armadura (kgf)

$P_{nc}$  = Máxima fuerza axial en compresión que soporta la armadura (kgf)

$F_{cr}$  = Esfuerzo crítico de compresión ( $kgf/m^2$ ); pandeo  $< f_y$

$\phi_t$  = Coeficiente de seguridad para el material de la barra (adim)

$\phi_c$  = Coeficiente de reducción (adim)

$A_g$  = Área bruta del elemento en compresión ( $m^2$ )

$$\lambda_c = \frac{K * L}{r * \pi} * \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

Dónde:

$\lambda_c$  = Relación de esbeltez (adim)

$K$  = Factor de la relación de esbeltez (adim)

$L$  = Longitud de la barra (m)

$r$  = radio de giro (m)

$f_y$  = Resistencia de ruptura del acero ( $kgf/m^2$ )

$E$  = Módulo de elasticidad de los elementos ( $kgf/m^2$ )

**Radio de giro:**

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Dónde:

$I$  = Inercia de la barra Ø5/8'' ( $m^4$ )

$A$  = Área de la sección transversal de la barra Ø5/8'' ( $m^2$ )

$$r = \sqrt{\frac{\frac{\pi}{4} * (0.007938m)^4}{0.000198m^2}}$$

$$r = 0.004 \text{ m}$$

**Relación de esbeltez**

$$\lambda_c = \frac{1.0 * 0.20m}{0.004 \text{ m} * \pi} * \sqrt{\frac{420 \text{ Mpa}}{200000 \text{ Mpa}}}$$

$$\lambda_c = 0.73 < 1.50$$

**Esfuerzo crítico de compresión**

$$f_{cr} = (0.653^{\lambda_c^2}) * f_y$$

$$f_{cr} = (0.653^{(0.73)^2}) * 420 \text{ Mpa}$$

$$f_{cr} = 334.67 \text{ Mpa}$$

### Demanda

$$\delta = \frac{P_{nc}}{\phi_c * A_g}$$

$$\delta = \frac{1667.96 \text{ kgf}}{0.85 * 0.000198 \text{ m}^2}$$

$$\delta = 99.11 \text{ Mpa}$$

Como  $\delta = 99.11 \text{ Mpa} < f_{cr} = 334.67 \text{ Mpa}$  OK

Para el cordón inferior se adopta un diámetro de barra de  $\phi = 5/8 \text{ in}$

### Diseño de la diagonal (Tensión)

$$P_{ut} = \phi_t * (A_g * f_y)$$

Dónde:

$P_{ut}$  = Máxima fuerza axial en tensión que soporta la armadura (kgf)

$\phi_t$  = Coeficiente de seguridad para el material de la barra (adim.)

$A_g$  = Área bruta del elemento en tensión ( $\text{m}^2$ )

$f_y$  = Resistencia de ruptura de tensión ( $\text{kgf}/\text{m}^2$ )

Despejando el área bruta se tiene:

$$A_g = \frac{P_{ut}}{\phi_t * f_y}$$

$$A_g = \frac{443.03 \text{ kgf}}{0.9 * 42000000 \text{ kgf}/\text{m}^2}$$

$$A_g = 0.000012 \text{ m}^2$$

Calculo del diámetro:

$$A_g = \frac{\pi}{4} * d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{A_g * 4}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{0.000012 * 4}{\pi}}$$

$d = 0.004 \text{ m}$  ; Para las diagonales se adopta un diámetro de barra de  $\phi = 1/2 \text{ in}$

### Diseño de la diagonal (Compresión)

$$P_{ut} \leq \phi_t * P_{nc} = \phi_c * A_g * F_{cr}$$

Dónde:

$P_{ut}$  = Máxima fuerza axial en tensión que soporta la armadura (kgf)

$P_{nc}$  = Máxima fuerza axial en compresión que soporta la armadura (kgf)

$F_{cr}$  = Esfuerzo crítico de compresión (kgf/m<sup>2</sup>); pandeo <  $f_y$

$\phi_t$  = Coeficiente de seguridad para el material de la barra (adim)

$\phi_c$  = Coeficiente de reducción (adim)

$A_g$  = Área bruta del elemento en compresión (m<sup>2</sup>)

$$\lambda_c = \frac{K * L}{r * \pi} * \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

Dónde:

$\lambda_c$  = Relación de esbeltez (adim)

$K$  = Factor de la relación de esbeltez (adim)

$L$  = Longitud de la barra (m)

$r$  = radio de giro (m)

$f_y$  = Resistencia de ruptura del acero (kgf/m<sup>2</sup>)

$E$  = Módulo de elasticidad de los elementos (kgf/m<sup>2</sup>)

#### Radio de giro:

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Dónde:

$I$  = Inercia de la barra Ø5/8'' (m<sup>4</sup>)

$A$  = Área de la sección transversal de la barra Ø5/8'' (m<sup>2</sup>)

$$r = \sqrt{\frac{\frac{\pi}{4} * (0.007938m)^4}{0.000198m^2}}$$

$$r = 0.004 \text{ m}$$

**Relación de esbeltez**

$$\lambda_c = \frac{1.0 * 0.56\text{m}}{0.004 \text{ m} * \pi} * \sqrt{\frac{420 \text{ Mpa}}{200000 \text{ Mpa}}}$$

$$\lambda_c = 2.04 > 1.50$$

**Esfuerzo crítico de compresión**

$$f_{cr} = \left[ \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right] * f_y$$

$$f_{cr} = \left[ \frac{0.877}{(2.04)^2} \right] * 420 \text{ Mpa}$$

$$f_{cr} = 88.51 \text{ Mpa}$$

**Demanda.**

✓ Para Pnc = 699.24 kgf

$$\delta = \frac{P_{nc}}{\phi_c * A_g}$$

$$\delta = \frac{699.24 \text{ kgf}}{0.85 * 0.000198 \text{ m}^2}$$

$$\delta = 41.55 \text{ Mpa}$$

Como  $\delta = 41.55 \text{ Mpa} < f_{cr} = 88.51 \text{ Mpa}$  OK

Para la diagonal se adopta un diámetro de barra de  $\phi = 5/8 \text{ in}$

✓ Para Pnc = 312.82 kgf

$$\delta = \frac{P_{nc}}{\phi_c * A_g}$$

$$\delta = \frac{312.82 \text{ kgf}}{0.85 * 0.00013 \text{ m}^2}$$

$$\delta = 28.31 \text{ Mpa}$$

Como  $\delta = 28.31 \text{ Mpa} < f_{cr} = 49.79 \text{ Mpa}$  OK

Para las diagonales se adopta un diámetro de barra de  $\phi = 1/2 \text{ in}$

**Diseño de la montante (Tensión)**

$$P_{ut} = \phi_t * (A_g * f_y)$$

Dónde:

$P_{ut}$  = Máxima fuerza axial en tensión que soporta la armadura (kgf)

$\phi_t$  = Coeficiente de seguridad para el material de la barra (adim.)

$A_g$  = Área bruta del elemento en tensión ( $\text{m}^2$ )

$f_y$  = Resistencia de ruptura de tensión ( $\text{kgf}/\text{m}^2$ )

Despejando el área bruta se tiene:

$$A_g = \frac{P_{ut}}{\phi_t * f_y}$$

$$A_g = \frac{60.21 \text{ kgf}}{0.9 * 42000000 \text{ kgf}/\text{m}^2}$$

$$A_g = 0.0000016 \text{ m}^2$$

Calculo del diámetro:

$$A_g = \frac{\pi}{4} * d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{A_g * 4}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{0.0000016 * 4}{\pi}}$$

$d = 0.0014 \text{ m}$  ; Para las montantes se adopta un diámetro de barra de  $\phi = 1/2 \text{ in}$

### Diseño de la montante (Compresión)

$$P_{ut} \leq \phi_t * P_{nc} = \phi_c * A_g * F_{cr}$$

Dónde:

$P_{ut}$  = Máxima fuerza axial en tensión que soporta la armadura (kgf)

$P_{nc}$  = Máxima fuerza axial en compresión que soporta la armadura (kgf)

$F_{cr}$  = Esfuerzo crítico de compresión ( $\text{kgf}/\text{m}^2$ ); pandeo  $< f_y$

$\phi_t$  = Coeficiente de seguridad para el material de la barra (adim)

$\phi_c$  = Coeficiente de reducción (adim)

$A_g$  = Área bruta del elemento en compresión ( $\text{m}^2$ )

$$\lambda_c = \frac{K * L}{r * \pi} * \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

Dónde:

$\lambda_c$  = Relación de esbeltez (adim)

$K$  = Factor de la relación de esbeltez (adim)

$L$  = Longitud de la barra (m)

$r$  = radio de giro (m)

$f_y$  = Resistencia de ruptura del acero ( $\text{kgf}/\text{m}^2$ )

$E$  = Módulo de elasticidad de los elementos ( $\text{kgf}/\text{m}^2$ )

### Radio de giro

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

Dónde:

$I$  = Inercia de la barra  $\text{Ø}1/2''$  ( $\text{m}^4$ )

$A$  = Área de la sección transversal de la barra  $\text{Ø}1/2''$  ( $\text{m}^2$ )

$$r = \sqrt{\frac{\frac{\pi}{4} * (0.00635\text{m})^4}{0.00013\text{m}^2}}$$

$$r = 0.003 \text{ m}$$

Relación de esbeltez

$$\lambda_c = \frac{1.0 * 0.20\text{m}}{0.003 \text{ m} * \pi} * \sqrt{\frac{420 \text{ Mpa}}{200000 \text{ Mpa}}}$$

$$\lambda_c = 0.97 < 1.50$$

Esfuerzo crítico de compresión

$$f_{cr} = (0.653^{\lambda_c^2}) * f_y$$

$$f_{cr} = (0.653^{(0.97)^2}) * 420 \text{ Mpa}$$

$$f_{cr} = 281.26 \text{ Mpa}$$

Demanda

$$\delta = \frac{P_{nc}}{\phi_c * A_g}$$

$$\delta = \frac{67.35 \text{ kgf}}{0.85 * 0.00013 \text{ m}^2}$$

$$\delta = 6.1 \text{ Mpa}$$

Como  $\delta = 6.1 \text{ Mpa} < f_{cr} = 281.26 \text{ Mpa}$  OK

Para las montantes se adopta un diámetro de barra de  $\text{Ø} = 1/2 \text{ in}$

## Diseño hidráulico cañuela en concreto

### Especificaciones de diseño según RAS 2000

#### Coefficientes de rugosidad

El coeficiente de rugosidad  $n$  de Manning que debe utilizarse en el diseño de los canales depende, en general, del tipo de material del canal. En la siguiente tabla se establecen los coeficientes  $n$  de Manning para diferentes materiales.

**Tabla 18.**

*Coefficientes de rugosidad de Manning*

Coefficientes de rugosidad de Manning	
Material del canal	$n$ de Manning
Cemento mortero	0.013
Cemento pulido	0.011
Concreto áspero	0.016
Concreto liso	0.012
Mampostería	0.015
Piedra	0.025
Piedra sobre mortero	0.035

Fuente: Reglamento de agua potable y saneamiento básico RAS 2000

**Velocidad mínima.** La velocidad mínima permisible estará determinada por el menor valor que evite la sedimentación.

**Velocidad máxima.** La velocidad máxima en el canal de aducción dependerá del caudal que ésta mueva, del radio hidráulico y del material de las paredes. Además, deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos:

1. La velocidad máxima en los canales de la aducción dependerá del riesgo de erosión que ésta pueda sufrir.

2. En las siguientes tablas se dan algunos valores de referencia de velocidades máximas en canales revestidos y no revestidos.

En caso que el diseño involucre algún material no contenido en las tablas, debe justificarse la velocidad máxima adoptada.

3. Fuente: Reglamento de agua potable y saneamiento básico RAS 2000

**Tabla 19.**

*Velocidades máximas en canales revestidos.*

Velocidades máximas en canales revestidos (m/s)		
Tipo de revestimiento	Características del material	Velocidad máxima
Revestimiento de hormigón (agua libre de arenas y piedras).		12.5
Mampostería convencional o en piedra.		3.7
Gaviones (0.5 m y mayor).		4.7
Piedras grandes		3.0
Capas de piedra o arcilla (100 mm a 150 mm).		2.4
Suelo apisonado con piedra.	Piedra de 150 – 200 mm.	2.6

Fuente: Reglamento de agua potable y saneamiento básico RAS 2000

**Pendiente mínima.** La pendiente mínima adoptada para los canales de aducción debe evitar la sedimentación de partículas más pequeñas.

**Pendiente máxima.** La pendiente máxima que será admitida en una aducción en canal será aquella para la cual la velocidad del agua no sea superior a los valores establecidos en la siguiente tabla (Velocidades máximas en canales revestidos)

1. **Determinación del caudal.** La evacuación de las aguas lluvias

**Coefficiente de escorrentía promedio.** Para el cálculo del tiempo de entrada de este proyecto, se debe estimar el coeficiente de escorrentía promedio, producto de la superficie que permitirá el escurrimiento de la precipitación y el área drenada, calculado en base a la siguiente ecuación:

$$C = \frac{\sum C \times A}{\sum A}$$

El coeficiente de escorrentía para la superficie de pavimento fue definido según la tabla adjunta (coeficiente de escorrentía o impermeabilidad)

**Tabla 20.**

*Coefficiente de escorrentía o impermeabilidad*

<b>Tipo de superficie</b>	<b>C</b>
Cubierta	0,75-0,95
Pavimento asfáltico y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casa antiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencias multifamiliares, con bloques contiguos y zonas duras entre estos	0,60-0,75
Residencias unifamiliar, con casa contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencia, con casa rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

Fuente. Reglamento de agua potable y saneamiento básico RAS 2000.

Superficie	C	A	C x A
Cancha	0,95	608	577,6

**Intensidad.** La intensidad de precipitación utilizada para el desarrollo del proyecto se calculara a partir del método simplificado definido en el manual de drenaje para carreteras del instituto nacional de vías con base en el método de Vargas y Díaz Granados, a partir de la siguiente ecuación:

$$I = \frac{a \times T^b \times M^d}{(t/60)^c}$$

Dónde:

I: intensidad de precipitación en mm/h

T: Número de años de retorno.

M: Precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual (mm).

t: Duración de la lluvia en minutos.

a, b, c y d: Parámetros según la región.

La precipitación máxima promedio anual en 24 horas, se obtuvo mediante la información suministrada por el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM) para la estación 25021640 STA ISABEL ubicada en el municipio de pelaya cesar. La precipitación máxima utilizada para el cálculo de intensidad corresponde a 177,2 (mm) la cual se puede evidenciar en la información adjunta en los apéndices.

**Tabla 21.**

*Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de la curvas intensidad-duración*

<b>REGIÓN</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>
Andina (R1)	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe (R2)	24.85	0.22	0.50	0.10
Pacifico (R3)	13.92	0.19	0.58	0.20
Orinoquia (R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

Fuente. Estudio de hidráulica, hidrología y socavación; corredor: Santander de q.-Chachagüi y pasto-Rumichaca

Debido a que el proyecto se encuentra localizado en el municipio de pelaya cesar la región a trabajar en la obtención de los valores para los coeficientes a, b, c, d, es la región caribe donde:

$$I = \frac{a \times T^b \times M^d}{(t/60)^c}$$

$$I = \frac{24,85 \times 20^{0,22} \times 177,2^{0,10}}{(20/60)^{0,50}}$$

$$I = 139,624 \text{ mm/hr}$$

$$I = 2,78 \times 139,624$$

$$I = 388,155 \text{ lts/sg.Ha}$$

**Caudal.** El caudal de diseño se define para cada colector por medio del método racional, el cual es utilizable para áreas de drenaje menores a 80 hectáreas.

$$Q=C \times I \times A$$

$$Q=0.95 \times 388,155 \times 0.0608$$

$$Q=(22,42 \text{ L})/s$$

### **Diseño hidráulico cañuela**

Aplicando fórmula de manning:

$$Q=1/N \times A \times (RH)^{(2/3)} \times (S)^{(1/2)}$$

$$Q \times N/(S)^{(1/2)} = A \times (RH)^{(2/3)}$$

$$0,0224 \times 0,013/(0,02)^{(1/2)} = A \times (RH)^{(2/3)} ; 0,0020=A \times (RH)^{(2/3)}$$

**Sección del canal adoptado: parabólico**  
**Perímetro mojado**

$$P = \frac{8 \times (Y)^2}{3 \times T} + T$$

**Área mojada**

$$P = \frac{2 \times T \times Y}{3}$$

**Radio hidráulico**

$$P = \frac{2 \times (T)^2 \times Y}{3T + 8 \times (Y)^2}$$

**Espejo de agua**

$$P = \frac{3 \times A}{2 \times Y}$$

Y	T	P	A	RH	A X RH ^ (2/3)
0,04	0,2	0,221	0,0053	0,024	0,00044
0,06	0,2	0,248	0,008	0,032	0,00081
0,08	0,2	0,285	0,011	0,039	0,0013
0,10	0,2	0,333	0,0133	0,040	0,00155
0,12	0,2	0,392	0,016	0,041	0,002

Fuente. Autores del proyecto

**Las dimensiones adoptadas para el canal parabólico son:**

$$Y = 0,12\text{m}$$

$$T = 0,20\text{m}$$

$$A = 0,016\text{m}^2$$

$$RH = 0,041\text{m}$$

**Velocidad en el canal**

$$Q = V \times A$$

$$V = \frac{0,00189\text{m}^3/\text{sg}}{0,016\text{m}^2} = 0,12 \text{ m/sg}$$

**Régimen de flujo**

$$F = \frac{V}{(d \times g)^{1/2}}$$

$$F = \frac{1,4 \text{ m/sg}}{(0,08 \text{ m} \times 9,81 \text{ m/sg}^2)^{1/2}} = 1,58$$

$F < 0,9$  **REGIMEN SUBCRÍTICO**

$0,9 < F < 1,1$  **REGIMEN CRÍTICO**

$F > 1,1$  **REGIMEN SUPERCRÍTICO**

COMO  $1,58 > 1,1$  **REGIMEN SUPERCRÍTICO**

**Diseño de la estructura de pavimento.** El diseño de la estructura de Pavimento se fundamentó en el Procedimiento simplificado de la Portland Cement Association (PCA).

**Subrasante.** Se debe realizar la exploración Geotécnica del proyecto para precisar las medidas a seguir sobre la subrasante previo a la construcción de la estructura de pavimento rígido del escenario. Para efectos de diseño se asumirá una subrasante de resistencia baja (K) según la tabla 22.

**Tabla 22.**

*Tipos de suelo de subrasante y valores aproximados de k*

Tipo de suelo	Soporte	Rango de valores k MPa/m
Suelos de grano fino, en los que predominan partículas del tamaño del limo y la arcilla	Bajo	20-34
Arenas y mezclas de grava y arena con cantidades moderadas de limo y arcilla	Medio	35-49
Arenas y mezclas de grava y arena relativamente libres de finos plásticos	Alto	50-60
Subbases tratadas con cemento	Muy alto	70-110

Fuente. Canadian Portland Cement Association, *thickness design for Concrete Highway and Street Pavements*

**K = 20 MPa/m**

La subrasante debe ser compactada previo a la instalación de la capa granular

**Subbase granular.** Sobre la subrasante se recomienda instalar un material de apoyo para las losas de concreto hidráulico y prevenir el fenómeno de bombeo designado como subbase granular con un espesor de 0,10 metros que cumpla con los requerimientos exigidos en el Art. 320-07 de las Especificaciones técnicas de construcción del Instituto Nacional de Vías. El efecto de la Subbase granular sobre la resistencia (K) se presenta según la tabla 23

**Tabla 23.**

*Efecto de la subbase granular sobre los valores de K*

Valor de K para subrasante		Valor de K para subbase por combinada							
		100 mm		150mm		225mm		300 mm	
Mpa/m	Lb/pulg 3	Mpa/m	Lb/pulg 3	Mpa/m	Lb/pulg 3	Mpa/m	Lb/pulg 3	Mpa/m	Lb/pulg 3
20	73	23	85	26	96	32	117	38	140
40	147	45	165	49	180	57	210	66	245
60	220	64	235	66	245	76	280	90	330
80	295	87	320	90	330	100	370	117	430

Fuente. Canadian Portland Cement Association, *thickness design for Concrete*

*Highway and Street Pavements*

**K = 23 MPa/m**

### **Losa de concreto**

**Tránsito promedio diario de vehículos comerciales.** Se asumió como condición crítica el tránsito de 2 vehículos comerciales semanalmente sobre la estructura del Pavimento realizando algún trabajo de logística.

$$\text{TPD} - C = 0.3$$

**Categoría de carga por eje.** Se determinó la categoría según la tabla 24.

**Tabla 24.**

*Categorías de carga por eje*

Categoría de carga por eje	Descripción	Transito			Máximas cargas por eje (KN)	
		TPD	TPDC		Ejes simples	Ejes tándem
			%	Diario		
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200-800	1-3	hasta 25	98	160
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (alto). Calles arterias y carreteras primarias (bajo)	700-5000	5-18	40-1000	115	195
3	Calles arterias y carreteras primarias (medio). Vías expresas y autopistas urbanas e interestatales (bajo a medio)	3000-12000 (2 carriles) 3000-50000 (4 carriles o más)	8-30	500-5000	133	230
4	Calles arterias, carreteras primarias y vías expresas (alto). Autopistas urbanas e interestatales (medio a alto)	3000-20000 (2 carriles) 3000-150000 (4 carriles o más)	8-30	1500-8000	151	267

Fuente. Canadian Portland Cement Association, *thickness design for Concrete Highway and Street Pavements*

## CATEGORÍA 1 DE CARGA

### Espesor losa

Según la Categoría de carga se emplea la Tabla 4 para determinar el espesor de la losa.

