

**CONTROL DE CALIDAD Y SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES
RELACIONADAS CON MOVIMIENTO DE TIERRA PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE TRES PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN**

PRESENTADO POR:

**GINA MARCELA GIRALDO HOYOS
ID: 000297988**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
FLORIDABLANCA
2020**

**CONTROL DE CALIDAD Y SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES
RELACIONADAS CON MOVIMIENTO DE TIERRA PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE TRES PLAFORMAS DE PERFORACIÓN**

**GINA MARCELA GIRALDO HOYOS
ID:000297988**

**DIRECTOR EMPRESARIAL:
MANUEL ANTONIO BARRERA DIAZ
Ingeniero Civil**

**DIRECTOR ACADÉMICO:
JULIAN ANDRE GALVIS FLOREZ
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
FLORIDABLANCA
2020**

Nota de aceptación:

Firma presidente del Jurado

Firma Jurado N°1

Firma Jurado N°2

Bucaramanga, diciembre de 2020

Agradecimiento

Hoy quiero expresar mi agradecimiento principalmente a Dios, por permitirme vivir esta experiencia, por darme fuerza para alcanzar mis sueños e iluminarme en cada momento de dificultad.

A mis padres, por brindarme su apoyo incondicional especialmente mi madre, quien siempre tenía palabras de aliento para motivarme.

También quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que creyeron en mí y me acompañaron en este proceso.

CONTENIDO

LISTA DE ILUSTRACIONES.....	7
LISTA DE FOTOGRAFIAS.....	8
LISTA DE TABLAS.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. OBJETIVO GENERAL	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. MARCO TEÓRICO	14
3.1. PLATAFORMA DE PERFORACIÓN.....	14
3.2. ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA	14
3.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	15
3.4. TIPOS DE MATERIALES GEOTÉCNICOS	15
3.5. CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	16
3.5.1. Sistema SUCS.....	16
3.5.2. Sistema AASHTO	18
3.6. Construcción de rellenos y terraplenes	18
4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	19
4.1. SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES	19
4.1.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES	19
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	19
TALA DE ÁRBOLES.....	20
OBRAS DE CONTROL DE SEDIMENTOS	20
DESCAPOTE.....	21
MURO EN TIERRA ARMADA	22
FILTRO.....	23
4.1.2. MOVIMIENTO DE TIERRA	23
EXCAVACIÓN	23

RELLENOS COMPENSANDO	24
ALCANTARILLA	24
4.1.3. SUBBASE.....	25
SUBBASE GRANULAR	25
4.2. CONTROL DE CALIDAD	26
4.2.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	26
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO.....	26
SUBBASE GRANULAR	27
4.2.2. CONTROL DE DENSIDADES.....	29
4.2.3. CALIDAD DE LOS MATERIALES	31
GEOTEXTIL.....	31
CONCRETO	31
4.3. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN	34
5. APORTE AL CONOCIMIENTO	36
5.1. Aportes de la empresa al estudiante	36
5.2. Aportes del estudiante.....	36
6. CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFIA	42

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama de actividades de movimiento de tierra	15
Ilustración 2. Carta de plasticidad	16
Ilustración 3. Sistema unificado de clasificación de suelos	17
Ilustración 4. Clasificación de suelos Sistema AASHTO	18
Ilustración 5. Trincho de madera.....	20
Ilustración 6. Esquema general de trinchos de saco suelo-cemento dividido por niveles	21
Ilustración 7. Proceso constructivo del muro en tierra armada.....	22
Ilustración 8. Perfil de filtro.	23
Ilustración 9. Alcantarilla.	25
Ilustración 10. Curva “S” Plataforma 5196.....	34
Ilustración 11. Curva “S” Plataforma 5002.....	34
Ilustración 12. Curva “S” Plataforma 5195.....	35
Ilustración 13. Plantilla seguimiento de actividades.	37
Ilustración 14. Plantilla curva “S”.....	38
Ilustración 15. Plantilla base – Presupuesto.....	39
Ilustración 16. Plantilla memoria de cálculo.	40