Las losas de concreto contarán con sardinel de confinamiento.

El Módulo de rotura (MR) del concreto a emplear debe corresponder a 3.8 MPa o superior si las características de los agregados pétreos de la zona permiten la elaboración de concretos con resistencias a la Flexión Superiores. El constructor debe verificar la resistencia a la flexión mediante el ensayo de rotura sobre vigas de 15 x 15 x 75 cm, cargándolas en los tercios de la luz para un periodo de curado de 28 días (Ensayo empleado por el Método de la PCA).

**Tabla 25.**

*TPDC Admisible - Categoría 1 de carga por eje pavimentos con juntas de trabazón de agregados*

MR Mpa	Con berma o sardinel de concreto			
	Espesor de la losa (mm)	Soporte subrasante-subbase (Mpa/m)		
		Bajo (20-34)	Medio (35-49)	Alto (50-60)
4.4	100		0.1	0.4
	110	0.3	2	6
	120	4	21	60
	130	38		
	140	240	160	410
	110		0.3	1
4.1	120	0.8	5	15
	130	9	41	110
	140	65		
	150	360	260	650
	110			0.2
3.8	120	0.1	0.8	3
	130	2	9	26
	140	14		
	150	90	63	
	160	430	340	170

Fuente. Canadian Portland Cement Association, *thickness design for Concrete Highway and Street Pavements*

**Espesor losa = 130 mm**

El periodo de diseño contemplado por la PCA en función del TPD-C corresponde a un periodo de 20 años.

El espesor de la losa de concreto se reduce a 120 mm para  $MR=4.1$  MPa ó 110 mm para  $MR=4.4$  MPa.

## Juntas

### Mecanismo de transmisión de carga

Para las condiciones de carga a las que será sometido el pavimento el sistema de transferencia de carga se basará en la trabazón de los agregados (Figura 1) siempre y cuando las condiciones climáticas de la zona sean favorables. De lo contrario se emplearán pasadores de acero liso engrasados (Figura 17) dimensionados de acuerdo a la tabla 26.

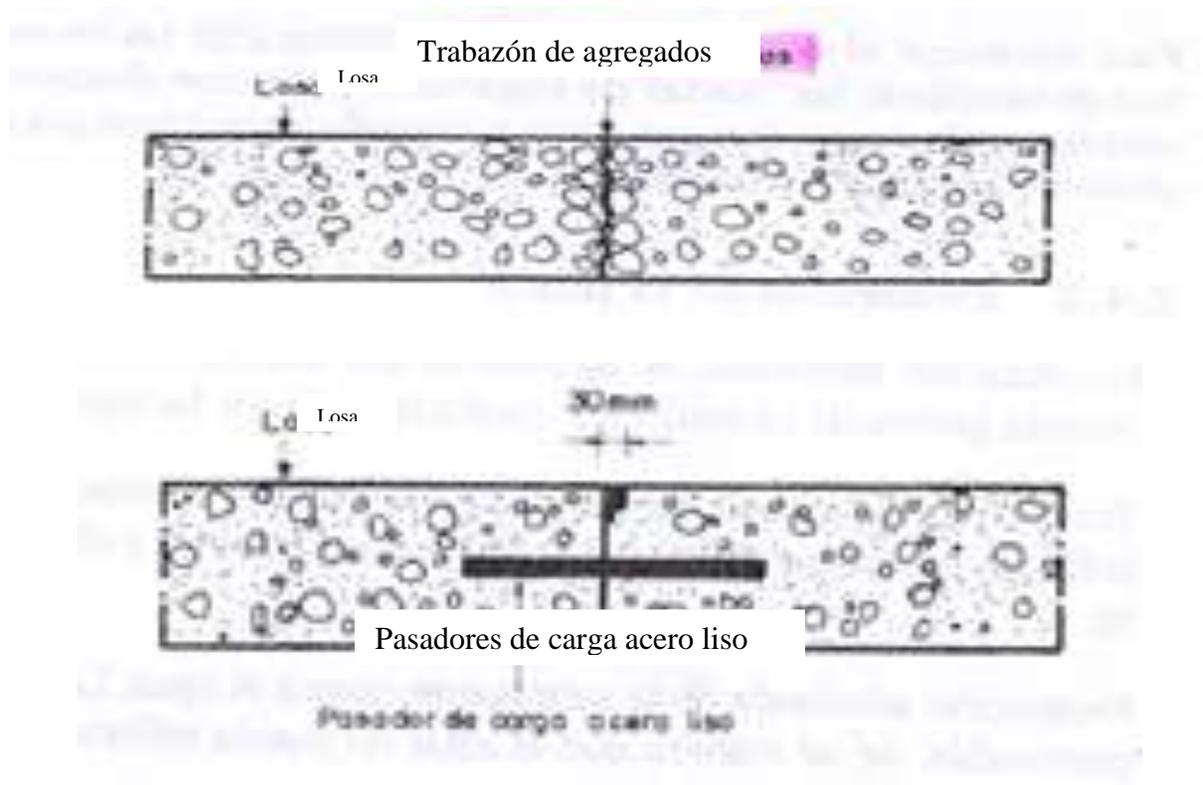


Figura 17. Sistema de transferencia de cargas.

Fuente. Instituto Colombiano de Productores de Cemento (I.C.P.C). Pavimentos de concreto, Manual de diseñ, Piloto Ltda., Medellín, 1996

**Tabla 26.**

*Recomendaciones para la selección de los pasadores de carga*

Espesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud total	Separación entre centros
	mm	pulgadas		
0-100	13	1/2	250	300
110-130	16	5/8	300	300
140-150	19	3/4	350	300
160-180	22	7/8	350	300
190-200	25	1	350	300
210-230	29	1 1/8	400	300
240-250	32	1 1/4	450	300
260-280	35	1 3/8	450	300
290-300	38	1 1/2	500	300

Fuente. American Association of State of Highway and Transportation AASHTO, *Guide for design of Pavements Structures 1986*

**Juntas de contracción.** Para las losas se adopta una longitud comprendida entre 20 y 30 veces el espesor de la losa. De lo anterior se obtiene:

El valor mínimo recomendado para la longitud de la losa es 20 veces el espesor de la losa

$$20 \times 0.13 = 2.60 \text{ m}$$

El valor máximo recomendado para la longitud de la losa es 30 veces el espesor de la losa

$$30 \times 0.13 = 3.90 \text{ m}$$

Se adoptan las siguientes dimensiones 3.20m x 3.20m y 3.20m x 3.10m para modular el espacio de la cancha.

### Chequeo de la relación de esbeltez.

$$\text{esbeltez } L/A < 1,25$$

$$L/A = 3,20/3,20 = 1 < 1,25 \rightarrow \text{valor de control seguro}$$

$$L/A = 3,20/3,10 = 1.03 < 1,25 \rightarrow \text{valor de control seguro}$$

**Juntas de expansión.** Esta junta de expansión se debe construir de tal forma que se disponga una longitud de 1.5 cm. con respecto al bordillo perimetral de la cancha. El bordillo se empleará como confinamiento.

**Sello de juntas.** Para garantizar el correcto funcionamiento del pavimento se deberá efectuar sello de juntas, utilizando un tipo de sellante líquido o pastoso preferiblemente ajustándose a las condiciones expuestas en la Figura 18.

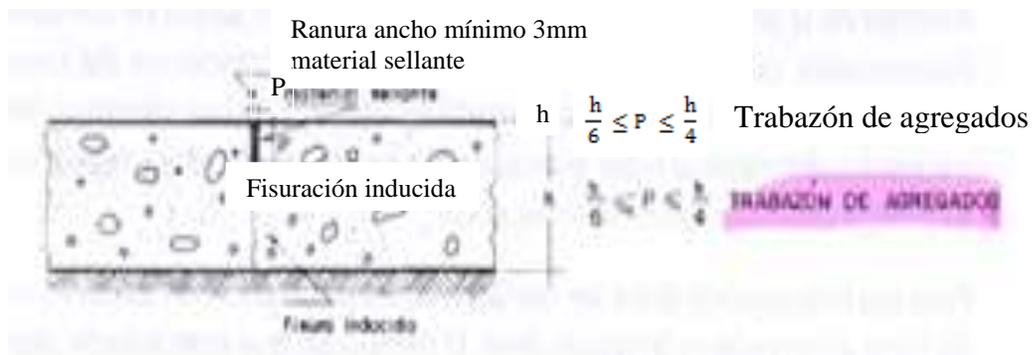


Figura 18. Ranura ancho mínimo

Fuente. Instituto Colombiano de Productores de Cemento (I.C.P.C). Pavimentos de concreto, Manual de diseño, Piloto Ltda., Medellín, 1996

### **4.3 Calcular los costos y presupuestos del proyecto, mediante el análisis de precios unitarios y programación de obra, a partir del valor de cada material en el mercado actual.**

Para el desarrollo del presente objetivo fue necesario conocer el valor de cada material y la tarifa por alquiler de equipos en el mercado actual del municipio de Pelaya Cesar, con el fin de establecer el flujo de fondos y costo total del proyecto a partir de un análisis de precios unitarios.

Para obtener un valor más preciso de los materiales se realizó un análisis de mercado a partir de la recolección de información referente al costo, teniendo en cuenta dos empresas dedicadas a la comercialización de materiales de construcción en el municipio, Ferretaller el bodegón de Pelaya y Ferretería Freyma Estrella, las cuales suministraron por medio de una cotización el valor al cual se comercializan la mayoría de los materiales que se emplearan para el desarrollo del proyecto, este análisis también se llevó a cabo para determinar la tarifa por alquiler de equipos, a partir de una consulta realizada a personas que laboran en el sector de la construcción y que han requerido el uso de estos equipos para el desarrollo de diferentes obras dentro del municipio.

Es importante resaltar que se tomó como referencia la revista Construprecios (2017) con el fin de establecer un costo adicional que permita ampliar la información y la estimación de un costo esperado de los materiales y tarifas de equipos necesarios para el desarrollo del proyecto, esta estimación se efectuó a partir de la siguiente ecuación utilizada para determinar un costo esperado:

$$CE = \frac{C_{opt} + 4C_{nor} + C_{pes}}{6}$$

Dónde:

CE: Costo Esperado.

C<sub>opt</sub>: Costo Optimista.

C<sub>nor</sub>: Costo Normal.

C<sub>pes</sub>: Costo Pesimista.

A continuación se muestran los precios unitarios de cada insumo y tarifa de equipos que se requieren para la ejecución del proyecto:

**Tabla 27.**

*Equipos*

<b>EQUIPO</b>		<b>COSTO PELAYA</b>	<b>CONSTRUPRECIOS</b>	<b>COSTO ESPERTADO</b>
VOLQUETA 5M3	HM	\$75.000	\$80.000	\$77.500
CARROTANQUE DE AGUA	HM	\$36.225	\$36.225	\$36.225
COMPACTADOR DE LLANTAS	HM	\$100.000	\$80.000	\$90.000
MOTONIVELADORA	HM	\$145.000	\$110.000	\$127.500
VOBRADOR GAS/ELEC	DM	\$60.000	\$59.500	\$59.750
PARAL METALICO DE	DU	\$200	\$119	\$160
3MBULLDOZER	HM	\$130.000	\$120.000	\$125.000
EQUIPO DE TOPOGRAFIA	HM	\$15.000	\$12.937	\$13.969
CARGADOR	HM	\$100.000	\$85.000	\$92.500
MEZCLADORA	HM	\$8.500	\$5.950	\$7.225
ANDAMIO TUBULAR 1,5X1,5	DU	\$3.000	\$1.071	\$2.036
CORTADORA DE JUNTAS	HM	\$15.000	\$9.966	\$12.483
SOLDADOR ELECTRICO	DM	\$80.300	\$83.100	\$81.700
COMPRESOR DE PINTURA	DM	\$23.000	\$23.800	\$23.400
ANDAMIO COLGANTE	DU	\$4.000	\$4.284	\$4.142
TABLON PARA ANDAMIO	HM	\$500	\$714	\$607
TRANSPORTE GRUA	UND	\$160.000	\$160.000	\$160.000

Fuente. Autores del proyecto

Tabla 28.

## Materiales

MATERIALES	UND	FERRETERIA EL BODEGON DE PELAYA	FERRETERIA FREYMA ESTRELLA	CONSTRUPRECIOS	COSTO ESPERADO
Alambre	KG	\$ 3.550	\$ 3.500	\$ 2.941	\$3.415
Zinc 3x0.8 m	UND	\$ 19.000	\$ 21.000	\$ 24.488	\$21.248
Vara 4 m	UND	\$ 12.500	\$ 12.350	\$ 10.772	\$12.112
Cadena + can	UND	\$ 21.000	\$ 20.000	\$ 16.000	\$19.500
Tela verde cerramiento	ML	\$ 2.000	\$ 1.500	\$ 1.895	\$1.847
Grapa 1"	KG	\$ 2.200	\$ 2.500	\$ 3.461	\$2.610
sub base granular tam max 2"	M3	\$ 30.000	\$ 30.000	\$ 26.159	\$29.360
Base granular tamaño maximo 1 1/2"	M3	\$ 40.000	\$ 38.000	\$ 37.147	\$38.191
Emulsion asfaltica	LTS	\$ 5.026	\$ 4.500	\$ 3.723	\$4.458
Angulo de 2x1/4"	M	\$ 11.000	\$ 12.000	\$ 12.479	\$11.913
Platina 1x1/8"	M	\$ 1.500	\$ 1.700	\$ 1.796	\$1.683
Malla eslabonda cal.12 (2x2")	M2	\$ 9.000	\$ 10.000	\$ 10.772	\$9.962
Tubo galvanizado 2"	M	\$ 150.000	\$ 160.000	\$ 138.953	\$149.826
Esmalte icolux	GLN	\$ 45.700	\$ 46.000	\$ 45.000	\$45.633
Disolvente tinner	GL	\$ 31.000	\$ 30.000	\$ 35.419	\$31.570
Tubo metalico galvanizado de 4"x6 m	UND	\$ 58.000	\$ 60.000	\$ 55.300	\$57.883
Perfil galvanizado PHR-2"X4" Cal 16	UND	\$ 140.000	\$ 140.000	\$ 140.000	\$140.000
Anticorrosivo gris	GL	\$ 36.700	\$ 35.500	\$ 35.438	\$35.690
Soldadura 6011x1/8	KG	\$ 7.000	\$ 7.500	\$ 8.000	\$7.500
Tuberia eslabonada	M	\$ 19.000	\$ 19.000	\$ 19.000	\$19.000
Estructuras deportivas moviles	UND	\$ 4.500.000	\$ 4.500.000	\$ 4.500.000	\$4.500.000
Anticorrosivo rojo	GL	\$ 37.000	\$ 36.500	\$ 39.639	\$37.357
Soldadura 3/32	KG	\$ 3.000	\$ 2.500	\$ 1.644	\$2.441
Acometida tubo EMT 1"	UND	\$ 184.000	\$ 184.000	\$ 184.000	\$184.000
Caja de inspeccion marco metalico	UND	\$ 87.000	\$ 87.000	\$ 87.000	\$87.000
Sistema puesta a tierra	UND	\$ 378.000	\$ 370.000	\$ 378.500	\$376.750
Ducto electrico de1/2"	ML	\$ 1.500	\$ 1.300	\$ 1.758	\$1.510
Curva 45 CXE 1/2	UND	\$ 250	\$ 300	\$ 252	\$260
Terminales de pvc de 1/2"	UND	\$ 250	\$ 300	\$ 225	\$254
Alambre # 8 AWG THHN	ML	\$ 3.000	\$ 3.500	\$ 3.199	\$3.216
Alambre # 12 AWG THHN	ML	\$ 1.400	\$ 1.500	\$ 1.126	\$1.371
Postes	UND	\$ 540.000	\$ 560.000	\$ 516.000	\$539.333
Lamparas reflectoras	UND	\$ 550.000	\$ 550.000	\$ 550.000	\$550.000
Malla electrosoldada 5mm 30x30	M2	\$ 4.000	\$ 3.500	\$ 3.965	\$3.893
Pintura acrilica para trafico	GLN	\$ 75.800	\$ 75.000	\$ 82.489	\$76.782
Rejilla metalica economica	UND	\$ 2.094	\$ 2.094	\$ 2.094	\$2.094
Esmalte sintetico pintulux	GLN	\$ 61.000	\$ 62.000	\$ 59.900	\$60.983
Gancho para teja A.C	UND	\$ 3.000	\$ 2.800	\$ 3.907	\$3.118
Teja thermo 82cmx3 m	UND	\$ 64.000	\$ 65.000	\$ 69.586	\$65.598
Amarre alambre teja A.C	UND	\$ 150	\$ 100	\$ 365	\$178
Acero de refuerzo 1/2	KG	\$ 2.800	\$ 2.650	\$ 2.531	\$2.655
Ladrillo colonial	UND	\$ 500	\$ 450	\$ 714	\$527
Piedra rajoneada	M3	\$ 19.000	\$ 20.000	\$ 15.500	\$18.583
Inter termomagnetico 2*20 AMP	UND	\$ 41.700	\$ 41.000	\$ 45.732	\$42.255
Tablero 12 circuitos	UND	\$ 144.942	\$ 144.942	\$ 144.942	\$144.942
Inter termomagnetico 2*30 AMP	UND	\$ 41.500	\$ 40.000	\$ 59.601	\$44.267
inter termomagnetico 1*15 AMP	UND	\$ 14.000	\$ 13.800	\$ 9.694	\$13.149
Inter termomagnetico 1*20 AMP	UND	\$ 14.000	\$ 13.800	\$ 10.233	\$13.239
Tubo pvc de 4" sanitario pvc	ML	\$ 19.500	\$ 19.000	\$ 27.676	\$20.779
Codo 45 pvc sanitario de 4"	UND	\$ 10.700	\$ 10.000	\$ 16.062	\$11.477
Acero de refuerzo de 1/4	KG	\$ 2.200	\$ 2.300	\$ 2.531	\$2.322
Soldadura liquida de 1/4 GAL	GLN	\$ 96.000	\$ 98.000	\$ 110.277	\$99.713

Fuente. Autores del proyecto

**Tabla 29.***Presupuesto*

<b>PRESUPUESTO OFICIAL PARA LA CONSTRUCCION DE UN ESCENARIO DEPORTIVO EN EL BARRIO DOS DE FEBRERO, MUNICIPIO DE PELAYA CESAR.</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>CANT.</b>	<b>V/UNITARIO</b>	<b>V/TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1.1	Localización y replanteo	M2	798,44	\$ 4.439	\$ 3.544.251
1.2	Campamento	UND	1	\$ 887.627	\$ 887.627
1.3	Cerramiento en polisombra	ML	118,8	\$ 13.714	\$ 1.629.182
1.4	Descapote y Limpieza	M2	90	\$ 2.310	\$ 207.870
1.5	Demolicion muro existente (incluye retiro)	M2	178,8	\$ 9.475	\$ 1.694.051
<b>2</b>	<b>EXCAVACIONES Y RELLENO</b>				
2.1	Excavación manual (incluye retiro)	M3	29,67	\$ 47.006	\$ 1.394.664
2.2	Excavación mecánica en material común sin clasificar (incluye retiro)	M3	139,84	\$ 14.917	\$ 2.085.978
2.3	Relleno con material de excavación	M3	2,87	\$ 21.653	\$ 62.143
2.4	Relleno compactado con sub base granular	M3	60,8	\$ 48.553	\$ 2.952.044
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				
3.1	Cimiento en solado e=0.05m	M2	52,38	\$ 25.455	\$ 1.333.319
3.2	Cimiento en concreto ciclópeo con formaleta	ML	123,4	\$ 31.877	\$ 3.933.577
3.3	Viga sobrecimiento para cerramiento (20*25 cm) en concreto de 21Mpa (incluye refuerzo)	ML	106	\$ 65.139	\$ 6.904.754
3.4	Viga sobrecimiento para gradería (30 x 25 cm) en concreto de 21 Mpa (incluye refuerzo)	ML	17,4	\$ 72.360	\$ 1.259.067
<b>4</b>	<b>ESTRUCTURA</b>				
4.1	Columnas de confinamiento con refuerzo (12*25 cm) concreto de 21 Mpa	ML	38,4	\$ 53.258	\$ 2.045.104
4.2	Alfajía de 0.25x0.05m concreto de 21 Mpa para remate de muro (incluye refuerzo)	ML	104	\$ 24.084	\$ 2.504.736
4.3	Antepiso en concreto de 21 MPa con malla electrosoldada E=0,07 m	M2	111,2	\$ 47.769	\$ 5.311.941
4.4	Losa maciza para gradería en concreto de 21MPa e=0.10m (incluye refuerzo)	M2	11,25	\$ 154.450	\$ 1.737.562
4.5	Bordillo de confinamiento en concreto de 21 Mpa (incluye refuerzo)	ML	102,4	\$ 39.609	\$ 4.055.923
4.6	Cañuela en concreto de 21 Mpa	ML	104,4	\$ 50.001	\$ 5.220.118
4.7	Losa en concreto hidraulico de 21 MPa con malla electrosoldada e=13cm	M2	608	\$ 79.330	\$ 48.232.676
<b>5</b>	<b>MAMPOSTERÍA</b>				

Tabla 29. (Continuación)

5.1	Muro ladrillo a la vista 2 caras e=0.25m	M2	5,76	\$ 98.981	\$ 570.132
5.2	Muro ladrillo a la vista 2 caras e=0.12m	M2	73,6	\$ 52.502	\$ 3.864.128
<b>6</b>	<b>CERRAMIENTO</b>				
6.1	Instalación de cerramiento en malla eslabonada sobre muro h=1.80	ML	105,2	\$ 179.093	\$ 18.840.611
6.2	Portón en malla eslabonada	UND	1	\$ 2.742.867	\$ 2.742.867
6.3	Esmalte para cerramiento	M2	189,36	\$ 11.635	\$ 2.203.176
<b>7</b>	<b>CUBIERTA</b>				
7.1	Suministro e instalación postes galvanizados Ø4"	UND	4	\$ 221.030	\$ 884.119
7.2	Cercha metálica, incluye esmalte de instalación	ML	8,8	\$ 65.026	\$ 572.227
7.3	Correa metálica pbr 2''x4'' calibre 16, incluye esmalte de instalación	ML	25	\$ 66.660	\$ 1.666.492
7.4	Cubierta en teja termoacustica	M2	15,07	\$ 60.633	\$ 913.737
<b>8</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
8.1	Caja inspección 40x40	UND	1	\$ 139.544	\$ 139.544
8.2	Tubería sanitaria PVC 4"	ML	25	\$ 37.616	\$ 940.408
8.3	Rejilla metálica para cañuela	UND	20,88	\$ 5.703	\$ 119.074
<b>9</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
9.1	Acometida tubo emt 1",capacete conectores	UND	1	\$ 192.661	\$ 192.661
9.2	Tableros de 12 circuitos con totalizador trifasico	UND	1	\$ 520.255	\$ 520.255
9.3	Caja de inspeccion 60*60*60 electrica marco metálico	UND	1	\$ 95.661	\$ 95.661
9.4	Sistema puesta a tierra, incluye caja de 30 x30 x30 marco metálico	UND	1	\$ 385.411	\$ 385.411
9.5	Alimentación 3#8 Ducto #1"	ML	80	\$ 16.009	\$ 1.280.683
9.6	Suministro e instalación poste para reflectores para cancha	UND	5	\$ 943.915	\$ 4.719.574
9.7	Suministro e instalación de lámpara reflectoras para cancha	UND	5	\$ 711.674	\$ 3.558.368
<b>10</b>	<b>OBRA COMPLEMENTARIAS</b>				
10.1	Corte y sellamiento de juntas en losas	ML	331	\$ 7.220	\$ 2.389.799
10.2	Lineas de Demarcacion cancha	ML	274,59	\$ 4.070	\$ 1.117.669
10.3	suministro inicial e instalación de elementos deportivos	GLB	1	\$ 10.438.776	\$ 10.438.776
<b>11</b>	<b>ASEO Y LIMPIEZA</b>				
11.1	Aseo y limpieza	M2	239,53	\$ 7.742	\$ 1.854.516
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					\$ 157.006.475
ADMINISTRACION 24%					\$ 37.681.554
IMPREVISTOS 1%					\$ 1.570.065
UTILIDAD 5%					\$ 7.850.324
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>					\$ 47.101.943

<b>COSTO DIRECTO + INDIRECTO</b>	\$ 204.108.418
<b>INTERVENTORÍA</b>	\$ 10.990.453
<b>TOTAL</b>	\$ 215.098.871

Fuente. Autores del proyecto

RENDIMIENTO Y DURACION (DIA), PARA LA CONSTRUCCION DE UN ESCENARIO DEPORTIVO EN EL BARRIO DOS DE FEBRERO, MUNICIPIO DE PELAYA CESAR.						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	RENDIMIE NTO(hH/um)	RENDIMIENTO (CUADRILLA)	DURACIÓN (DIA)
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>					
1.1	Localización y replanteo	M2	798,44	25,00	200	3,99
1.2	Campamento	UND	1	0,19	1,5	0,67
1.3	Cerramiento en polisombra	ML	118,8	6,25	50	2,38
1.4	Descapote y Limpieza	M2	90	6,25	50	1,80
1.5	Demolicion muro existente (incluye retiro)	M2	178,8	5	40	4,47
<b>2</b>	<b>EXCAVACIONES Y RELLENO</b>					
2.1	Excavación manual (incluye retiro)	M3	29,67	0,63	5	5,93
2.2	Excavación mecánica en material común sin clasificar (incluye retiro)	M3	139,84	10,00	80	1,75
2.3	Relleno con material de excavación	M3	2,87	1,00	8	0,36
2.4	Relleno compactado con sub base granular	M3	60,8	7,50	60	1,01
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>					
3.1	Cimiento en solado e=0.05m	M2	52,38	2,5	20	2,62
3.2	Cimiento en concreto ciclópeo con formaleta	ML	123,4	2,25	18	6,86
3.3	Viga sobrecimiento para cerramiento (20*25 cm) en concreto de 21Mpa (incluye refuerzo)	ML	106	2,25	18	5,89
3.4	Viga sobrecimiento para graderia (30 x 25 cm) en concreto de 21 Mpa (incluye refuerzo)	ML	17,4	2,1875	17,5	0,99
<b>4</b>	<b>ESTRUCTURA</b>					
4.1	Columnas de confinamiento con refuerzo (12*25 cm) concreto de 21 Mpa	ML	38,4	1,88	15	2,56
4.2	Alfajía de 0.25x0.05m concreto de 21 Mpa para remate de muro (incluye refuerzo)	ML	104	2,50	20	5,20
4.3	Antepiso en concreto de 21 MPa con malla electrosoldada E=0,07 m	M2	111,2	3,50	28	3,97
4.4	Losa maciza para graderia en concreto de 21MPa e=0.10m (incluye refuerzo)	M2	11,25	1,00	8	1,41
4.5	Bordillo de confinamiento en concreto de 21 Mpa (incluye refuerzo)	ML	102,4	2,50	20	5,12
4.6	Cañuela en concreto de 21 Mpa	ML	104,4	0,94	7,5	13,92
4.7	Losa en concreto hidraulico de 21 MPa con malla electrosoldada e=13cm	M2	608	3,75	30	20,27
<b>5</b>	<b>MAMPOSTERÍA</b>					
5.1	Muro ladrillo a la vista 2 caras e=0.25m rosado	M2	5,76	0,63	5	1,15
5.2	Muro ladrillo a la vista 2 caras e=0.12m rosado	M2	73,6	1,63	13	5,66
<b>6</b>	<b>CERRAMIENTO</b>					
6.1	Instalación de cerramiento en malla eslabonada sobre muro h=1.80	ML	105,2	1,88	15	7,01
6.2	Portón en malla eslabonada	UND	1	0,19	1,5	0,67
6.3	Esmalte para cerramiento	M2	189,36	2,50	20	9,47
<b>7</b>	<b>CUBIERTA</b>					
7.1	Suministro e instalación postes galvanizados Ø4"	UND	4	0,19	1,5	2,67
7.2	Cercha metalica, incluye esmalte de instalacion	ML	8,8	0,81	6,5	1,35
7.3	Correa metálica phr 2" x4" calibre 16, incluye esmalte de instalación	ML	25	3,13	25	1,00
7.4	Cubierta en teja termoacustica	M2	15,07	1,25	10	1,51
<b>8</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>					
8.1	Caja inspección 40x40	UND	1	0,19	1,5	0,67
8.2	Tuberia sanitaria PVC 4"	ML	25	2,25	18	1,39
8.3	Rejilla metalica para cañuela	UND	20,88	5,00	40	0,52
<b>9</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					
9.1	Acometida tubo emt 1",capacete conectores	UND	1	1,25	10	0,10
9.2	Tableros de 12 circuitos con totalizador trifasico	UND	1	0,18	1,4	0,71
9.3	Caja de inspeccion 60*60*60 electrica marco metalico	UND	1	1,25	10	0,10
9.4	Sistema puesta a tierra, incluye caja de 30 x30 x30 marco metálico	UND	1	1,25	10	0,10
9.5	Alimentación 3#8 Ducto #1"	ML	80	6,25	50	1,60
9.6	Suministro e instalación poste para reflectores para cancha	UND	5	0,19	1,5	3,33
9.7	Suministro e instalación de lámpara reflectoras para cancha	UND	5	0,19	1,5	3,33
<b>10</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>					
10.1	Corte y sellamiento de juntas en losas	ML	331	5,00	40	8,28
10.2	Lineas de Demarcacion cancha	ML	274,59	7,50	60	4,58
10.3	suministro inicial e instalación de elementos deportivos	GLB	1	1,25	10	0,10
<b>11</b>	<b>ASEO Y LIMPIEZA</b>					
11.1	Aseo y limpieza	M2	239,53	12,50	100	2,40

Figura 19. Rendimiento y duracion

Fuente. Autores del proyecto

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y FLUJO DE FONDOS PARA LA CONSTRUCCION DE UN ESCENARIO DEPORTIVO EN EL BARRIO DOS DE FEBRERO, MUNICIPIO DE PELAYA CESAR.						
ITEM	ACTIVIDAD	UND	VALOR TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3
1	PRELIMINARES	UND	\$ 7.962.981	\$ 7.962.981,00		
2	EXCAVACIONES Y RELLENO	UND	\$ 6.494.829	\$ 6.494.829,00		
3	CIMENTACIÓN	UND	\$ 13.430.717	\$ 8.953.811,33	\$ 4.476.905,67	
4	ESTRUCTURA	UND	\$ 69.108.060	\$ 17.277.015,00	\$ 34.554.030,00	\$ 17.277.015,00
5	MAMPOSTERÍA	UND	\$ 4.434.260	\$ 1.478.086,67	\$ 2.956.173,33	
6	CERRAMIENTO	UND	\$ 23.786.654			\$ 23.786.654
7	CUBIERTA	UND	\$ 4.036.575			\$ 4.036.575
8	INSTALACIONES SANITARIAS	UND	\$ 1.199.026	\$ 1.199.026		
9	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	UND	\$ 10.752.613			\$ 10.752.613,00
10	OBRAS COMPLEMENTARIAS	UND	\$ 13.946.244		\$ 6.973.122,00	\$ 6.973.122,00
11	ASEO Y LIMPIEZA	UND	\$ 1.854.516,00			\$ 1.854.516,00
TOTAL COSTO DIRECTO			\$ 157.006.475	\$ 43.365.749,00	\$ 48.960.231,00	\$ 64.680.495,00
Administración			\$ 37.681.554	\$ 10.407.780,00	\$ 11.750.455,44	\$ 15.523.318,56
Imprevistos			\$ 1.570.065	\$ 433.657,00	\$ 489.602,31	\$ 646.805,69
Utilidad			\$ 7.850.324	\$ 2.168.287,00	\$ 2.448.011,55	\$ 3.234.025,45
TOTAL COSTO INDIRECTO			\$ 47.101.943,00	\$ 13.009.724,00	\$ 14.688.069,30	\$ 19.404.149,70
COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO			\$ 204.108.418,00	\$ 56.375.473,00	\$ 63.648.300,30	\$ 84.084.644,70
Interventoría			\$ 10.990.453,25	\$ 3.946.283,11	\$ 4.455.381,02	\$ 2.588.789,12
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			\$ 215.098.871,25	\$ 60.321.756,11	\$ 68.103.681,32	\$ 86.673.433,82
COSTO ACUMULADO DEL PROYECTO				\$ 60.321.756,11	\$ 128.425.437,43	\$ 215.098.871,25

Figura 20. Flujo de fondos

Fuente. Autores del proyecto

## Cantidades de obra:

**Diseño estructurales para un escenario deportivo ubicado en el barrio dos de Febrero del municipio de Pelaya departamento del Cesar.**

### Preliminares

#### 1.1 Localización y Replanteo

$$A = B \times L$$

$$A = (35,3 \times 22,3) + (6,25 \times 1,8)$$

$$A = 798,44 \text{ m}^2$$

#### 1.2 Campamento

$$\text{Campamento} = 1 \text{ Global}$$

#### 1.3 Cerramiento en poli sombra

$$\text{Polisombra} = (35,3 \times 2) + (22,3 \times 2) + (1,8 \times 2)$$

$$\text{Polisombra} = 118,8 \text{ ml}$$

#### 1.4 Descapote y limpieza

$$\text{Descapote y limpieza} = (5 \times 6) + (5 \times 8) + (3 \times 3) + (3 \times 7)$$

$$\text{Descapote y limpieza} = 100 \text{ m}^2$$

#### 1.5 Demolición muro existente

$$\text{Demolición} = 35,3 + 22,3 + 2$$

$$\text{Demolición} = 178,8 \text{ m}^2$$

## 2. EXCAVACIONES Y RELLENO

### 2.1 Excavación manual

$$V_{\text{exc}} = B \times L \times H$$

$$V_{\text{exc}} \text{ cimiento corrido (muro)} = (33,3 \times 2 \times 0,55 \times 0,3) + (19,7 \times 2 \times 0,55 \times 0,3)$$

$$V_{\text{exc}} \text{ cimiento corrido (muro)} = 17,49 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{exc}} \text{ cimiento corrido (escaleras)} = (1,8 \times 4 \times 0,55 \times 0,3) + (1,7 \times 6 \times 0,55 \times 0,3)$$

$$V_{\text{exc}} \text{ cimiento corrido (escaleras)} = 2,871 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{exc}} \text{ cañuela} = (32,9 \times 2 \times 0,15 \times 0,3) + (19,3 \times 2 \times 0,15 \times 0,3)$$

$$V_{\text{exc}} \text{ cañuela} = 4,698 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{exc}} \text{ bordillo} = (32,3 \times 2 \times 0,15 \times 0,3) + (18,9 \times 2 \times 0,15 \times 0,3)$$

$$V_{\text{exc}} \text{ bordillo} = 4,608 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{exc}} \text{ manual total} = 29,67 \text{ m}^3$$

### 2.2 Excavación mecánica en material común sin clasificar

$$V_{\text{exc}} = B \times L \times H$$

$$V_{\text{exc}} \text{ cancha} = 32 \times 19 \times 0,23$$

$$V_{exc} \text{ cancha} = 139,84 \text{ m}^3$$

### 2.3 Relleno con material de excavación

$$V_{relleno} = B \times L \times H$$

$$V_{relleno} \text{ cimiento corrido cerramiento} = (33,3 \times 2 \times 0,25 \times 0,1) + (19,7 \times 2 \times 0,25 \times 0,1)$$

$$V_{relleno} \text{ cimiento corrido cerramiento} = 2,65 \text{ m}^3$$

$$V_{relleno} \text{ cimiento corrido gradería} = (1,8 \times 4 \times 0,25 \times 0,05) + (1,7 \times 6 \times 0,25 \times 0,05)$$

$$V_{relleno} \text{ cimiento corrido gradería} = 0,22 \text{ m}^3$$

$$V_{relleno} \text{ total} = 2,87 \text{ m}^3$$

### 2.4 Relleno compactado con subbase granular

$$V_{relleno} = B \times L \times H$$

$$V_{relleno} \text{ cancha} = 32 \times 19 \times 0,10$$

$$V_{relleno} \text{ cancha} = 60,8 \text{ m}^3$$

## 3. Cimentación

### 3.1 Cimiento en solado $e=0.05\text{m}$

$$A_{solado} = B \times L$$

$$A_{solado} \text{ gradería} = (1,8 \times 4 \times 0,3) + (1,7 \times 6 \times 0,3)$$

$$A_{solado} \text{ gradería} = 5,22 \text{ m}^2$$

$$A_{solado} \text{ cerramiento} = (33,3 \times 2 \times 0,3) + (19,7 \times 2 \times 0,3)$$

$$A_{solado} \text{ cerramiento} = 31,8 \text{ m}^2$$

$$A_{solado} \text{ bordillo} = (32,3 \times 2 \times 0,15) + (18,9 \times 2 \times 0,15)$$

$$A_{solado} \text{ bordillo} = 15,33 \text{ m}^2$$

$$A_{solado} \text{ total} = 52,38 \text{ m}^2$$

### 3.2 Cimiento en concreto ciclópeo con formaleta

$$\text{Ciclópeo cerramiento} = (33,3 \times 2) + (19,7 \times 2)$$

$$\text{Ciclópeo cerramiento} = 106 \text{ ml}$$

$$\text{Ciclópeo gradería} = (1,8 \times 4) + (1,7 \times 6)$$

$$\text{Ciclópeo gradería} = 17,4 \text{ ml}$$

$$\text{Ciclópeo total} = 123,4 \text{ ml}$$

### 3.3 Viga sobre cimiento para cerramiento (20\*25 cm) en concreto de 21Mpa (incluye refuerzo)

$$\text{Viga} = (33,3 \times 2) + (19,7 \times 2)$$

$$\text{Viga} = 106 \text{ ml}$$

### 3.4 Viga sobre cimiento para gradería (30\*25cm) en concreto de 21Mpa (incluye refuerzo)

$$\text{Viga} = (1,8 \times 4) + (1,7 \times 6)$$

$$\text{Viga} = 17,4 \text{ ml}$$

## 4. Estructura

### 4.1 Columnas de confinamiento (12\*25cm) en concreto de 21 Mpa (incluye refuerzo)

$$\text{Columna} = (48 \times 0,8)$$

Columna = 38,4 ml

#### 4.2 Alfajía (25X5 cm) en concreto de 21 Mpa (incluye refuerzo)

Viga sobre muro =  $(33,3 \times 2) + (19,7 \times 2) - 2$

Viga sobre muro = 104 ml

#### 4.3 Ante piso en concreto de 21 Mpa con malla electro soldada e=0.07.

$A_{\text{antepiso}} = B \times L$

$A_{\text{antepiso}} = (35,3 \times 1 \times 2) + (19,7 \times 1 \times 2)$

$A_{\text{antepiso}} = 111,2 \text{ m}^2$

#### 4.4 Losa maciza en concreto de 21 Mpa e=0.10m (incluye refuerzo)

$A_{\text{losa}} = B \times L \times \text{cantidad de placas}$

$A_{\text{losa}} = 0,6 \times 6,25 \times 3$

$A_{\text{losa}} = 11,25 \text{ m}^2$

#### 4.5 Bordillo de confinamiento en concreto de 21 Mpa sección trapezoidal (incluye refuerzo)

Bordillo =  $(32,3 \times 2) + (18,9 \times 2)$

Bordillo = 102,4 ml

#### 4.6 Cañuela en concreto de 21 Mpa

Cañuela =  $(32,9 \times 2) + (19,3 \times 2)$

Cañuela = 104,4 ml

#### 4.7 Losa en concreto hidráulico de 21 Mpa con malla electro soldada e=13cm

$A_{\text{pavimento}} = B \times L$

$A_{\text{pavimento}} = 32 \times 19$

$A_{\text{pavimento}} = 608 \text{ m}^2$

### 5. Mampostería

#### 5.1 Muro ladrillo a la vista 2 caras para graderías e=0.25m

$A_{\text{muro}} = B \times L$

$A_{\text{muro}} = ((0,6 \times 1,2) + (0,6 \times 0,8) + (0,6 \times 0,4)) \times 4$

$A_{\text{muro}} = 5,76 \text{ m}^2$

#### 5.2 Muro ladrillo a la vista 2 caras para cerramiento e=0.12m

$A_{\text{muro}} = B \times L$

$A_{\text{muro}} = (((33,3 \times 2) + (19,7 \times 2)) - (48 \times 0,25) - (2)) \times 0,8$