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Equipo topográfico realizando localización y replanteo.....	19
Fotografía 2. Tala de árboles.	20
Fotografía 3. Construcción de trinchos de madera.....	21
Fotografía 4. Descapote del área de construcción.	21
Fotografía 5. Construcción de filtro.	23
Fotografía 6. Excavaciones.	23
Fotografía 7. Rellenos compensados.	24
Fotografía 9. Construcción de la alcantarilla.	25
Fotografía 8. Subbase granular.....	25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ensayos de caracterización de suelo Plataforma 5196.....	26
Tabla 2. Ensayos de caracterización Plataforma 5002.	26
Tabla 3. Ensayos de caracterización Plataforma 5195	27
Tabla 4. Granulometría de Subbase Granular.....	27
Tabla 5. Ensayo de Dureza de Subbase Granular.	28
Tabla 6. Ensayo de Pérdida de solidez en sulfatos.....	28
Tabla 7. Ensayos de equivalente de arena y partículas delezables.	29
Tabla 8. Ensayo de CBR.....	29
Tabla 9. Control de densidades Plataforma 5196.	30
Tabla 10. Control de densidades Plataforma 5195.	30
Tabla 11. Control de densidades Plataforma 5002	30
Tabla 12. Ensayos para geotextil.	31
Tabla 13. Resumen ensayos del agregado grueso.....	32
Tabla 14. Resumen ensayos del agregado fino.	33
Tabla 15. Trazabilidad de concretos.	34

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: CONTROL DE CALIDAD Y SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON MOVIMIENTO DE TIERRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TRES PLATAFORMAS DE PERFORACIÓN

AUTOR(ES): Gina Marcela Giraldo Hoyos

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Julian Andre Galvis Florez

RESUMEN

El presente trabajo de grado está basado en una práctica empresarial que se desarrolló en la construcción de tres plataformas de perforación de pozos en la Cira Infantas, en el departamento de Santander. Este trabajo tiene como objetivo general realizar el apoyo técnico para el control de calidad y seguimiento de las actividades inherentes al movimiento de tierras durante la construcción de las plataformas, supervisando la ejecución de los ensayos realizados, analizando sus resultados, buscando alternativas de mejoramiento en caso de ser necesario y verificando el cumplimiento de los tiempos establecidos. En esta práctica el estudiante estará presente durante todo el proceso de construcción, detallando así, las actividades generales ejecutadas en la construcción de cualquier plataforma de perforación en tierra, desde la localización y replanteo realizada en la zona de construcción hasta el suministro e instalación de la subbase granular.

PALABRAS CLAVE:

Control de calidad, plataformas de perforación, seguimiento de actividades

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: QUALITY CONTROL AND MONITORING OF LAND MOVEMENT ACTIVITIES FOR THE CONSTRUCTION OF THREE DRILLING PLATFORMS

AUTHOR(S): Gina Marcela Giraldo Hoyos

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Julian Andre Galvis Florez

ABSTRACT

This degree work is based on a business practice that was developed in the construction of three well drilling platforms in the Cira Infantas, in the department of Santander. The general objective of this work is to provide technical support for quality control and monitoring of the activities inherent to the movement of land during the construction of the platforms, supervising the execution of the tests performed, analyzing their results, seeking improvement alternatives if necessary and verifying compliance with the established times. In this practice, the student will be present during the whole construction process, detailing the general activities executed in the construction of any drilling platform on land, from the location and staking out performed in the construction area to the supply and installation of the granular sub-base.

KEYWORDS:

Quality control, drilling platforms, monitoring of activities

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia existen yacimientos de petróleo que se encuentran en diferentes zonas que no cuentan con el área despejada necesaria para el transporte e implementación de los equipos esenciales para su extracción, por esto, es necesario la adecuación o construcción de plataformas.

La construcción de las plataformas se basa principalmente en el movimiento de tierras que se desarrolla realizando la excavación y relleno hasta llegar a la cota de diseño, la cual se inicia con la localización y replanteo del área de la construcción terminando con una capa de subbase granular.

El presente trabajo de grado tiene como objetivo principal apoyar en el control de calidad y seguimiento de las actividades realizadas en la construcción de tres plataformas de perforación ubicadas en la Cira Infantas en el departamento de Santander, enfocado en la revisión de la calidad de los materiales empleados, el cumplimiento de los tiempos establecidos y la verificación del cálculo de densidades durante toda la ejecución del proyecto.

Asimismo, en el documento se realiza una breve descripción de las actividades ejecutadas en cada etapa de la construcción.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el apoyo técnico para el control de calidad y seguimiento de las actividades inherentes al movimiento de tierras para la construcción de tres plataformas de perforación en la Cira Infantas, corregimiento el centro, Santander.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Supervisar la realización de los ensayos del suelo necesarios para garantizar su adecuada clasificación y caracterización.
- Analizar los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre el suelo y buscar alternativas de mejoramiento en caso de ser necesario.
- Inspeccionar y cuantificar las actividades que se encuentran pendientes por realizar para el cálculo del avance de obra.
- Realizar el seguimiento de la ejecución de las actividades para controlar la calidad del material y los procesos empleados.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. PLATAFORMA DE PERFORACIÓN

Una plataforma de perforación es una estructura de tierra construida con la finalidad de soportar sin deformaciones, las cargas desarrolladas por los equipos de perforación de pozos petroleros, y sus instalaciones complementarias. La plataforma puede estar localizada totalmente en una zona de corte o en una de relleno, o parcialmente en corte o relleno, motivo por el cual el terreno de fundación o subrasante puede ser un suelo natural o un material de relleno. Cabe precisar que esta estructura tiene un carácter muy particular, debido a su corto período de vida útil. Es decir que se construye única y exclusivamente para los equipos utilizados en el proceso de perforación de un pozo petrolero en tierra. Es para este proceso que se diseña y construye la plataforma, ya que durante el mismo soporta las máximas solicitaciones. Una vez perforado el pozo la plataforma queda y se usa para la actividad extractiva o de explotación, pero ya no soporta mayor carga que las de los vehículos que transitan con este fin.