$A_{\text{muro}} = 73,6 \text{ m}^2$

### 6. Cerramiento

#### 6.1 Instalación de cerramiento en malla eslabonada sobre muro h=1.80

Malla =  $(33,3 + 31,3 + (20,3 \times 2))$

Malla = 105,2 ml

#### 6.2 Portón en malla eslabonada

Cantidad = 1 unidad

**6.3 Esmalte para cerramiento**

$$A_{\text{cerramiento}} = B \times L$$

$$A_{\text{cerramiento}} = 105,2 \times 1,80$$

$$A_{\text{cerramiento}} = 189,36 \text{ m}^2$$

**7. Cubierta****7.1 Suministro e instalación postes galvanizados Ø=4''**

Cantidad = 4 unidades

**7.2 Cercha metálica, incluye esmalte de instalación**

Correa = 4 correas x 2,2 ml

Correa = 8,8 ml

**7.3 Correa metálica PHR 2''x4'' calibre 16, incluye esmalte de instalación**

Cercha = 4 × 6,25 ml

Cercha = 25 ml

**7.4 Cubierta en teja termo acústica**

$$A_{\text{tejado}} = B \times L$$

$$A_{\text{tejado}} = (6,85 \times 2,2)$$

$$A_{\text{tejado}} = 15,07 \text{ m}^2$$

**8. Instalaciones sanitarias****8.1 Caja de inspección de 40 x 40cm**

Caja de inspección = 1 UND

**8.2 Tubería PVC Ø4''**

Tubería = 25 ml

**8.3 Rejilla metálica para cañuela**

Rejilla = ((32,9 x 2) + (19,3 x 2))/5

Rejilla = 20,88 ml

**9. Instalaciones electricas****9.1 Acometida tubo emt 1'', capacete conectores**

Acometida = 1UND

**9.2 Tableros de 12 circuitos con totalizador trifásico**

Tablero 12 circuitos trifásico = 1UND

**9.3 Caja de inspección 60\*60\*60 eléctrica marco metálico**

Caja de inspección = 1UND

**9.4 Sistema puesta a tierra, incluye caja de 30 x30 x 30 marco metálico**

Polo a tierra = 1UND

**9.5 Alimentación 3#8 Ducto #1''**

Alimentación = 80 ml

**9.6 Suministro e instalación poste para reflectores para cancha**

Postes para reflectores = 5 UND

**9.7 Suministro e instalación de lámpara reflectoras para cancha**

Lámparas reflectoras = 5 UND

**10. Obras complementarias****10.1 Corte y sellamiento de juntas en losas**

Sellamiento de juntas= (160 + 171)

Sellamiento de juntas = 331 ml

**10.2 líneas de demarcación para cancha**

$$\text{Líneas de demarcación} = ((19,64 + (1,68 \times 2) + (6,02 \times 2) + (3,6 \times 2)) \times 2) + ((28 \times 2) + (16 \times 2) + (18 \times 2) + (9 \times 4) + 18,8 + 11,31)$$

Líneas de demarcación = 274,79 ml

**10.3 Suministro inicial de elementos deportivos**

estructuras deportivas moviles multiples = 2 UND

kit de tubos, tensores, soportes y anclajes para voleibol = 1 UND

mallas para baloncesto = 1 UND

mallas para futbol sala = 1 UND

malla para voleibol = 1 UND

**11. Aseo y limpieza****11.1 Aseo y Limpieza**

Aseo y limpieza = 0,3 x 798,44

Aseo y limpieza = 239,53 m<sup>2</sup>**Especificaciones técnicas**

diseño de escenario deportivo ubicado en el barrio 2 de Febrero del municipio de Pelaya

departamento del Cesar.

**Preliminares****Localización y replanteo****Item: 1.1****Descripción**

## **Localización**

Se realiza ciñéndose a los planos de localización general del proyecto y a los planos topográficos, para lo cual se emplean sistemas de precisión que permitan fijar adecuadamente los puntos auxiliares. La localización se hace basándose en los puntos de control vertical y horizontal que sirvieron de base para el levantamiento mediante el empleo de estación total y nivel de precisión.

**Replanteo.** El replanteo se ejecuta ciñéndose estrictamente a los planos constructivos suministrados, de acuerdo a las recomendaciones técnicas:

El replanteo está a cargo del Ingeniero residente.

El punteo que referencia los ejes y parámetros se debe ejecutar en forma adecuada para garantizar firmeza y estabilidad, utilizando materiales de primera calidad (madera, puntillas, etc.).

En el replanteo de los ejes se debe demarcar de manera permanente, de forma que sea posible revisarlos en cualquier momento.

**Materiales.** Los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos de localización y replanteo, se dispondrán de acuerdo con lo establecido en el numeral 200.4 del presente Artículo.

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:2 especializada en esta tipo de actividad.

**Equipo.** El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de localización y replanteo deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y su eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de esta especificación.

### **Estación**

### **Herramienta menor**

**Medida y pago.** La medida y pago será por metro cuadrado ( $M_2$ ) de obra dentro de la cual deberán estar incluidos los planos de obra construida, los cuales en ningún caso se pagarán independientemente y son requisito para la liquidación del contrato.

### **Preliminares**

### **Campamento**

#### **Item: 1.2**

El Contratista levantará en el sitio de la obra una caseta o construcción provisional, que reúna adecuados requisitos de higiene, comodidad y ventilación, y que ofrezca protección y seguridad contra los agentes atmosféricos. Podrá también emplear construcciones existentes que se adapten cabalmente para este menester. La ubicación del campamento debe contar con la aprobación de la Interventoría.

El campamento estará conformado por oficinas para la dirección de la obra y la Interventoría, un campamento para los trabajadores, un almacén y un depósito para materiales

que puedan sufrir pérdidas o deterioro por su exposición a la intemperie. La capacidad del depósito la determinará el flujo de materiales de acuerdo con el programa de trabajo.

El Contratista gestionará ante las entidades competentes los permisos y la legalización de las instalaciones provisionales de servicios públicos, siendo responsables por el mantenimiento, la extensión, la ampliación de éstas y los pagos que se generen por lo anterior, así como por su retiro una vez no se requieran en la obra. El Contratista presentará Mensualmente las facturas de pago canceladas de los servicios públicos utilizados para la ejecución de la obra.

Las Empresas prestarán los servicios disponibles en el lugar de las obras. Si no se pueden prestar estos servicios oportunamente, la demora en ello no será causa para ampliación del plazo en la ejecución de las obras contratadas ya que la disponibilidad o no de estos servicios deberá ser considerada por el Contratista en su propuesta.

La acometida provisional para los diferentes servicios se hará siguiendo las normas vigentes establecidas para cada uno de ellos. Los campamentos o casetas temporales se ubicarán en sitios fácilmente drenables, donde no ofrezcan peligros de contaminación con aguas residuales, letrinas y demás desechos y contarán con todos los servicios higiénicos debidamente conectados a los colectores de aguas residuales existentes en cercanías de la caseta o campamento. Cuando ello no sea posible se construirá un pozo séptico y un campo de infiltración adecuados.

El Contratista será responsable ante las autoridades competentes del sitio de las obras del cumplimiento de las normas vigentes y de las sanciones a que se haga acreedor debido a su

incumplimiento u omisión. Una vez terminada la obra, el campamento se retirará o demolerá si es del caso y se restituirán las condiciones que existían inmediatamente antes de iniciar las construcciones.

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:2 especializada en esta tipo de actividad.

**Materiales.** Puntillas

Alambre

Zinc 0.3x0.8m

Vara 4m

Cadena + can

**Equipo**

Herramienta menor

**Medida y pago.** Los costos correspondientes a la instalación y posterior retiro del campamento, almacén y oficinas serán gestionados y pagados por el Contratista y deberá tenerlos en cuenta como costos indirectos de administración al elaborar su propuesta, e incluyen:

La construcción o adecuación.

Los costos de alquiler, operación, vigilancia y administración.

Los permisos, primas e impuestos requeridos.

La instalación y facturación por la utilización de los servicios públicos.

La demolición o retiro de las instalaciones temporales y la restitución de las condiciones anteriores a la construcción de la obra.

Construcción del pozo séptico si lo requiere.

En los costos indirectos deberá incluirse la mano de obra, maquinaria, equipo y todos aquellos que sean necesarios para la ejecución de esta actividad (Epm, 2017).

## **Preliminares**

### **Cerramiento En Polisombra**

#### **Item: 1.3**

**Descripción actividad.** La zona a intervenir deberá aislarse completamente, por lo que el Contratista construirá un cerramiento provisional de acuerdo con el diseño suministrado por la interventoría, definiendo las áreas de obra, patios de materiales y áreas de almacenamiento en el predio.

**Procedimiento.** La localización de este será señalada por el Interventor de acuerdo a la proyección de vías, a la posición de los accesos, de las obras existentes en el predio, de las redes de infraestructura y de las áreas internas requeridas por la obra, evitando estorbos en la circulación de vehículos y peatones, o a los vecinos. Se debe tener en cuenta la colocación de las vallas de publicidad para evitar que interfieran con el desarrollo de la construcción, así como las normas municipales sobre ocupación de vías. Durante la ejecución de la obra el Contratista deberá estar pendiente del mantenimiento y reparación del cerramiento, de tal forma que siempre

se conserve en óptimas condiciones. La localización del cerramiento será la indicada en planos o en su defecto la autorizada por el Interventor.

El cerramiento se construirá de acuerdo a lo indicado en los planos y detalles siguiendo el perfil del terreno. Cuando el cerramiento cruce zanjas u otras depresiones súbitas y angostas se colocarán postes de mayor longitud con alambre adicional de púas en su parte inferior. El cerramiento tendrá una altura de 2.0 m y estará cubierto en toda su altura con una tela sintética de color verde, amarrada y apuntillada a cada uno de los postes con alambre negro; esta tela no podrá presentar ningún tipo de pliegue por lo que deberá ser debidamente templada.

**Materiales:**

Vara común 4m

Tela verde cerramiento

Grapa 1"

**Mano de obra.** El personal que se emplee para la ejecución de los diferentes trabajos debe ser responsable, idóneo, poseer suficiente práctica y conocimientos para que sus trabajos sean aceptados por la persona designada por el contratante. El contratista se responsabiliza por cualquier obra mal ejecutada o que se elabore en contra de las normas de estabilidad y calidad. Esto quiere decir que las demoliciones, desmontes, reparaciones y/o reconstrucciones de obra mal ejecutadas, serán asumidos por cuenta del contratista. Se contará con una cuadrilla 1:4 para la ejecución de esta actividad.

**Equipo o herramienta.** Herramienta menor de albañilería

**Pago: (ML).** Dentro del valor propuesto, se deben incluir los costos correspondientes al suministro de materiales, herramientas, equipos, mano de obra y transporte, necesarios para la correcta ejecución de los trabajos descritos en esta actividad, así como el retiro del material sobrante y de escombros. El Contratante no aprobará pagos adicionales por ninguno de estos conceptos.

## **Preliminares**

### **Descapote Y Limpieza**

#### **Ítem: 1.4**

#### **Descripción**

Este ítem se refiere a la limpieza del terreno cuyo fin es eliminar la vegetación existente sobre un terreno, es parte importante de su habilitación para el desplante de una estructura y en la realización de una excavación; puede ejecutarse a mano o a máquina; el material sobrante debe llevarse a escombreras.

#### **Ejecución**

Extraer los troncos, tocones y raíces.

Retirar la vegetación superficial (hierba, maleza o residuos de sembradíos).

Retirar fuera de la obra o terreno del producto de las actividades anteriores.

Determinar el nivel que va a servir de referencia, teniendo como base el andén o sardinel y trasládalo.

Si la nivelación se hace con manguera, utilizar una manguera plástica y transparente; a mayor longitud mejor funciona (no menos de cinco metros de largo). La manguera no debe tener burbujas.

Colocar en ambos extremos un collar de alambre dulce; cuando no se utilice se dobla para que no se salga el agua.

### **Equipo**

Herramienta menor

Se pagara por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de tierra removida, calculados con base en levantamientos topográficos efectuados antes de ejecutar la obra y el pago se hará por precios unitarios ya establecidos en el contrato que incluyen herramienta, mano de obra, equipos y transporte necesario para su ejecución (Universidad distrital, 2017).

### **Preliminares**

#### **Demolición**

#### **Ítem: 1.5**

#### **Descripción**

Esta especificación describe la demolición de muros en ladrillo o bloque de concreto y se incluye el retiro de todos los materiales que están adosados a éste, como cableado, aparatos eléctricos, lagrimales, revoques, sobrecimiento, enchapes etc.

#### **Equipo**

**Herramienta Menor.**

#### **Ejecución**

Se deben iniciar los trabajos teniendo precaución de no dañar muros, pisos o redes adyacentes que no se encuentren estipuladas para demoler. Si existen ductos de agua, gas o eléctricos, se debe anular el flujo por este ducto antes de iniciar la demolición.

### **Medida Y Pago**

La unidad de medida para el pago de este ítem será el METRO CUADRADO de muro demolido. El precio cotizado debe incluir el costo de la mano de obra, herramienta, equipo, el retiro, cargue y botada de los materiales sobrantes a cualquier distancia o el indicado en los pliegos del contrato y los demás costos directos e indirectos que se requieran para realizar esta actividad. Se medirá y pagará las demoliciones sólo cuando se desarrollen como actividad independiente. No se consideran demoliciones aquellas que se originen por efecto directo de la excavación utilizando el mismo equipo o como consecuencia de los derrumbes generados por descuido en la ejecución de una actividad. El precio unitario incluye también los costos de las telas y demás elementos que usualmente son necesarios para la protección de equipos que se encuentren en el área de trabajo, y además las labores de aseo y limpieza, de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría.

### **Excavaciones y relleno**

#### **Ítem: 2.1, 2.4**

#### **Excavación**

#### **Preparación del terreno**

Deben hacerse todos los trabajos necesarios para acondicionar el terreno (tala y desarraigue de árboles, entubamiento de nacimientos de agua, construcción de desagües, etc.) de forma tal que se permita realizar la obra que se detalla en planos.

## **Cortes y rellenos**

Deben hacerse todos los cortes y rellenos indicados en los planos, para ajustar los niveles del terreno actual a los niveles marcados en los mismos. Se debe dejar y proteger todos los árboles y arbustos que no estén dentro de la zona de construcción del escenario deportivo.

En los cortes indicados debe retirarse totalmente la capa vegetal, cuyo espesor se indica en los planos y en el estudio de suelos correspondientes. Si esta capa resultara mayor que el corte pedido en alguna sección cualquiera, de todas maneras se renovará. El relleno resultante se hará con material de la misma excavación siempre y cuando sea aprobado por el ingeniero supervisor. El resto del material, que no tuviese uso o que no cuente con el visto bueno de la inspección, deberá ser acarreado y depositado por cuenta del contratista fuera de la propiedad de la obra. Si hubiese rellenos y si hiciera falta tierra para ellos, este faltante deberá ser aportado por el contratista, que lo tomará fuera de la propiedad de la, una vez que lo haya aprobado la inspección. El relleno deberá ser compactado en capas no mayores de 25 cm. Todo trabajo de compactación deberá llevarse a cabo mediante equipo mecánico, cuyo uso deberá ser aprobado por el Ingeniero Supervisor.

## **Mano de obra**

Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:2 especializada en esta tipo de actividad.

## **Equipo**

Herramienta menor

Volqueta 5m3

Bulldozer

Cargador

Carrotanque de agua

Compactador de llantas

Motoniveladora

### **Ítem de pago**

Excavaciones y relleno Metro cúbico (m<sup>3</sup>) (Universidad de Costa Rica, 2016)

## **Cimentación y estructura**

**Concreto para viga de cimiento, viga de confinamiento, columna de confinamiento y concreto Ciclopeo.**

**Ítem: 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4.1, 4.2, 4.4, 4.5**

### **Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en general, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

### **Materiales**

**Cemento.** El cemento utilizado será Portland, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo indicado en estas especificaciones. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleara el denominado Tipo I.

## **Agregados**

**Agregado fino.** Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (No.4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado a juicio del Interventor. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos.

Durante el periodo de construcción no se permitirán variaciones mayores de dos décimas (0.2) en el módulo de finura, con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

**Agregado grueso.** Para el objeto del presente Artículo se denominara agregado grueso la porción del agregado retenida en el tamiz 4.75 mm (No.4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla. No se permitirá la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno.

**Agregado ciclópeo.** El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cubica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formara parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen, previa autorización del Interventor y con las limitaciones establecidas en el numeral 630.4.8 del presente Artículo.

El material constitutivo del agregado ciclópeo no podrá presentar un desgaste mayor de cincuenta por ciento (50%), al ser sometido a la prueba de Los Ángeles, gradación E, según la norma de ensayo INV E-219.

**Agua.** El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica. Se considera adecuada el agua que cumpla los requisitos establecidos en el numeral 500.2.1.3 del Artículo 500.

**Aditivos.** Se podrán usar aditivos de reconocida calidad, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo se deberá definir por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla.

Los aditivos y adiciones deberán estar libres de sustancias que, por su naturaleza o cantidad, afecten la resistencia o la durabilidad del hormigón, armaduras, aceros de alta resistencia u otros elementos insertados.

Especialmente se deberá cuidar de utilizar aditivos, que por su alto contenido de cloruros, pudieran acelerar la corrosión del acero de alta resistencia para el concreto pre-tensado o post-tensado.

Los aditivos reductores de agua y para control de fraguado deberán cumplir los requisitos de la norma ASTM C-494; los inclusores de aire cumplirán las exigencias de la norma ASTM C-260 y los puzolanicos habrán de satisfacer las exigencias de la norma ASTM C-618.

El uso del aditivo, así haya sido aprobado por el Interventor, será responsabilidad directa del Constructor.

**Clases de concreto.** Para su empleo en las distintas clases de obra y de acuerdo con su resistencia mínima a la compresión, se establecen las siguientes clases de concreto, según Tabla 630.5.

CLASE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA COMPRESIÓN A 28 DÍAS		USO Y OBSERVACIONES
	(MPa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
A	35	350	Concreto pretensado y postensado
B	32	320	Concreto pretensado y postensado
C	28	280	Concreto reforzado
D	21	210	Concreto reforzado
E	17.5	175	Concreto reforzado
F	14	140	Concreto simple
G	14	140	Concreto ciclópeo. (Se compone de concreto simple clase F, y agregado ciclópeo en una proporción de 40%, como máximo, del volumen total).

Figura 21. Clases de concreto estructural

Fuente. INV E-410.

## **Ensayos**

Para controlar la calidad de los concretos se harán los siguientes ensayos y los informes escritos de los resultados harán parte del diario de la obra:

**1 Asentamiento.** Las pruebas de asentamiento se harán por cada cinco (5) metros cúbicos de concreto a vaciar y serán efectuados con el consistímetro de Kelly (norma ASTM-C360) o con el cono de Abrams (NTC 396). Los asentamientos máximos para las mezclas proyectadas serán los indicados al respecto para cada tipo, de acuerdo con la geometría del elemento a vaciar y con la separación del refuerzo.

**2 Resistencia del concreto.** Las muestras serán elaboradas y curadas de acuerdo con la norma NTC 550 y NTC454 y los ensayos se realizarán teniendo en cuenta las normas NTC504 y NTC673. La preparación y ensayo de cilindros de prueba que testifiquen la calidad de los concretos usados en la obra será obligatoria y se hará por cuenta del Contratista con la respectiva vigilancia de la Interventoría.

Cada ensayo comprenderá la rotura de por lo menos seis (6) cilindros de prueba, ensayando dos (2) por cada edad (a los 7, 14 y 28 días). Se considerará como final la resistencia obtenida a los 28 días. Los otros cuatro resultados (7 y 14 días), se tomarán como información anticipada, proyectando las resistencias hasta los veintiocho (28) días, mediante la relación entre las resistencias a los siete (7) y veintiocho (28) días, presentadas inicialmente por el Contratista y aprobadas por la Interventoría, con el fin de poder continuar la ejecución de la obra.

Para efectos de confrontación se llevará un registro indicador de los sitios de la obra donde se usaron los concretos probados, la fecha de vaciado y el asentamiento. Se hará una prueba de resistencia a la compresión por cada diez metros cúbicos (10m<sup>3</sup>) de mezcla a colocar por cada tipo de concreto. Si el volumen a vaciar en un (1) día, de algún tipo de mezcla, es menor de diez metros cúbicos (10m<sup>3</sup>), se tomará una muestra para ensayo de resistencia a la compresión, o una muestra por elemento estructural, o según lo indique la Interventoría. Deberá considerarse que una muestra constará de seis (6) cilindros para fallar a los 7, 14 y 28 días.