3.2. ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA

La estructura de una plataforma está constituida por:

- **SUBRASANTE:** Es el terreno de fundación propiamente. Está conformada por el suelo que subyace al nivel donde se compensan los cortes con los rellenos.
- **BASE:** Es la capa de material que se coloca sobre la subrasante. Dicha capa tiene un espesor variable entre 0.15m. y 1.20m., siendo dicho espesor (unción del tipo de suelo que conforma la subrasante. Así, si el tipo de suelo que constituye la subrasante tiene capacidad de soporte, el material de base cumple con la función de capa de rodadura solamente. Sin embargo, cuando la subrasante no tiene capacidad de soporte, por ejemplo, un suelo constituido por arenas sueltas, el material de base tiene función estructural.
- **UBICACIÓN** La ubicación de una plataforma de perforación está en función de la localización del reservorio de petróleo en el subsuelo, el mismo que se determina mediante estudios geológicos. El punto de perforación, o centro de pozo viene a ser el punto donde la vertical trazada desde el reservorio en el subsuelo, interseca la superficie terrestre. A partir de este punto de trazan los límites de la plataforma. Como se puede deducir, la localización de una plataforma está estrechamente relacionada con la ubicación del reservorio

en el subsuelo, motivo por el cual no es posible escoger el área o zona para su construcción. Este hecho implica que el relieve de la zona donde se construirá la plataforma puede variar desde uno suave y plano hasta otro totalmente accidentado. Sin embargo, cuando en una localización el movimiento de tierras representa un costo muy alto, es posible variar ligeramente las coordenadas del centro del pozo. Definida, mediante coordenadas, la localización de un pozo en el plano se procede a materializar su ubicación en el terreno. A partir de este punto se estacan los vértices de la plataforma de acuerdo a las dimensiones y orientación establecidas en plano.

3.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se denomina movimiento de tierras al conjunto de operaciones que se realiza con los terrenos naturales a fin de modificar las formas de la naturaleza o de aportar materiales útiles a las obras viales, de minería o de la industria. El movimiento de tierras incluye las siguientes actividades:



Ilustración 1. Diagrama de actividades de movimiento de tierra

Fuente: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2441/MAS_ICIV-L_029.pdf?sequence=1&isAllowed=y

3.4. TIPOS DE MATERIALES GEOTÉCNICOS

Los siguientes límites de tamaño representan los establecidos por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM): 2.

- Grava: está compuesta de partículas redondeadas o semiredondeadas de roca, que pasarán un tamiz de 3 pulgadas y serán retenidas en otro de 2.0 mm (tamiz No 10). Los tamaños mayores a 10 pulgadas se llaman comúnmente rocas.
- Arena: es roca desintegrada con partículas que varían en tamaño desde el límite inferior de grava (2.0 mm) hasta 0.074 mm (tamiz No. 200). Se clasifican como arena

gruesa o fina, dependiendo del tamaño de grano. La arena es un material granular no cohesivo y sus partículas tienen una forma abultada.

- Limo: es un material más fino que la arena y por lo tanto sus partículas son menores de 0.074 mm, pero mayores de 0.005 mm. Es un material no cohesivo y tiene poca o ninguna resistencia. Los limos se compactan muy mal.
- Arcilla: es un material cohesivo cuyas partículas son inferiores a 0.005 mm. La cohesión entre las partículas le da alta resistencia cuando se seca al aire. Las arcillas pueden ser objeto de cambios considerables en el volumen, cuando ocurren variaciones en el contenido de humedad, exhiben plasticidad dentro de un rango de "contenidos de agua." y tienen forma de láminas delgadas, de ahí el uso del término laminar.
- Materia orgánica: es vegetación parcialmente descompuesta. Tiene una estructura esponjosa, inestable, que continuará descomponiéndose y es químicamente reactiva. Si se encontrara presente en el suelo que se utiliza para la construcción, la materia orgánica deberá ser eliminada y reemplazada con un suelo más adecuado.

3.5. CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Es necesario considerar, en la clasificación, la plasticidad de los suelos, pues ésta nos da a conocer las principales características al suelo. Existen dos sistemas de clasificación comúnmente usados y ambos consideran tanto la granulometría como la plasticidad.