Las pruebas serán tomadas separadamente de cada mezcladora o tipo de concreto y sus resultados se considerarán también separadamente, o sea que en ningún caso se deberán promediar juntos los resultados de cilindros provenientes de diferentes máquinas mezcladoras o tipo de concreto.

La resistencia promedio de todos los cilindros será igual o mayor a las resistencias especificadas, y por lo menos el 90% de todos los ensayos indicarán una resistencia igual o mayor a esa resistencia. En los casos en que los resultados obtenidos de ensayar los cilindros tomados para cualquier actividad del contrato estén por debajo de los requerimientos indicados en los planos y especificaciones, y teniendo en cuenta el concepto del ingeniero calculista, la Interventoría podrá ordenar que el concreto sea demolido y reemplazado con otro que sí cumpla con lo especificado.

Los costos de estas correcciones correrán por cuenta del Contratista.

Cuando los ensayos efectuados a los siete (7) días estén por debajo de las tolerancias exigidas, se prolongará el curado de las estructuras hasta que se cumplan tres (3) semanas después de vaciados los concretos. La decisión definitiva se tomará con los cilindros ensayados a los veintiocho (28) días, los cuales se someterán a las mismas condiciones de curado que el concreto colocado en obra.

Cuando los cilindros ensayados a los veintiocho (28) días presenten valores menores que los exigidos, se tomarán núcleos del concreto en obra, para ensayos de resistencia a la compresión, se realizarán pruebas con esclerómetro (ASTM C 805) en los elementos en los cuales se haya utilizado la misma mezcla de los cilindros ensayados, o se practicará una prueba de carga en la estructura en cuestión. En el caso en que sean satisfactorias se considerará satisfactoria la estructura. Pero si las pruebas aportan resultados consistentes con los iniciales, o si no es posible practicarlas, se ordenará la demolición de la estructura afectada, considerando el concepto del ingeniero calculista. Las pruebas de concreto endurecido, se tomarán de acuerdo con las norma NTC 3658.

El costo de las pruebas, ensayos y presentación de resultados que se hagan de acuerdo con este numeral, así como el valor de las demoliciones y la reconstrucción, si ellas son necesarias, serán por cuenta del Contratista.

Durante el avance de la obra, la Interventoría podrá tomar las muestras que considere necesarias para verificar los resultados obtenidos por el laboratorio escogido por el Contratista para controlar la calidad del concreto. El Contratista proporcionará a su costo la mano de obra y

los materiales necesarios para tomar estos cilindros de ensayo y los transportará hasta el laboratorio.

**Reparaciones.** Si las pruebas de estanqueidad revelan fugas o humedades, el Contratista procederá a su reparación hasta lograr la aceptación, en cuanto a procedimiento, forma y calidad. El plazo y los gastos requeridos por tales reparaciones serán por cuenta del contratista y éste no tendrá derecho a reclamar indemnización por concepto de tales reparaciones ni ampliación del plazo estipulado en el contrato.

**Equipo.** Los principales equipos y herramientas requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con dicho material, son los siguientes:

**Equipo para la elaboración de agregados y la fabricación del concreto.** Al respecto, resulta aplicable el contenido de los numerales 500.3.1 y 500.3.2 del Artículo 500 de estas especificaciones. Se permite, además, el empleo de mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, cuya capacidad no deberá exceder de tres metros cúbicos (3 m<sup>3</sup>).

La mezcla manual solo se podrá efectuar, previa autorización del Interventor, para estructuras pequeñas de muy baja resistencia o en casos de emergencia que requieran un reducido volumen de concreto. En tal caso, las cochadas no podrán ser mayores de un cuarto de metro cubico (0.25 m<sup>3</sup>) y se deberá colocar un 20% adicional de cemento, en peso, sobre el requerido según el diseño de la mezcla.

**Elementos de transporte.** La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Interventor. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Constructor y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda inmediatamente, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de trescientos metros (300 m), no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación del Interventor. Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a seiscientos metros (600 m), el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

**Formaleta y obra falsa.** El Constructor deberá suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por el Interventor.

Las formaletas podrán ser de madera o metálicas y se deberán poder ensamblar firmemente y tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Las formaletas de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplex, y deberán tener un espesor uniforme.

La obra falsa o armazones provisionales deberán ser construidos sobre cimientos suficientemente resistentes para soportar las cargas sin asentamientos perjudiciales.

Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construida con la solidez necesaria que le permita soportar, sin sufrir deformación apreciable, las cargas a que estará sometida, las cuales deberán incluir, además del peso de la superestructura, las correspondientes a las formaletas, arriostramientos, pistas de tráfico y demás cargas que le puedan ser impuestas durante la construcción. La obra falsa deberá ser convenientemente apuntalada y amarrada para prevenir distorsiones y movimientos que puedan producir vibraciones y deformaciones en la formaleta de la superestructura.

**Elementos para la colocación del concreto.** El Constructor deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra las formaletas o el refuerzo.

**Vibradores.** Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de seis mil (6.000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para fundiciones delgadas, donde las formaletas estén especialmente diseñadas para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de formaleta.

**Equipos varios.** El Constructor deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

### **Ejecución de los trabajos**

**Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.** La dosificación del concreto determinara las proporciones en que deben combinarse los diferentes materiales componentes como son: agregados, cemento, agua y eventualmente, aditivos, de modo de obtener un concreto que cumpla con la resistencia, manejabilidad, durabilidad y restantes exigencias requeridas por las especificaciones particulares del proyecto, las presentes especificaciones y las dadas por el Interventor.

**Preparación de la zona de los trabajos.** La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario.

**Formaleteado y obra falsa.** Todas las formaletas en las cuales sea necesario confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece, deberán ser diseñadas por el Constructor y aprobadas por Interventor. Las formaletas deberán ser diseñadas de tal manera, que permitan la colocación y consolidación adecuada de la mezcla en su posición final y su fácil inspección; así mismo, deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero de la mezcla.

La aprobación del diseño de las formaletas por parte del Interventor, no exime al Constructor de su responsabilidad respecto de la seguridad, calidad del trabajo y cumplimiento de todas las especificaciones.

Las formaletas, tanto de madera como metálicas, se ensamblaran firmemente y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin distorsiones. Antes de iniciar la colocación del concreto, se deberán limpiar de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Su superficie interna se deberá cubrir con aceite u otro producto que evite la adherencia, que no manche la superficie del concreto y no sea absorbido por este.

Las abrazaderas que se utilicen para sostener las formaletas y que queden embebidas en el concreto, deberán ser pernos de acero provistos de rosca, tuercas y acoples adecuados, que permitan retirar los extremos exteriores sin producir daños en las superficies del concreto. Todos los huecos resultantes del retiro de las abrazaderas, se deberán llenar con un mortero de consistencia seca.

No se podrá colocar concreto dentro de las formaletas, si estas no han sido inspeccionadas y aprobadas por el Interventor.

Las formaletas se podrán remover parcial o totalmente tan pronto como la mezcla haya adquirido la resistencia suficiente, comprobada mediante ensayos, para sostener su propio peso y el peso de cualquier otra carga.

Toda obra falsa o cimbra para la construcción de puentes u obras similares, deberá ser diseñada por el Constructor, quien someterá el diseño a consideración del Interventor. En el

diseño se deberán tener en cuenta las cargas muertas y vivas a las que estará sometida la obra falsa durante y después de la colocación del concreto. Las eventuales deflexiones de la obra falsa, debido a las cargas, se deberán compensar mediante contra flechas, de tal forma que la estructura terminada se ajuste a los niveles indicados en los planos.

En la construcción de cimbras para arcos, se deberán proveer los medios adecuados que permitan un descenso gradual de los centros hasta obtener el auto-soporte del arco. Las cimbras se colocaran sobre gatos aprobados para levantar y corregir cualquier asentamiento leve que pueda ocurrir una vez iniciada la colocación del concreto.

### **Fabricación de la mezcla**

**Almacenamiento de los agregados.** Cada tipo de agregado se acopiara por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestos de tal forma que se evite al máximo la segregación de los agregados.

Los sitios de almacenamiento de los agregados podrán realizarse sobre patios pavimentados contruidos para este fin. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizaran los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. En todos los casos, los acopios deberán ser cubiertos.

Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor a metro y medio (1.50 m) y no por montones cónicos.

**Elaboración de la mezcla.** Cuando la mezcla se produce en una planta central, sobre camiones mezcladores o por una combinación de estos procedimientos, el trabajo se deberá efectuar de acuerdo con los requisitos aplicables de la especificación ASTM C-94.

**Mezclado en plantas estacionarias en el lugar de la obra.** Salvo indicación en contrario del Interventor, la mezcladora se cargara primero con una parte no superior a la mitad ( $1/2$ ) del agua requerida para la cochada; a continuación se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte ( $1/3$ ) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados.

La mezcla se hará a la velocidad recomendada por el fabricante de la máquina y el tiempo de mezclado deberá ser superior a uno y medio minutos (1.5 min), contados a partir del momento en que todos los materiales están dentro del tambor mezclador y hasta el instante en que se inicie la descarga. Se podrá reducir este tiempo, solamente si se demuestra que la mezcla es satisfactoria. En todo caso, el tiempo de mezclado no deberá exceder de 5 minutos.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla disueltos en una parte del agua de mezclado.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciara totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de treinta (30) minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Constructor, con la supervisión del Interventor, transformara las cantidades correspondientes a la fórmula de trabajo en unidades volumétricas. El Interventor verificara que existen los elementos de dosificación precisos para obtener una mezcla de la calidad deseada.

**Mezclado en planta central.** Debe ajustarse, en todo lo pertinente, a lo indicado en el numeral anterior para la mezcla en mezcladoras estacionarias.

**Mezclado en camiones mezcladores (Mixer).** Cuando se emplee un camión mezclador para mezclado completo, en tránsito o al llegar a la obra, cada bachada deberá ser mezclada por no menos de setenta (70) ni más de cien (100) revoluciones de tambor o paletas a la velocidad de rotación fijada por el fabricante del equipo. El tiempo adicional de mezcla, cuando sea requerido, se debe completar a la velocidad de agitación especificada por el fabricante.

Todos los materiales incluyendo el agua, deben estar dentro del tambor mezclador antes de iniciar el mezclado propiamente dicho y accionar el contador de revoluciones. El mezclado debe iniciar dentro de los treinta (30) minutos siguientes al instante en que el cemento es puesto en contacto con los agregados dentro del tambor.

Cuando los agregados estén húmedos, haya agua dentro del tambor, la temperatura ambiente exceda de treinta grados Celsius (30 °C), se use un cemento de alta resistencia o se

empleen aditivos aceleradores de fraguado, el tiempo citado en el párrafo anterior se deberá reducir a quince (15) minutos.

Cuando se trate de mezclado parcial en planta central, el tiempo de mezcla en la mezcladora estacionaria de la planta central se podrá reducir a treinta (30) segundos, completando el mezclado en el camión mezclador en tránsito, en la forma indicada en este numeral.

Los camiones mezcladores no se deberán cargar a más del 63% del volumen del tambor para mezclado completo en tránsito o al llegar a la obra, ni a más del 70% del volumen del tambor, cuando haya mezclado parcial en la planta central.

**Mezclado manual.** La mezcla manual solo se podrá efectuar si el Interventor lo autoriza por escrito, para estructuras secundarias o en casos de emergencia que requieran un volumen de concreto muy pequeño.

El mezclado manual se deberá hacer en bachadas no mayores de un cuarto de metro cubico (0.25 m<sup>3</sup>), sobre una superficie lisa e impermeable.

Las cantidades de agregados se deberán medir en cajones de tamaños apropiados. El agregado fino y el cemento se deben mezclar cuidadosamente por medio de palas mientras estén secos, hasta que la mezcla tenga un color uniforme, después de lo cual se forma un cráter en el cual se incorpora el agua en la cantidad necesaria para obtener un mortero de consistencia adecuada. El material de la parte exterior del anillo del cráter se patea entonces hacia el centro y

se da vueltas a toda la masa cortándola en secciones, hasta que se logre una consistencia uniforme.

Se humedece completamente el agregado grueso y se añade al mortero dando vueltas y revolviendo toda la masa cuando menos seis (6) veces, hasta que todas las partículas de este agregado queden perfectamente cubiertas por el mortero y la mezcla tenga color y apariencia uniformes. Las cargas mezcladas a mano no se podrán emplear para concreto colocado debajo del agua.

**Reblandamiento del concreto.** No se deberá hacer ningún reblandamiento del concreto, agregándole agua o por otros medios, excepto que con la autorización escrita del Interventor podrá añadirse agua adicional de mezcla al concreto transportado en camiones mezcladores o agitadores, siempre que dicho concreto, a su descarga, cumpla todos los requisitos exigidos, ni se excedan los tiempos de mezcla y transporte especificados en este Artículo.

**Descarga, transporte y entrega de la mezcla.** El concreto, al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra.

Cuando se empleen camiones mezcladores o agitadores, la descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 1/2) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Interventor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

El concreto descargado de camiones mezcladores o de camiones agitadores, debe ser entregado con la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridos para la obra. La velocidad de descarga del concreto premezclado debe ser controlada por la velocidad de rotación del tambor en la dirección de la descarga con la canaleta o compuerta de descarga completamente abierta. Si es necesario agregar agua adicional a la mezcla para alcanzar o mantener el asentamiento especificado, sin exceder la relación agua/cemento requerida, se debe mezclar nuevamente el contenido del tambor, por un mínimo de veinte (20) revoluciones a la velocidad de mezclado, antes de proceder a la descarga del concreto.

El concreto puede ser transportado en camiones tipo volqueta, u otro equipo provisto de agitadores, si los documentos del proyecto lo admiten o el Interventor aprueba por escrito esta posibilidad. En tal caso, los recipientes deberán ser metálicos, lisos en su interior, con las esquinas redondeadas, equipados con compuertas para controlar la descarga y provistos de cobertores adecuados para proteger el concreto contra la intemperie. El concreto transportado en estos equipos debe ser mezclado previamente y debe ser entregado con la consistencia y uniformidad requeridas. La descarga en el punto de entrega debe ser completada en cuarenta y cinco minutos (45 min) desde que el cemento sea puesto en contacto con los agregados, lapso que el Interventor podrá variar según las condiciones climáticas del lugar o el uso de aditivos.

A su entrega en la obra, el Interventor rechazara todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado o no tenga el asentamiento dentro de los límites especificados.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Interventor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Constructor, a su costa, por un concreto satisfactorio.

**Preparación para la colocación del concreto.** Por lo menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Constructor notificara por escrito al Interventor al respecto, para que este verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras el Interventor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies deberán encontrarse completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método puede no ser el adecuado.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deberán ser humedecidas completamente, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el Interventor.

### **Colocación del concreto**

**Requisitos generales.** Esta operación se deberá efectuar en presencia del Interventor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por este.

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Constructor suministre cubiertas que, a juicio del Interventor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

Todo el concreto debe ser vaciado en horas de luz solar y su colocación en cualquier parte de la obra no se debe iniciar si no es posible completarla en dichas condiciones, a menos que se disponga de un adecuado sistema de iluminación, aprobado por el Interventor.

El concreto no se debe exponer a la acción del agua antes del fraguado final, para el concreto depositado bajo agua. El concreto se deberá colocar en seco y durante su colocación o después de ella no deberá ser expuesto a la acción de aguas o suelos que contengan soluciones alcalinas, hasta pasado un periodo por lo menos de tres (3) días, o de agua salada hasta los siete (7) días. Durante este lapso, el concreto se deberá proteger bombeando el agua perjudicial fuera de las formaletas y ataguías.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra las formaletas o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1.50 m).

Al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

En todos los casos que sea difícil colocar el concreto junto a las formaletas debido a las obstrucciones producidas por el acero de refuerzo o por cualquier otra condición, se deberá procurar el contacto apropiado entre el concreto y las caras interiores de las formaletas, vibrando estas últimas por medio de golpes en sus superficies exteriores con mazos de caucho o madera o por medio de vibradores de formaleta.

En caso de usar equipos inclinados (canoas, canaletas) deben tener una longitud máxima de 7 m, manteniendo un flujo continuo a una velocidad uniforme del hormigón con pendientes, según el asentamiento del concreto.

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas.

El Constructor deberá tener la precaución de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto, por lo menos durante las primeras veinticuatro (24) horas luego de colocado el concreto.

A menos que los documentos del proyecto o el Interventor indiquen algo en contrario por el tipo de obra, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de treinta centímetros (0.3 m).

Las descargas deberán sucederse una tras otra, debiendo cada una de ellas colocarse y compactarse antes de que la precedente haya alcanzado el fraguado inicial, para que no quede una separación entre las mismas. La superficie superior de cada capa de concreto se debe dejar algo áspera para lograr una liga eficiente con la capa subsiguiente. Cada capa superior deberá ser compactada de forma que se evite la formación de una junta de construcción entre ella y la capa inferior.

Las capas que se completen en un día de trabajo o que hayan sido colocadas poco antes de interrumpir temporalmente las operaciones, se deben limpiar de cualquier material objetable tan pronto como las superficies sean lo suficientemente firmes para retener su forma. En ningún caso se suspenderá o interrumpirá temporalmente el trabajo dentro de los cuarenta y cinco centímetros (45 cm) abajo de la parte superior de cualquier superficie, a menos que los detalles de la obra tengan en cuenta un coronamiento de menos de dicho espesor, en cuyo caso, la junta de construcción se puede hacer en la parte inferior de dicho coronamiento.

El método y la manera de colocar el concreto se deberán regular de forma que todas las juntas de construcción se coloquen en las zonas de bajo esfuerzo cortante y, en lo posible, en sitios que no sean visibles.

**Colocación por bombeo.** La colocación del concreto por bombeo puede ser permitida dependiendo de la adaptabilidad del método a usar en la obra. El equipo se deberá disponer de manera que las vibraciones derivadas de su operación no deterioren el concreto recién colocado.

Al emplear bombeo mecánico, la operación de la bomba deberá ser tal, que se produzca una corriente continua del concreto, sin bolsas de aire. Cuando se terminen las operaciones de bombeo, en caso de que se vaya a usar el concreto que quede en las tuberías, este se debe expeler de tal manera que no se contamine o se produzcan segregaciones.

Al emplear bombeo neumático, el equipo de bombeo se debe colocar la más cerca posible del depósito de concreto. Las líneas de descarga deberán ser horizontales o inclinadas hacia arriba respecto de la máquina de bombeo.

Cuando se utilice equipo de bombeo, siempre se deberá disponer de los medios alternativos para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

Los equipos de bombeo deberán ser limpiados cuidadosamente después de cada periodo de operación.

**Colocación del agregado ciclópeo.** La colocación del agregado ciclópeo para el concreto, se deberá ajustar al siguiente procedimiento.

La piedra limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente a mano, sin dejarla caer por gravedad en la mezcla de concreto simple, para no causar daño a las formaletas, a las alcantarillas en el caso de cabezales o al concreto adyacente parcialmente fraguado.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentara a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa.

Si se interrumpe la fundición, al dejar una junta de construcción se deben dejar piedras sobresaliendo no menos de diez centímetros (10 cm) para formar una llave. Antes de continuar el vaciado del concreto se deberá limpiar la superficie donde se colocara el concreto fresco y humedecerse la misma con agua limpia.

El concreto ciclópeo no se deberá usar en estructuras cuya altura sea menor de sesenta centímetros (60 cm) y/o en las que el espesor sea inferior a treinta centímetros (30 cm).

La proporción máxima del agregado ciclópeo será el cuarenta por ciento (40%) del volumen total de concreto.

**Vibración.** El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración interna, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

Para lograr la compactación de cada capa antes de que se deposite la siguiente sin demorar la descarga, se debe usar un número suficiente de vibradores para consolidar el concreto que se está recibiendo, dentro de los quince (15) minutos siguientes a su colocación dentro de las formaletas.

Para evitar demoras en el caso de averías, se debe disponer de un (1) vibrador auxiliar en el sitio de la obra para fundiciones individuales hasta de cincuenta metros cúbicos (50 m<sup>3</sup>) y dos (2) vibradores auxiliares para fundiciones de mayor volumen.

Las vibraciones se deben aplicar en el punto de descarga y donde haya concreto depositado poco antes. Los vibradores no deberán ser empujados rápidamente, sino que se permitirá que ellos mismos se abran camino dentro de la masa de concreto y se retiren lentamente para evitar la formación de cavidades.

La vibración deberá ser tal, que el concreto fluya alrededor del refuerzo y otros elementos que deban quedar embebidos en el concreto y llegue hasta las esquinas de las formaletas.

La vibración no debe ser aplicada sobre el refuerzo, ni forzarse a secciones o capas de concreto que hayan endurecido a tal grado que el concreto no pueda volverse plástico por su vibración.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de las formaletas, ni se deberá aplicar directamente a estas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Con el fin de obtener un concreto debidamente compactado, carente de cavidades, hormigueros y similares, la vibración mecánica deberá ser completada con la compactación manual que sea necesaria a lo largo de las superficies de las formaletas y en las esquinas y puntos donde sea difícil obtener una vibración adecuada.

Las dimensiones de las agujas de los vibradores de inmersión y, en general, los tiempos de vibrado deberán ser cuidadosamente controlados, de manera de obtener las densidades máximas sin sobrevibrar.

**Agujeros para drenaje.** Los agujeros para drenaje o alivio se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deberán colocar más abajo que las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

**Curado.** Inmediatamente después del retiro de las formaletas y del acabado de las superficies, el concreto se someterá a un proceso de curado que se prolongara a lo largo del plazo

prefijado por el Interventor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un periodo no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este periodo podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

Se deben tomar todas las precauciones necesarias para proteger el concreto fresco contra las altas temperaturas y los vientos que puedan causar un secado prematuro y la formación de agrietamientos superficiales. De ser necesario, se colocaran cortinas protectoras contra el viento hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente para recibir el tratamiento de curado.

En la eventualidad de que se produzca un sismo durante el proceso de curado, el Constructor deberá tener especial cuidado en efectuar una revisión detallada del concreto colocado y de la estructura luego del sismo, informando al Interventor sobre cualquier daño motivado por el fenómeno. Sin perjuicio de ello, si así lo estimase el Interventor, se realizaran los ensayos que considere convenientes para verificar la calidad del concreto, pudiendo ordenar el retiro de este si, a su juicio, los ensayos realizados revelaren alteraciones al concreto colocado.

**Deterioros.** Todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y reemplazado por el Constructor, según lo requiera el Interventor. Toda mano de obra, equipo y materiales requeridos para la remoción, reparación, reemplazo, acabado y curado del concreto defectuoso, serán suministrados a expensas del Constructor.

**Limpieza final.** Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Constructor deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el Interventor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

**Medida.** La unidad de medida del concreto ciclópeo será el metro cubico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cubico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente acabada y curada y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El volumen se determinara multiplicando la longitud horizontal, medida a lo largo de la estructura, por el ancho y espesor especificados en los planos o modificados por el Interventor. No se medirá, para los fines de pago, ninguna obra ejecutada por fuera de las dimensiones o líneas establecidas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

Si al efectuar la medición el volumen contiene una fracción igual o superior a cinco centésimas de metro cubico ( $\geq 0.05\text{m}^3$ ), la aproximación se realizara a la décima superior; en caso contrario, se aproximara a la décima inferior.

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:3 especializada en esta tipo de actividad.

**Equipo.** Herramienta menor

**Forma de pago.** El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y alquiler de las fuentes de las cuales se extraerán los agregados pétreos, así como el descapote y la preparación de las zonas por explotar y la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar sus características hidrológicas superficiales al terminar la explotación.

Deberá cubrir, también todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, los de la explotación de ellas; la selección, trituración, y eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, excepto los aditivos si su empleo está previsto en los documentos del proyecto o ha sido solicitado por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos por concepto de patentes utilizadas por el Constructor; suministro, instalación y operación de los equipos; la preparación de la superficie de las excavaciones, si no está contemplada en el Artículo 600, el suministro de materiales y accesorios para las formaletas y la obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y la elaboración de las mezclas de concreto, su cargue, transporte al sitio de la obra; colocación y vibrado; suministro y aplicación del producto para el curado del concreto terminado, la ejecución de juntas y de agujeros para drenaje, el acabado, la limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Solamente habrá pago separado por los aditivos, cuando su uso este previsto en los documentos del proyecto o sea solicitado por el Interventor. En tal caso, el pago se cubrirá conforme lo establezca la especificación particular respectiva. No habrá pago por concepto de aditivos que el Constructor use por su conveniencia.

Las obras de concreto que estén cubiertas por otro ítem de pago, tampoco se consideran incluidas en el presente Artículo.

### **Ítem de pago**

Concreto Metro cubico (m3)

Concreto Metro Lineal (ml) (Universidad del Cauca, 2017)

## **Estructura**

### **Antepiso En Concreto**

#### **Ítem: 4.3**

**Descripción.** Sobre el entresuelo se construirán pisos de concreto simple de un módulo de rotura de 37 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y de espesor indicado en los planos, los cuales serán ejecutados observando las normas establecidas en estas especificaciones en el capítulo de concretos, para los materiales de agregado, diseño de mezclas, ensayos de resistencia, transporte, colocación y curados del concreto. Con anterioridad a su vaciado se fijarán las bases y se determinarán las juntas de construcción y dilatación en paneles cada 2.50 m y posteriormente se vaciarán alternadamente los recuadros, por el sistema de "tablero de ajedrez", teniendo presente que el

acabado se ejecutará el mismo día, cuando se haya iniciado el fraguado, puliéndolo con lana o paleta hasta que presente una superficie uniforme y cuidándose de orientar las pendientes hacia los desagües o cunetas para evitar encharcamientos o humedades.

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:3 especializada en esta tipo de actividad.

### **Materiales**

Concreto normal de 21 mpa

Malla electrosoldada de 5mm

### **Equipo**

Herramienta menor

**Medida y pago.** Se medirá en su proyección horizontal, por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) y se pagará al precio unitario establecido en el ítem del contrato. El precio incluirá los costos por mano de obra, materiales, herramientas, equipos, transporte, protección, juntas, dilataciones, aseo y limpieza, y en general todos los gastos que el Contratista tenga que hacer para la correcta ejecución y entrega de los trabajos; demás costos directos además los indirectos.

### **Estructura**

#### **Cañuela en concreto**

**Ítem: 4.6**

**Descripción.** Corresponde a la construcción de la cañuela en concreto, la cual sirve de conducción de las aguas lluvias, las pendientes, espesor y profundidad de la cañuela serán las indicadas en los planos o por el Interventor para evitar el almacenamiento de agua.

Deben aplicarse todas las especificaciones generales relativas a concretos

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:3 especializada en esta tipo de actividad.

**Materiales.**

Concreto normal de 21 mpa

Sika 1

**Equipo.** Herramienta menor

**Forma de pago.** El concreto para cañuelas se medirá y pagara por ML, y el precio deberá incluir el costo de la mano de obra, equipos, materiales, traslados dentro de la obra y otros necesarios para adelantar adecuadamente la actividad de acuerdo a las especificaciones y las órdenes del Interventor.

**Acero de refuerzo para viga de cimiento, viga de confinamiento y columna de confinamiento**

**Ítem: 3.2, 3.3, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 5.1, 5.2**

**Descripción.** Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de barras de acero en estructuras de concreto, en concordancia con los planos del proyecto, de esta especificación y de las instrucciones y recomendaciones dadas por el Interventor.

**Materiales.**

**Barras de refuerzo.** Deberán cumplir con las que sean pertinentes de las siguientes normas, según se establezcan en los planos del proyecto: NTC 161, 248 y 2289; AASHTO M-31 y ASTM A-706.

El refuerzo liso solo se permite en estribos, refuerzo de retracción y temperatura o refuerzo en espiral y no puede utilizarse como refuerzo longitudinal a flexión. No se permite acero liso en refuerzo longitudinal ni transversal de elementos que sean parte del sistema de resistencia sísmica, exceptuando en las espirales.

**Mallas electrosoldadas.** Los alambres para mallas y las mallas en si deberán cumplir con las siguientes normas, según se establezcan en los planos del proyecto: NTC 1925 y 2310; ASTM A-185 y A-497; AASHTO M- 32, M-55, M-221 y M-225.

En mallas de alambre liso, las intersecciones soldadas no deben estar espaciadas a más de 300 mm, ni a más de 400 mm en mallas de alambre corrugado, excepto cuando las mallas se utilizan como estribos.

**Masas teóricas de las barras de refuerzo.** Para efectos de la comprobación de la designación y pago de las barras, se consideraran las masas unitarias que se indican en las Tablas 640.1 y 640.2.

Los números de designación, son iguales al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de referencia.

La letra M indica que son diámetros nominales en milímetros (mm).

BARRA No.	DIÁMETRO NOMINAL		MASA (kg/m)
	(mm)	(pulgadas)	
2	6.4	¼	0.25
3	9.5	3/8	0.56
4	12.7	½	1.00
5	15.7	5/8	1.55
6	19.1	¾	2.24
7	22.2	7/8	3.04
8	25.4	1	3.97
9	28.7	1 1/8	5.06
10	32.3	1 ¼	6.41
11	35.8	1 3/8	7.91
14	43.0	1 ¾	11.38
18	57.3	2 ¼	20.24

Figura 22. Masa de la barras por unidad de longitud

Fuente. Instituto Nacional de Vías

BARRA	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	MASA (kg/m)
6M	6.0	0.22
8M	8.0	0.39
10M	10.0	0.62
12M	12.0	0.89
16M	16.0	1.58
18M	18.0	2.00
20M	20.0	2.47
22M	22.0	2.98
25M	25.0	3.85
32M	32.0	6.31
45M	45.0	12.48
55M	55.0	18.64

Figura 23. Masa de las barras por unidades de longitudes

Fuente. Instituto Nacional de Vías

**Equipo.** Se requiere de equipo adecuado para el corte y doblado de las barras de refuerzo. Si se autoriza el empleo de soldadura, el Constructor deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

### **Ejecución de los trabajos.**

#### **Planos y despiece.**

Antes de cortar el material según las formas indicadas en los planos, el Constructor deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado. Si los planos no los muestran, las listas y diagramas deberán ser preparados por el Constructor para la aprobación del Interventor, pero tal aprobación no exime a aquel de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En

este caso, el Constructor deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados, en los precios de su oferta.

Si el Constructor desea replantear una junta de construcción en cualquier parte de una estructura para la cual el Interventor le haya suministrado planos de refuerzo y listas de despiece, y dicho replanteo es aprobado por el Interventor, el Constructor deberá revisar, a sus expensas, los planos y listas de despiece que correspondan a la junta propuesta, y someter las modificaciones respectivas para aprobación del Interventor, al menos treinta (30) días antes de la fecha prevista para el corte y doblamiento del refuerzo para dicha parte de la obra. Si por cualquier razón el Constructor no cumple con este replanteo, la junta y el refuerzo correspondiente deberán ser dejados sin modificación alguna, según se muestre en los planos suministrados por el Interventor.

**Suministro y almacenamiento.** Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote o colada correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

**Doblamiento.** Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Interventor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos

en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, no deben ser menores de los indicados en la Tabla 640.

NÚMERO DE BARRA	DIÁMETRO MÍNIMO
2 a 8 6M a 25M	6 diámetros de la barra
9 a 11 32M	8 diámetros de la barra
14 y 18 45M y 55M	10 diámetros de la barra

Figura 24. Diámetro mínimo de doblamiento

Fuente. Instituto Nacional de Vías

El diámetro mínimo de doblamiento para estribos de barras No. 5 y 16M o menores no debe ser menos de cuatro (4) veces el diámetro. Para barras mayores a la No. 5 y 16M se doblaran con los diámetros mínimos establecidos en la Tabla 640.3.

El doblamiento de las barras se realizara en frio y a una velocidad moderada. Deberá evitarse el doblado de barras a temperaturas inferiores de cinco grados centígrados (5o C).

**Colocación y amarre.** Todo acero de refuerzo al ser colocado en la obra y antes de la fundición del concreto, deberá estar libre de polvo, escamas de óxido, rebabas, pintura, aceite, grasa o cualquier otro tipo de suciedad que pueda afectar la adherencia del acero en el concreto. Todo mortero seco deberá ser quitado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo

dentro de las formaletas deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, silletas de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Las silletas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deberán ser galvanizadas. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de 300 mm, para lo cual se amarraran alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá ser del tipo negro calibre número diez y ocho (No. 18). No se permitirá la soldadura en las intersecciones de las barras de refuerzo.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para ser usados en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

Estos requisitos se deberán cumplir también en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

El Interventor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Constructor inicie la colocación del concreto.

**Traslapos y uniones.** Los traslapos de las barras de refuerzo deberán cumplir los requisitos de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 y se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Interventor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Constructor podrá introducir traslapos y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el Interventor, que los traslapos y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija este, y que el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido por el Constructor.

En los traslapos, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

El Constructor podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society, AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por el Interventor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que este contemplado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrán por cuenta del Constructor.

Las láminas de malla o parrillas de varillas deberán traslaparse suficientemente entre sí, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslapo de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

**Cuantías del refuerzo.** Se deben cumplir en toda sección de un elemento estructural con las disposiciones de cuantías máximas y mínimas establecidas en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

**Sustituciones.** La sustitución de cuantías de refuerzo solo se podrá efectuar con autorización del Interventor. En tal caso, el acero sustituido deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño sin exceder los límites establecidos en el numeral 640.4.6 de esta especificación.

**Manejo ambiental.** El suministro, almacenamiento, transporte e instalación del acero de refuerzo efectivamente colocado en la estructura, así como el manejo de los desperdicios ocasionados, deberá realizarse en un todo de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.

### **Condiciones para el recibo de los trabajos**

**Controles.** Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantara los siguientes controles principales:

Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Constructor.

Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.

Verificar que el corte, doblado, colocación y cuantía del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, con esta especificación y con sus instrucciones.

Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el periodo de ejecución de los trabajos.

Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.

Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

**Condiciones específicas para el recibo y tolerancias. Calidad del acero.** Las barras y mallas de refuerzo deberán ser ensayadas en fábrica y sus resultados deberán satisfacer los requerimientos de las normas correspondientes de ICONTEC, AASHTO o ASTM.

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, serán rechazadas.

**Calidad del producto terminado.** Se aceptaran las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

**a. Desviación en el espesor de recubrimiento.** Con recubrimiento menor o igual a cincuenta milímetros ( $\leq 50$  mm): cinco milímetros (5 mm).

Con recubrimiento superior a cincuenta milímetros ( $> 50$  mm): diez milímetros (10 mm).

**b. desviación en los espaciamientos prescritos.** Se deberá cumplir lo indicado en el numeral 640.4.4.

a. **Área.** No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el Constructor, a su costa, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Interventor y a plena satisfacción de este.

**Medida.** La unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto realmente suministrado y colocado en obra y debidamente aceptado por el Interventor.

Cuando el computo de la fracción decimal resulte mayor o igual a cinco centésimas de kilogramo ( $\geq 0.05$  kg), la aproximación se realizara por exceso y si resulta menor a cinco centésimas de kilogramo ( $< 0.05$  kg), la aproximación se realizara por defecto.

La medida no incluye el peso de soportes, separadores, silletas de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio; ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos, que hayan sido autorizados por el Interventor, para conveniencia del Constructor.

Tampoco se medirá el acero específicamente estipulado para pago en otros renglones del contrato.

Si se sustituyen barras a solicitud del Constructor y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basara en la masa computada para los tamaños y longitudes de barras utilizadas

La medida para malla de alambre será el producto del área en metros cuadrados de malla efectivamente incorporada y aceptada en la obra por su masa real en kilogramos por metro cuadrado (kg/m<sup>2</sup>), aproximada al kilogramo completo.

Cuando el computo de la fracción decimal resulte mayor o igual a medio kilogramo ( $\geq 0.5$  kg), la aproximación se realizara por exceso y si resulta menor a medio kilogramo ( $< 0.5$  kg), la aproximación se realizara por defecto.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los planos del proyecto o las ordenadas por el Interventor.

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:4 especializada en esta tipo de actividad.

**Materiales.** Acero de refuerzo

**Equipo.** Cizalla

Dobladora

Herramienta menor

**Forma de pago.** El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y

por toda mano de obra, materiales, patentes, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, con esta especificación y con las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá incluir, también, todos los costos por concepto de elaboración de listas de despiece y diagramas de doblado cuando ellos no hayan sido suministrados, por el suministro e instalación de abrazaderas, separadores, silletas de alambre o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el refuerzo en su sitio, así como los de la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos y todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

No habrá lugar a pago separado por el acero de refuerzo para concreto colocado con el propósito de reemplazar estructuras de concreto que se deterioren o queden defectuosas o en el concreto que el Constructor haya utilizado para su conveniencia con o sin autorización del Interventor. Tampoco se pagara por separado el acero cuyo pago se haya estipulado en otras unidades de obra del Contrato, ni por los trabajos de soldadura que se autoricen para uniones soldadas en reemplazo de uniones traslapadas.

Además, deberá incluir la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

### **Ítem de pago**

Va incluido en cada ítem de los elementos estructurales (Universidad del Cauca, Acero de refuerzo, 2017)

## Mampostería

### Muro en ladrillo

#### Ítem: 5.1, 5.2

**Generalidades.** Nota: Esta especificación también es aplicable a la construcción de muros en bloque de concreto a la vista, en sus partes correspondientes.

**Descripción.** Se refiere a la construcción de muros de fachada o interiores en ladrillo donde su acabado puede ser su misma superficie, los cuales requieren de excelente calidad del producto, así como de la mano de obra para su ejecución.

Los ladrillos de las dimensiones mostradas en los planos, deberán ser sólidos, bien cocidos, de forma y dimensiones regulares, textura compacta, exentos de terrones, hendiduras, grietas, resquebrajaduras, de color uniforme y con sus estrías nítidas; deberán escogerse previamente los más homogéneos en colores, dimensiones, aristas y estrías.

**Materiales.** Para los muros debe utilizarse ladrillo de dimensiones 0.07 x 0.12 x 0.25 m; cuando su acabado es su misma superficie, se utilizarán ladrillos de cara lisa preferiblemente y sus cortes deben efectuarse con disco de asbesto o metálico, además proveer a los operadores de todos los elementos de protección y de seguridad industrial.

Los ladrillos cerámicos cumplirán las normas NTC 296 y 451.

Los bloques huecos de hormigón (concreto) cumplirán la norma NTC 247.

La cara más importante en todo muro será aquella por la cual se coloquen, aplomen, hilen o nivelen las piezas (ladrillo o bloque) utilizando pegas de mortero horizontales y verticales uniformes, de un espesor aproximado de 1.5 centímetros.

La traba indicada en los planos es requisito indispensable para su aceptación o disposición ornamental.

Las canchas para las instalaciones eléctricas, sanitarias u otras, sólo podrán ejecutarse tres (3) días después de terminados los muros.

La arena para el mortero de pega debe ser de buena calidad, especialmente en cuanto al bajo contenido de materia orgánica, la cual debe controlarse mediante ensayo de laboratorio (con hidróxido de sodio). La presencia de ésta puede manchar el ladrillo al absorber el agua por capilaridad, y luego salir al exterior en forma de manchas.

Si se quiere que el mortero quede de un color distinto al gris azulado corriente, se le agregaría a la mezcla cal y arena blanca.

### **Mortero para pega del ladrillo**

**Descripción.** El mortero de pega es una mezcla de cemento, arena gruesa y de media pega, cal y agua. Ocasionalmente pueden emplearse aditivos para mejorar la adherencia, trabajabilidad, impermeabilidad o para controlar la retracción por pérdida de humedad.

**Mezcla.** Se recomienda en general la siguiente dosificación, la cual debe hacerse por peso:

Cemento 1 kg

Arena 3 kg

Cal 1/3 kg

La mezcla debe tener las siguientes características:

Excelente adherencia, durabilidad, resistencia a la compresión, bajo encogimiento, uniformidad de color, trabajabilidad.

Preferiblemente utilizar mezcladora mecánica.

Adicionar el agua al momento de su utilización y en la cantidad necesaria para hacerla trabajable.

No deben utilizarse las mezclas después de 2.5 horas de haberseles adicionado el agua.

La terminación de las ranuras debe hacerse el mismo día y con arena de revoque previamente aprobada por el Interventor.

**Pega del ladrillo.** El espesor de la pega debe ser entre 8 y 15 mm.

Los ladrillos no deben presentar grietas, manchas, sobre tamaños ni desbordes.

En el área de almacenamiento debe evitarse que el ladrillo esté en contacto con suelos salinos, escombros, cenizas, residuos orgánicos e inorgánicos.

La pega del ladrillo debe hacerse con mucha limpieza para evitar la caída del mortero sobre el mismo; en caso de que suceda, debe limpiarse inmediatamente.

En previsión de la aparición de manchas en el ladrillo, debe pre humedecerse suficientemente para evitar que absorba el agua del mortero y así mismo para evitar que disminuya la resistencia de éste.

Cuando el ladrillo se use en jardineras, muros de contención, zonas de salpique, etc., donde se pueda presentar saturación de agua, debe impermeabilizarse previamente éste.

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:1 especializada en esta tipo de actividad.

**Materiales.** Ladrillo de obra

Ladrillo colonial 7\*12\*25

Mortero 1:4 mezclado en obra.

**Equipo.** Herramienta menor

**Medida y pago.** Su pago se hará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) al precio unitario del ÍTEM del contrato, el cual incluye el ladrillo, su selección, los cortes, los filetes, esquineros, el mortero de pega, el equipo, los andamios, la mano de obra, todo lo descrito, demás costos directos y además los indirectos. La lavada y protección de la superficie se pagará separadamente en el ÍTEM respectivo (EEPP de Medellín, 2017).

## **Cerramiento**

### **Instalación de cerramiento en malla eslabonada**

#### **Esmalte para cerramiento**

## Portón en malla eslabonada

### Ítem: 6.1, 6.2, 6.3

**Descripción.** Comprende este numeral las actividades necesarias para la fabricación, suministro, transporte y colocación de tubo A.N en 2” empotrado en la columna, este tubo de tener dos crucetas en varilla de ½” soldadas al tubo en la sección de empotramiento – concreto, luego se fundirá la viga de cimentación (3500 P.S.I con acero D = ½” y estribos en 3/8” en canasta de cuatro varillas) sobre una capa de recebo compacto de 20 cm, dentro de la zanja de excavación, trabajos elaborados con materiales de primera calidad y con personal especializado y de conformidad con las dimensiones, diseños y detalles mostrados en los planos. No se instalara ningún ítem hasta no haya sido aprobada por el Interventor en su totalidad y en cada una de sus partes.

Para su construcción se utilizará recebo, ladrillo rejilla, concretos para columnas-zapataviga de cimentación, mortero, malla eslabonada cal 10, ángulo de 1 1/4” x 3/16”, lamina de ½”, pintura anticorrosivo y esmalte tipo 1, con los detalles y dimensiones mostradas en los planos, Las soldaduras se pulirán en el taller y el acabado exterior quedará completamente liso, libre de abolladuras, y resaltos, terminado con la pintura necesaria, antes de su transporte a la obra. Su instalación se hará en momento oportuno, de acuerdo con la indicación del Interventor, y se protegerá contra golpes, rayones, u otros hasta la entrega de la obra. La fijación de las puertas a los marcos se hará de manera que garantice la adecuada resistencia, observando especial cuidado, y alineando para asegurar el ajuste de las mismas.

Además incluirán pasadores de 1" con falleba, anticorrosivo y esmalte tipo 1 del color definido por la interventoría.

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:4 especializada en esta tipo de actividad.

**Materiales.** Soldadura 3/32

Angulo de 2x1/4"

Platina 1x1/8"

Malla eslabonada cal. 12 (2x2")

Tubería galvanizada 2

**Equipo.** Herramienta menor

Soldador eléctrico

Andamio tubular 1.50x1.50

**Medida y forma de pago para portón en Tubo A.N.** La medida será metros cuadrados instalados (M2) con aproximación en un decimal de cada tipo construido y aceptado por la Interventoría. El pago se hará a los precios unitarios por metros cuadrados estipulados en el contrato.

**Medida y forma de pago para el cerramiento en tubo A.N y malla eslabonadas.** La medida será metros lineales (ML) construido y aceptado por la Interventoría. El pago se hará a los precios unitarios por metros lineales estipulados en el contrato.

**Medida y forma de pago para esmalte para cerramiento.** La medida será metros cuadrados pintados (M2) con aproximación en un decimal de cada tipo construido y aceptado por la Interventoría. El pago se hará a los precios unitarios por metros cuadrados estipulados en el contrato.

## **Cubierta**

### **Suministro e instalación de postes**

#### **Ítem: 7.1**

**Descripción.** Este trabajo consiste en el suministro e instalación de los postes metálicos de 4in que ayudarán al sostenimiento de la malla en nylon gruesa para el encerramiento de la cancha sintética.

Los postes deben tener en la cima una tapa removible metálica de lámina calibre 12 (o de mayor espesor) galvanizada en caliente, asegurable con tornillos. Los orificios deben tener tapones removibles, los cuales podrán ser fabricados en material sintético, PVC, plástico o caucho resistente a la radiación solar.

El esquema de pintura de los postes metálicos debe considerar:

Una barrera epóxica con curado poliamida para metales (la barrera epóxica puede ir precedido de imprimante si es necesario) desde la base del poste y 60cm por encima de la línea de empotramiento de por lo menos 70 micras.

Un recubrimiento en toda la longitud con pintura e imprimante de por lo menos 60 micras.

Una adherencia mínima de 400 psi.

El acabado exterior del poste debe ser de color negro. Para la puesta a tierra se debe incluir un punto de conexión tipo tornillo en acero inoxidable con guasa y tuerca de 3/8", instalada a 20 cm por debajo de la línea de enterramiento del poste.

Los postes son elementos mecánicos que trabajan a flexión y cuya única función es la de sostener elementos tales como aisladores, transformadores, perchas, cables y todos aquellos elementos que conforman la infraestructura eléctrica de distribución; estos elementos serán empleados a la intemperie, en climas que van desde el cálido hasta el frío, y desde el húmedo hasta el seco. Los postes también serán sometidos a la contaminación atmosférica y al ataque fitosanitario, cumpliendo con las siguientes condiciones:

Los postes también serán sometidos a la contaminación atmosférica y al ataque fitosanitario, cumpliendo con las siguientes condiciones:

### **Cálculo y diseño**

**Cargas Mínimas de Rotura.** Se establecen las siguientes cargas mínimas de rotura para todos los postes metálicos incluidos en esta norma.

Carga mínima de rotura

510 kg

750 kg

1 050 kg

1 350 kg

**Parámetros Geométricos.** Los postes metálicos deben ser construidos de acuerdo con las dimensiones establecidas en la siguiente tabla, teniendo en cuenta que para su fijación, en su extremo inferior deben tener una base o placa rectangular sujeta al poste por medio de tuercas o tornillos de fijación:

<b>PARÁMETROS GEOMÉTRICOS</b>					
Carga de Rotura mín. (kg)	Longitud Total (m)	Diámetros (mm)		Espesor mínimo de la lamina (mm)	Número de secciones embonadas
		Base	Cima		
510	10,00	278	140	3	1 o 2
1 050	10,00	315	180	3	1 o 2
510	12,00	278	150	3	1 o 2
750	12,00	290	165	3	1 o 2
1 050	12,00	350	165	3	1 o 2
750	14,00	320	140	3	2 o 3
1 050	14,00	375	180	3	2 o 3
1 350	14,00	375	216	3	2 o 3

Figura 25. Parámetros geométricos

Fuente: Empresas MICODENSA Bogotá, Colombia

Las dimensiones de base y cima indicadas en la tabla son valores sugeridos que podrán ser modificados previo soporte técnico del proveedor de manera que el poste suministrado cumpla con los requerimientos técnicos de carga de rotura.

**Conicidad.** La conicidad debe ser de 1,5 cm/m de longitud, para todos los tipos de postes de sección circular llena o anular.

**Carga de Trabajo.** La carga de trabajo es la resultante de dividir la carga mínima de rotura, por el coeficiente de seguridad. Según lo anterior, las cargas de trabajo para cada una de las cargas mínimas de rotura se establecen en la siguiente tabla.

**Tabla 30.**

*Carga de trabajo*

<b>Carga mínima de rotura</b>	<b>Carga de trabajo</b>
510kg	204kg
750kg	300kg
1050kg	420kg
1350kg	540kg

Fuente: Empresas MICODENSA Bogotá, Colombia

**Deformaciones o Flechas Bajo Carga.** El poste, bajo la acción de una carga aplicada a 20 cm de la cima, con una intensidad igual al 40% de la carga mínima de rotura, no debe producir una flecha superior al 6% de la longitud libre del poste y al cesar la acción de esa carga, la deformación permanente no debe ser superior al 10% de la deflexión máxima especificada para el tipo de poste correspondiente. De acuerdo con lo anterior, en la siguiente tabla se establecen límites para deflexión bajo carga y deformación permanente.

**Tabla 31.**

*Deformaciones bajo carga*

<b>Tipo de poste mxkg</b>	<b>Carga de trabajo kg</b>	<b>Deflexión bajo carga (mm)</b>
10x510	204	504
10x1050	420	504
12x510	204	612
12x750	300	612
12x1050	420	612
14x750	300	720
14x1050	420	720
14x1350	540	720

Fuente. Empresas MICODENSA Bogotá, Colombia

**Longitud de Enterramiento.** Para definir la longitud de empotramiento, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$H1 = 0,1 H + 0,60 \text{ (m)}$$

H1 = Longitud de empotramiento (m).

H = Longitud total del poste (m).

### **Ensayo de laboratorio y pruebas de carga**

**Método de pandeo.** El chequeo de deflexión se realiza por el método de cantiléver.

Durante la prueba el poste deberá mantenerse asegurado horizontalmente para prevenir el movimiento en el extremo inferior del poste y en los soportes en la línea de empotramiento. La línea de carga deberá asegurarse alrededor del poste, en el punto de aplicación de la fuerza a 12 pulgadas (30,48 cm) del extremo del poste. El punto de elevación en el malacate deberá ser colocado perpendicular al eje del poste encima del punto de carga en el poste. La línea del malacate deberá mantenerse perpendicular ( $\pm 5^\circ$ ) al eje original durante la prueba.

Un dispositivo para medir la carga (Dinamómetro, celda de carga o escala) cuya escala total no deberá exceder 5 veces el valor de la medida esperada, deberá ser colocado en serie con la línea del malacate. El dispositivo de medición deberá tener una precisión del 1 % del valor de la escala completa. La deflexión del poste deberá ser medida a una distancia cercana a 0,5 pulgadas (1,27 cm.) usando como base la posición de la punta del poste sin haberle ejercido ninguna carga. Las mediciones deberán ser perpendiculares ( $\pm 5^\circ$ ) al eje del poste sin cargar.

**Equipo.** Herramienta menor

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:3 especializada en esta tipo de actividad.

**Medida y pago.** La medida y pago de postes será por unidades completas ya colocadas, a los precios unitarios establecidos en el contrato e incluyen: el costo por instalación, tornillos y todos los demás elementos necesarios para su correcto funcionamiento, y los demás costos directos e indirectos. Sus dimensiones ya colocadas serán las determinadas en los planos (Codensa, 2011).

## **Cubierta**

### **Cercha metálica**

#### **Ítem: 7.2**

**Descripción.** Corresponde a los perfiles estructurales de lámina delgada utilizados para cerchas para cubiertas. Es importante revisar los espesores mínimos y sus equivalencias en calibres:

**Materiales.** El acero estructural debe encontrarse bajo la norma ASTM A570-grado 33 con valores de  $F_y = 23.2 \text{ Kg/mm}^2$   $F_u = 36.6 \text{ Kg/mm}^2$  y una elongación mínima de 20%, cumpliendo con los requisitos exigidos para materiales permitidos para este uso y contemplados en la NSR-10.

Vigas

Cerchas

Correas

Contravientos

Tirantillos

Pintura

Accesorios de instalación

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:3 especializada en esta tipo de actividad.

**Materiales.** Perfil galvanizado phr-c220x80

Anticorrosivo gris

Soldadura 6011x1/8

Esmalte sintético pintulux

Tinner

**Equipo.** Herramienta menor

Equipo de soldadura eléctrica

Andamio

**Medida y forma de pago.** Se medirá y pagará por metro lineal (ml) de canal en lámina debidamente instalada y aceptada por la interventoría previo cumplimiento de las especificaciones y de los requisitos mínimos de acabados.

La medida será el resultado de cálculos efectuados sobre los Planos Arquitectónicos. El precio unitario al que se pagará será el consignado en el contrato. El costo incluye:

Materiales descritos en el numeral 8.

Equipos descritos en el numeral 9.

Mano de obra.

Transporte dentro y fuera de la obra.

**No conformidad.** En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato (Sena regional Guajira, 2017).

## **Cubierta**

### **Suministro e instalación de cubierta en teja termoacústica**

#### **Ítem: 7.3**

**Descripción.** Este Ítem se refiere al suministro y colocación de la cubierta en teja termoacústica de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones del fabricante, en las medidas y dimensiones consignadas en los planos de construcción.

El contratista deberá tener especial cuidado en el corte de la teja en caso necesario, efectuándolo con sierra o segueta y aplicando posteriormente lija en el punto de corte.

También se deberá tener especial cuidado de no pisar las tejas ni de sumirlas o pandearlas.

**Materiales y equipos.** Se utilizará teja de zinc en las dimensiones consignadas en los planos, tornillos y tuercas de aluminio o galvanizadas y empaques de Neopreno.

Para el corte se emplearán tijeras y seguetas.

### **Condiciones para el recibo de los trabajos**

**Controles.** Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantara los siguientes controles principales:

Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Constructor.

Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.

Verificar que la colocación se efectúe de acuerdo con los planos, con esta especificación y con sus instrucciones.

Vigilar la regularidad del suministro del mortero durante el periodo de ejecución de los trabajos.

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:3 especializada en esta tipo de actividad.

**Materiales.** Gancho para teja a.c.

Teja thermo 82cmx3cm

Amarre alambre teja a.c.

**Equipo.** Herramienta menor

**Forma de pago.** El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, transportes, almacenamiento, desperdicios, limpieza, colocación y por toda mano de obra, materiales, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, con esta especificación y con las instrucciones del Interventor.

**Ítem de pago.** La medida se hará en metros cuadrados (M2) y será la resultante de medir el área útil instalada.

La forma de pago se hará de acuerdo a los precios unitarios establecidos en el contrato.

### **Cubierta**

#### **Correa metálica**

##### **Ítem: 7.4**

**Descripción.** La correa metálica se fabricará con varillas de hierro de 60000 psi. Los diseños serán revisados con el Interventor.

**Equipo.** Herramienta menor

Soldador eléctrico

**Materiales.** Varilla lisa 1/2''

Anticorrosivo rojo

Soldadura 3/32

Chipa lisa 3/8 9mm

Esmalte sintético pintulux

Tinner

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:4 especializada en esta tipo de actividad.

**Forma de pago.** La estructura se pagará por MI a satisfacción de la Interventoría, instalado de acuerdo al diseño estructural de cubierta. Dicho precio incluirá planos, suministro e instalación, transporte y montaje.

**Instalaciones hidrosanitarias****Tubería sanitaria pvc "4"****Ítem: 8.1**

**Descripción.** Se define como punto sanitario, toda salida de desagüe, y comprende desde el accesorio de descarga del aparato sanitario (sea en muro o piso), hasta la conexión con el tallo de descarga. En las redes descolgadas deberá considerarse los tapones de limpieza y accesorios

de conexión a redes de ventilación en función del diámetro correspondiente. Deberá utilizarse tubería y accesorios PVC sanitaria de marca con sello de calidad. Las uniones se harán con soldadura líquida previo tratamiento con limpiador removedor.

Toda tubería de desagüe, debe entregarse debidamente probada a la Interventoría, antes de rellenar o cubrir garantizando así su perfecta estanqueidad. Las pruebas deberán hacerse taponando cada uno de los ramales de descarga y llenando la tubería de agua para verificar el nivel de estanqueidad. Cuando se presenten fugas, deberán corregirse y repetir nuevamente la prueba hasta entregar a satisfacción. La tubería PVC sanitaria se probará durante 8 horas continuas y en lo posible con una columna de agua de 5.0 metros.

**Procedimiento de ejecución.** Consultar Planos Arquitectónicos y verificar localización  
Consultar Proyecto de redes Sanitarias.

Localizar en lugares señalados en planos, considerando la posición de desagües definida de acuerdo al tipo de aparato

Ubicar la tubería y presentarla sin soldar para autorización de la interventoría.

Proceder con la soldadura de tuberías y accesorios.

Verificar instalación y funcionamiento para aprobación

Realizar prueba de estanqueidad y reparaciones necesarias. Repetir la prueba si es necesario.

**Tolerancias de aceptación.** Sin fugas. Aceptable 1 % de desviación en posición de los desagües.

**Ensayos a realizar.** Prueba de estanqueidad, certificados de calidad de producto.

**Materiales.** Tubería y accesorios PVC Sanitaria del diámetro especificado Soldadura líquida y limpiador removedor. Platinas de anclaje y tornillos de fijación para tuberías descolgadas. Mortero de resane para conexión a cajas de inspección.

**Equipo.** Herramienta menor.

### **Referencias y otras especificaciones**

Norma Icontec NTC 1087 y NTC 1341.

**Medida y forma de pago.** La medida se hará por ML de puntos de desagüe sanitario instalados y recibidos satisfactoriamente por el interventor. En su pago deben considerarse todos los costos de materiales, mano de obra (con prestaciones sociales, aportes parafiscales), herramientas, equipos, pruebas y todos los demás costos directos e indirectos requeridos para su correcta ejecución y puesta en funcionamiento (Utp, 2017).

### **Instalaciones hidrosanitarias**

#### **Caja de inspección 40x40**

#### **Ítem: 8.2**

**Descripción.** Se refiere a la construcción de caja de inspección de alcantarillado y de conexión de la tubería a nivel de primer piso. Los muros, tapa y base, de esta caja se construirán en concreto de 2500 psi. La tapa será reforzada de 3000 psi según diseño aprobado por la interventoría, el cual debe considerar las cargas actuantes sobre la caja.

El refuerzo a colocar no será menor a N° 3 cada 15 cm. El concreto y el acero, que se empleen en la construcción de los elementos de las cajas de inspección deberán cumplir con las especificaciones para estos materiales. Se debe emplear ángulo de hierro de acuerdo a las dimensiones especificadas en el diseño para el borde de la tapa y para el aro de la misma. Las cajas de inspección se deberán construir de las dimensiones indicadas en los planos. Sobre el piso de las cajas se conformará una cañuela que orientará el agua en el sentido del flujo.

Tanto el piso como la cañuela serán en concreto de 2500 psi de resistencia y su acabado será liso terminado con llana. En ningún caso el piso o la cañuela deberán obstruir la sección de la tubería de entrada o salida de la caja. La tapa de la caja se apoyará completamente sobre las paredes de la caja, y deberá quedar completamente nivelada. Para permitir la inspección de las cajas, las tapas deberán estar provistas de manija en hierro (con protección anticorrosivo). Cuando lo apruebe la interventoría podrá utilizarse cajas prefabricadas

**Procedimiento de ejecución.** Consultar planos del proyecto Sanitario.

Localizar en lugares señalados en planos.

Verificar estado de las tuberías que se interconectan en la caja

Realizar proceso constructivo para el vaciado de la caja previa aprobación de la interventoría. La tapa deberá ser vaciada por fuera de su sitio final y una vez obtengan la resistencia especificada se colocarán en el sitio respectivo.

Retirar formaleta de muros a las 24 horas de vaciado y resanar con mortero las entradas y salidas de la tubería.

Instalar tapa en concreto reforzado.

Presentar para aprobación de la interventoría.

**Tolerancias de aceptación.** Las especificadas para concreto y acero

**Ensayos a realizar.** Resistencia del concreto

**Materiales.** Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

Acero de refuerzo 60000 psi

Mortero 1:2 para resane

Pintura anticorrosiva.

**Equipo.** Herramienta menor

Formaleta para caja y tapa

**Referencias y otras especificaciones.** Especificaciones técnicas de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado

**Medida y forma de pago.** La medida se hará por UNIDAD de cajas de inspección construidas y recibidas satisfactoriamente por el interventor. En su pago deben considerarse todos los costos de materiales para paredes, base y tapa, mano de obra (con prestaciones sociales, aportes parafiscales), herramientas, equipos y todos los demás costos directos e indirectos requeridos para su correcta ejecución y puesta en funcionamiento. Las cajas deben entregarse debidamente emboquilladas sin que esta actividad genere costo adicional para la entidad contratante (Utp, 2017).

## Instalaciones hidrosanitarias

### Rejilla metálica

#### Ítem: 8.3

**Descripción.** Este ítem se refiere a la instalación de rejilla piso indicadas en los planos para el correspondiente cubrimiento de desagües, incluye materiales, de acuerdo con los planos arquitectónicos, en las especificaciones particulares o por la interventoría.

**Ejecución.** Ubicar el lugar de trabajo.

Limpiar el desagüe para asegurarse que este quede libre y en buen funcionamiento.

Colocar sobre el tubo la rejilla para tomar el diámetro que esta ocupara.

En caso de que la rejilla pueda estar quedando sobre el revestimiento es necesario romper un poco para que esta entre y quede sobre el nivel del piso existente.

Limpiar el extremo tubo de desagüe y sosco de la rejilla.

Colocar sobre el sosco y parte inferior de la rejilla el cemento blanco.

Colocar la rejilla sobre el tubo de desagüe dándole un golpe suave para que esta pegue.

**Tolerancia para aceptación.** Evitar que la rejilla quede sobre el nivel del piso existente.

Cuidar y preservar del buen funcionamiento del desagüe.

No dañar el revestimiento existente en el piso.

**Equipo.** Herramienta menor

**Materiales.** Rejilla metálica

**Medida y forma de pago.** La unidad de medida de pago será por unidad (UN) de rejilla piso instalado, incluyendo materiales, recibidos a satisfacción por la interventoría. El pago se hará por precios unitarios ya establecidos en el contrato que incluyen herramienta, materiales, mano de obra, equipos y transporte necesario para su ejecución (Universidad distrital, 2017).

### **Instalaciones eléctricas**

#### **Ítem: 9 a 9.7**

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 1:2 especializada en esta tipo de actividad.

#### **Ítem de pago**

Acometida tubo emt 1", capacete conectores	(UND)
Tableros de 12 circuitos con totalizador trifásico	(UND)
Caja de inspección 60*60*60 eléctrica marco metálico	(UND)
Sistema puesta a tierra, incluye caja de 30 x30x30 marco metálico	(UND)
Alimentación 3#8 Ducto #1"	(ML)
Suministro e instalación poste para reflectores para cancha	(UND)
Suministro e instalación de lámpara reflectoras para cancha	(UND)

## **Retiro de escombros**

### **Retiro de material**

#### **Ítem: 11.1**

**Descripción.** El trabajo consiste en el cargue, transporte y disposición de los escombros provenientes de la demolición de las estructuras en concreto.

**Procedimiento de ejecución.** Cargue con maquina o manual de los escombros

Transporte desde el sitio de la demolición hasta los botaderos autorizados o sitios de disposición.

**Alcance.** Contempla el cargue, transporte desde el sitio de demolición hasta el botadero o sitio de disposición de los escombros resultantes de la actividad demolición de concreto en obras de arte existentes.

**Equipo.** Cargador y/o retro cargador

Volqueta

Herramienta menor

**Mano de obra.** Para la ejecución de este ítem se contará con una cuadrilla 0:2 especializada en esta tipo de actividad.

## Ítem de pago

Retiro de material

Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

(Fanade, 2012)

Después de realizar el análisis de precios unitarios y determinar el presupuesto general donde se incluyeron los costos directos e indirectos del proyecto, se desarrolló la programación de obra, la cual es de suma importancia para tener un control de las actividades que se realizan y los recursos a utilizar para su ejecución, como mano de obra, materiales, maquinaria y equipos, los cuales se deben incluir de manera adecuada para tener un correcto control.

La programación se efectuó por medio de Project utilizando como herramienta el diagrama de Gantt que permitió establecer el tiempo en que se desarrollara cada una de las actividades propuestas dentro del proyecto y los recursos necesarios para completar cada una de estas, a partir de una duración la cual fue determinada con la relación entre la cantidad total por actividad y el rendimiento por cuadrilla para la misma, logrando así conocer la ruta crítica y tener en cuenta que actividades se deben completar para que el proyecto finalice en el tiempo estipulado; cabe destacar que el costo total para la ejecución del proyecto determinado con el diagrama de Gantt hace referencia al costo directo de la obra, sin incluir los gastos administrativos e interventoría los cuales se encuentran especificados en el presupuesto general y flujo de fondos determinado con el análisis de precios unitarios.

A continuación se puede evidenciar el diagrama de Gantt que contiene la duración de las actividades estipuladas por fechas, con un tiempo de ejecución del proyecto de 76,14 días

equivalente a 3 meses calendario laboral y tres informes de la programación de obra efectuada, los cuales contienen flujo de caja, costos de los recursos y costo presupuestado es importante resaltar que el costo total del proyecto corresponde a \$157.006.475 equivalente al costo directo; para mayor entendimiento de la programación de obra realizada se recomienda revisar el apéndice adjunto (Programación en Project, al igual que el diagrama de gantt)

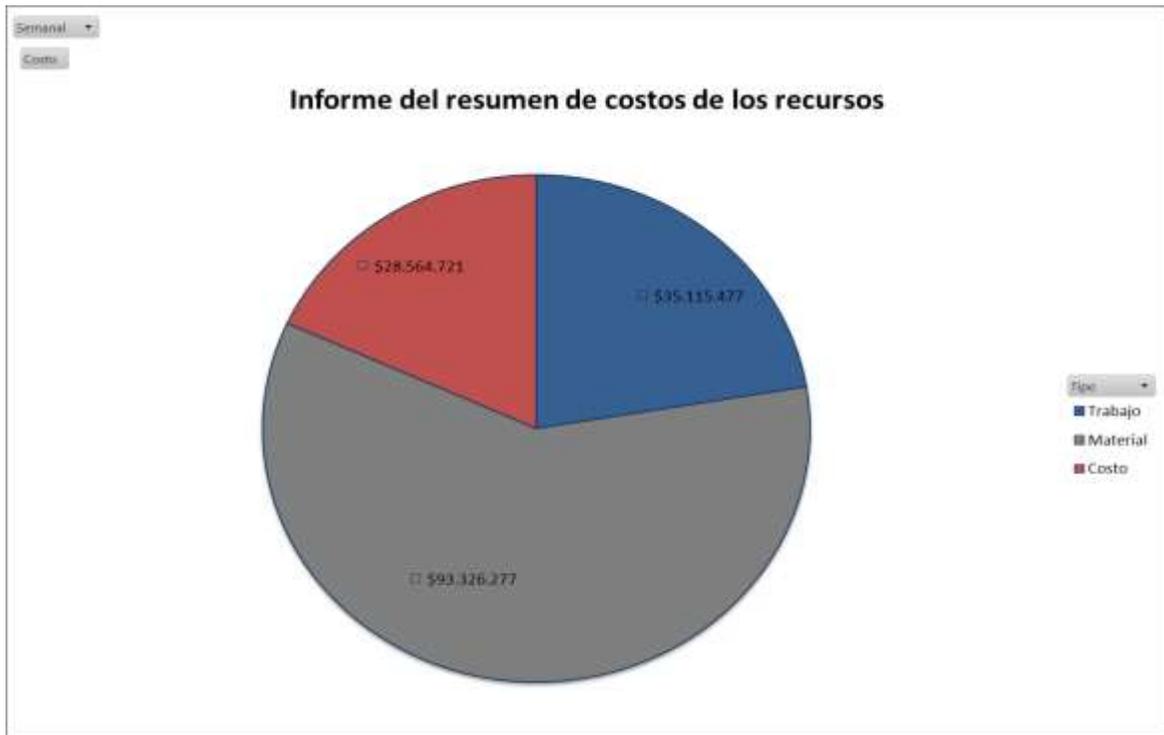


Figura 26. Informe del resumen de costos de los recursos

Fuente. Autores del proyecto

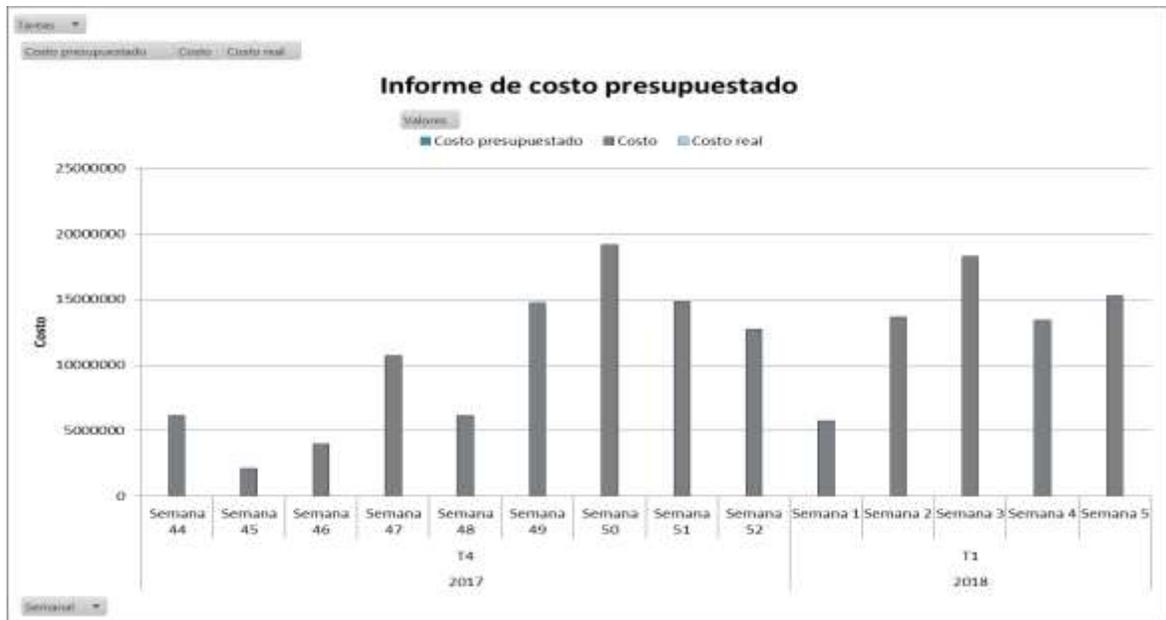


Figura 27. Informe de costos presupuesto

Fuente. Autores del proyecto

#### 4.4 Propuesta del plan de gestión integral de obra para evaluar los parámetros de calidad, SST e impactos ambientales.

A continuación se muestra el plan de gestión integral de obra, el cual ha sido realizado de acuerdo a los requerimientos de la legislación Nacional vigente y siguiendo los parámetros establecidos por el Departamento para la prosperidad social, con el que se busca el desarrollo del proyecto teniendo en cuenta los aspectos técnicos, ambientales, de seguridad y salud en el trabajo y calidad, mejorando los recursos de tal manera que la obra cumpla con los criterios estipulados cubriendo así las necesidades de la población y mejorando la calidad de vida de sus beneficiarios.

Dentro de este plan de gestión se incluyó el contenido del proyecto, portada, nombre del contrato, política, información general, recursos del proyecto, control operativo de calidad, peligros SST, control operativo SST, valoración de aspectos e impactos ambientales, control operativo ambiental, protocolo de inducción y capacitación, formato de asistencia, almacenamiento de materiales y notas ambientales. Se encontrara la respectiva normatividad concerniente al ambiente, seguridad y salud en el trabajo y calidad, estas normas son de estricto cumplimiento y son obligaciones de todo empleador en el sector de la construcción.

Para la realización del plan de gestión integral de obra fue necesario establecer la ubicación donde se desarrollara el proyecto y determinar la política de gestión integral, para lo cual se estableció una política académica con el fin de mostrar el compromiso que tiene el estudiante desde la academia con la comunidad a partir de la formulación de nuevos proyectos, para desarrollar el ítem de información general del proyecto se tuvo en cuenta los parámetros establecidos por el DPS en la identificación del tipo de proyecto, además se incluyó información referente a la localización geográfica, autoridad ambiental competente, proveedores de materiales pétreos, permisos ambientales necesarios para la ejecución del proyecto entre otros.

Dentro de los recursos del proyecto se incluyeron todos los requeridos para la ejecución del mismo, como recursos humano, equipos e insumos, para el control operativo de calidad se hizo una revisión de las características de calidad del proyecto como especificaciones técnicas, presupuesto de obra y planos identificando las actividades que requerían ser controladas y planificadas.

Para la valoración del peligro SST se llevó a cabo una revisión de las actividades que desarrollara el personal en obra durante cada etapa del proyecto identificando los peligros a los que encuentran expuestos, posteriormente se realizó una evaluación al riesgo al que se exponen y se valoró de acuerdo a su gravedad y probabilidad de ocurrencia logrando así planificar las medidas preventivas necesarias para eliminar o controlar los riesgos.

En el control operativo de seguridad y salud en el trabajo se hizo necesario identificar los requisitos legales que debe cumplir este proyecto, por lo tanto se observó la reglamentación nacional, regional y local para realizar la verificación pertinente. Para los aspectos e impactos ambientales se analizó el grado de severidad con el fin de prevenir tales impactos o en otros casos mitigarlos, teniendo en cuenta que probabilidad de ocurrencia se presenta, la cual se clasifica en baja, media y alta.

Para el desarrollo del protocolo de inducción y capacitación se elaboró un cronograma de capacitaciones al personal en los que se incluyó seguridad en el trabajo, uso de elementos de protección, plan de emergencia, medio ambiente, entre otros.

Con las herramientas encontradas dentro de este plan de gestión se pretende suministrar al ejecutor, interventor de este proyecto los requisitos desde los tres ejes fundamentales como calidad, seguridad y salud en el trabajo y ambiental aplicables a esta obra facilitando de esta manera cumplir con los estándares, respetando al medio ambiente y por su puesto cuidando de la integridad de los trabajadores (Ver apéndice adjunto, archivo en Excel).

## Capítulo 5. Conclusiones

Mediante el uso del equipo de topografía (teodolito) y utilizando el método de poligonal cerrada se logró obtener la información requerida para el cálculo de las coordenadas del terreno de estudio y su respectiva representación gráfica, se tomó como referencia una estación debido a que el terreno contaba con una superficie plana y los vértices asumidos eran visibles, lo que facilitó la consecución de los datos de campo, por otra parte la exploración del suelo efectuada mediante el ensayo de penetración estándar y los respectivos resultados de laboratorio arrojaron un perfil estratigráfico de Arena limosa color marrón claro de plasticidad nula, seguidamente se encontró una Arena limosa color marrón con presencia de gravas lo que nos define un estrato de alta capacidad portante como suelo de soporte.

El diseño del muro de mampostería confinada cumple con los parámetros exigidos por la norma sismo resistente 2010 con respecto al desplazamiento horizontal ( $\Delta t = 0.00015m < \Delta_{\text{máx}} = 0.004 \text{ m OK}$ ) en correlación con su carga y cortante sísmico, dando como resultado una estructura semirrígida generando un mejor comportamiento sísmico de la misma.

Después de realizar el presupuesto y la programación de obra se estableció que el proyecto tiene un costo total de \$ 215.017.720 incluidos los costos directos, indirectos e interventoría, los costos directos se estimaron a partir del análisis de precios unitarios teniendo en cuenta los rendimientos, costo de material y tarifa por equipo en el mercado actual del municipio de Pelaya, por otra parte para el cálculo de los costos indirectos se utilizó un porcentaje A.I.U del 30% que incluye administración, imprevistos y utilidad con porcentajes del 24%, 1% y 5%

respectivamente , también se determinó un costo de interventoría que corresponde al (7%) de la suma entre el costo directo e indirecto. Finalmente se efectuó el control de obra en Project utilizando como herramienta de programación el diagrama de Gantt para establecer la duración del proyecto, ruta crítica y su costo directo, el cual fue verificado con respecto al obtenido del análisis de precios unitarios.

Al desarrollar el plan de gestión integral de obra se tuvieron en cuenta tres aspectos fundamentales como lo son calidad, SST y ambientales, a partir de los cuales se espera reducir el peligro de la integridad física del personal que ejecutara la obra, teniendo una constante supervisión del mismo para evitar riesgos. De igual manera con la implementación del plan de gestión se tendrá un control de los aspectos e impactos ambientales que se pueden generar y de la calidad de los materiales que se utilizaran para la ejecución del proyecto.

## Capítulo 6. Recomendaciones

Es recomendable llevar a cabo la construcción de la estructura de cimentación preferiblemente en época de verano para evitar alteraciones y remoldeo del suelo debido a que este puede cambiar de un comportamiento semi sólido a líquido por las condiciones de su primer perfil estratigráfico que corresponde a una Arena limosa color marrón claro de plasticidad nula, lo cual se pudo establecer mediante los resultados de laboratorio.

El concreto a emplear debe ser mezclado en obra con las dosificaciones adecuadas que garanticen la resistencia a compresión ( $f^c=21\text{MPa}$ ) utilizada en los diseños y que cumpla con la NTC 550, para lo cual es necesario realizar pruebas de laboratorio por falla directa en probetas a los 7, 14 y 28 días, se debe contar con materiales de óptima calidad, brindar una protección al cemento contra humedad y utilizar agregados de buena resistencia, durabilidad y libres de material orgánico, los cuales deben presentar un diámetro máximo de partículas de 3/4" para columnas y 1-1/2" en zapatas, de igual manera se debe realizar la protección y curado a los elementos estructurales cubriéndolos con material sintético que evite la pérdida de humedad en el proceso de fraguado.

Antes de iniciar la etapa de ejecución del proyecto se recomienda realizar una verificación del valor de insumos y tarifas de equipos utilizados para estimación del costo total del mismo, debido a que el valor de los recursos estimado mediante el análisis de mercado, puede variar con el tiempo y será necesario un reajuste del costo total del proyecto y la programación de obra efectuada.

Se recomienda al contratista encargado de la ejecución de este proyecto observar, analizar y aplicar todos los requerimientos técnicos contenidos dentro del plan de gestión integral de obra, para cumplir con los parámetros de calidad que exigen los materiales y equipos empleados para la ejecución del proyecto, de igual forma se debe tener un adecuado control de las actividades que puedan generar un impacto negativo al medio ambiente y notificar todos los riesgos que puedan presentarse para el recurso humano durante la ejecución del proyecto, cumpliendo de esta manera con la normatividad legal vigente.

## Referencias

- Agudelo Matíasn, G. (2010). Analisis de situación de salud de fronteras. Cesar: Secretaría Departamental de Salud del Cesar.
- Arias Segura, I. L., & Murillo Ramirez, A. M. (2013). Fundacion cultura y deporte para la niñes. Obtenido de <http://Repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/4970/AriasIrma2013.pdf?sequence=4>
- Beltran Razura, A. (12 de Enero de 2012). Costos y presupuestos. Obtenido de <https://icittepic.wikispaces.com/file/view/COSTOS+Y+PRESUPUESTOS.pdf>.
- Bueno Campos, E. (2015). Análisis de las decisiones empresariales. . Pirámide, ed.
- Cadena Rivera, C. E. (2017). Asentamientos inmediatos. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/132535607/ASENTAMIENTOS-INMEDIATOS-O-ELASTICOS-docx>.
- Congreso de Colombia. (2011). La Ley 50 de 1983 . Bogotá: Ediciones norma.
- Congreso de Colombia. (2012). Ley 1356 de 2009. Bogotá.
- Cruz Ramos, T. A. (2015). Fundamentos de la topografía. Chilpancingo.
- Departamento de Desarrollo Económico e Infraestructuras. (2017). La seguridad industrial. Obtenido de <http://www.euskadi.eus/presentacion-seguridad-industrial/web01-a2indust/es/>.
- Departamento para la prosperidad social. (2016). Plan de Gestión Integral de Obra (PGIO). Bogotá: Todo por un nuevo país.
- Dossa. (2017). <http://dossa.com.mx/noticias/imprescindible-que-empresas-constructoras-realicen-estudio-de-suelo/>. Obtenido de Imprescindible que empresas constructoras realicen estudio de suelo.
- EcuRed. (2017). [https://www.ecured.cu/Diseño\\_estructural](https://www.ecured.cu/Diseño_estructural). Obtenido de Diseño estructural.
- El tiempo. (29 de Mayo de 2014). Deporte y modernidad: caso Colombia. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14053275>.
- Emprende pyme net. (2017). Presupuesto. Obtenido de <http://www.emprendepyme.net/que-es-un-presupuesto.html>.
- Fernandez, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. España.

- GeoEnciclopedia. (2017). Asentamientos humanos. Obtenido de <http://www.geoenciclopedia.com/asentamientos-humanos/>.
- Gestión de Calidad Total .com. (2017). Definición de calidad. Obtenido de [http://www.gestiondecalidadtotal.com/definiciones\\_de\\_calidad.html](http://www.gestiondecalidadtotal.com/definiciones_de_calidad.html).
- Gestion de recursos naturales. (2016). Impacto ambiental. Obtenido de <http://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>.
- La guía física 2000. (20 de Enero de 2012). Mecánica de Suelos – Asentamientos. Obtenido de <http://fisica.laguia2000.com/dinamica-clasica/mecanica-de-suelos-asentamientos>.
- Ministerio de ambiente, v. y. (2011). Decreto 926 de 2010. Bogotá.
- Ministerio del interior. (2014). Especificaciones técnicas para la construcción de polideportivos. Bogotá.
- Norma Técnica Colombiana NTC 4595. (2017). Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares. Bogotá.
- Pérez Acosta, E. (2016). Plan de desarrollo Municipal de Pelaya Cesar 2016-2019. Pelaya: Unidos hacemos más.
- República de Colombia. (2011). Ley 400 de 1997. Bogotá.
- República de Colombia. (2012). Constitución Política de Colombia. Bogotá: Edición cupido littio.
- Tamayo, M. (1999). La investigación. Bogotá.
- Total.com, G. d. (2017). Definición de calidad. Obtenido de [http://www.gestiondecalidadtotal.com/definiciones\\_de\\_calidad.html](http://www.gestiondecalidadtotal.com/definiciones_de_calidad.html).
- Unidad para la atención y reparación integral a las víctimas. (2012). Informe departamental hechos victimizantes. Cesar.
- Vanclay, F. (2015). Lineamientos para la evaluación y gestión de impactos sociales de proyectos. Groningen: Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos .
- Yepes Piqueras, V. (2016). Organización y planificación de obras. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.