3.5.1. Sistema SUCS

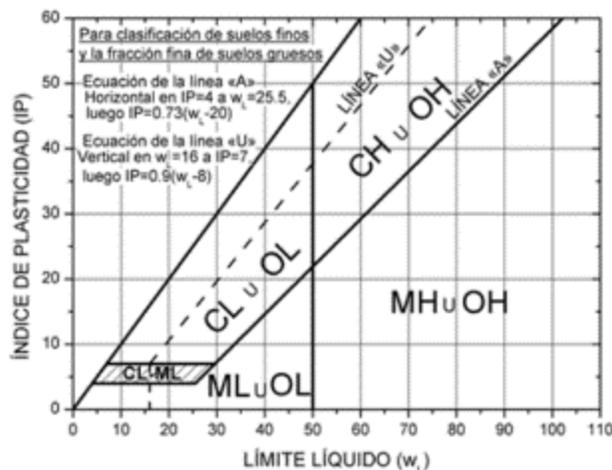


Ilustración 2. Carta de plasticidad

Fuente: [<https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/carta-de-plasticidad-de-casagrande/>]

Divisiones primarias		Grupo símbolo	Nombres típicos	
Suelos granulares - gruesos más de 50% retenido en el tamiz N° 200	Gravas 50% o más de la fracción gruesa retenida en el tamiz N° 4	Gravas limpias	GW	Gravas bien graduadas y mezcla grava - arena, con poco fino o sin finos
		Gravas con finos	GP	Gravas pobremente graduadas y mezcla grava - arena, con poco fino o sin finos
			GM	Gravas limosas, mezcla grava - arena - limo
			GC	Gravas arcillosas, mezcla grava - arena - arcilla
		Arenas Más del 50% de la fracción gruesa pasa el tamiz N° 4	Arenas limpias	SW
	Arenas con finos		SP	Arenas pobremente graduadas y arenas gravosas con poco fino o sin finos
			SM	Arenas limosas, mezcla arena - arcilla
			SC	Arenas arcillosas, mezcla arena - limos
	Suelos granulares - finos 50% o más pasan el tamiz N° 200		Limos y Arcillas Limite líquido 50% o menos	ML
		CL		Arcillas inorgánicas de baja a mediana plasticidad, arcillas gravosas, arenosas o limosas, láminas de arcillas
OL		Limites orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad		
Limos y arcillas Limite líquido mayor que 50%		MH	Limos inorgánicos, arenas o limos finos micáceos o diatomáceos, limos elásticos.	
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.	
		OH	Arcillas orgánicas de mediana a alta plasticidad	
Suelos altamente orgánicos	PT	Turba, estiércol y otros suelos orgánicos altamente orgánicos		

Clasificación en base al porcentaje de finos	
GW, GP, SW, SP GM, GC, SM, SC Clasificación dudosa requiere doble simbología	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \text{ Mayor que } 4$ $C_z = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3
	No cumple ninguno de los criterios para GW
	Limites de <i>Atterberg</i> bajo la línea "A" o índice de plasticidad menor que 4 Limites de <i>Atterberg</i> sobre la línea "A" y el índice de plasticidad mayor que 7
	Limites de <i>Atterberg</i> dibujados en el área sombreada son de clasificación dudosa, requieren uso de doble simbología
Menos del 5% pasa el tamiz N° 200 Mas del 12% pasa el tamiz N° 200 5% a 12% pasa el tamiz N° 200	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \text{ Mayor que } 8$ $C_z = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Entre 1 y 3
	No cumple ninguno de los criterios para SW
	Limites de <i>Atterberg</i> bajo la línea "A" o índice de plasticidad menor que 4 Limites de <i>Atterberg</i> sobre la línea "A" y el índice de plasticidad mayor que 7
	Limites de <i>Atterberg</i> dibujados en el área sombreada son de clasificación dudosa, requieren uso de doble simbología

Ilustración 3. Sistema unificado de clasificación de suelos
Fuente: [Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Braja M. Das (2001)]

3.5.2. Sistema AASHTO

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% O MENOS DEL TOTAL PASA EL TAMIZ N° 200)						MATERIALES LIMO – ARCILLOSOS (MÁS DEL 35% DEL TOTAL PASA EL TAMIZ N°200)			
	A-1	A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de grupo	A-1-a A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Porcentaje de material que pasa el tamiz										
N° 10	50 máx.									
N° 40	30 máx. 50máx.	51 mín.								
N° 200	15 máx. 25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción que pasa el tamiz N° 40										
L Líquido LL			40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
I Plasticidad IP	6 máx.	NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipo usual de material significativo constituyente	Fragmento de piedra arena gruesa	Fineza	Grava y arena arcillosa color plata				Suelo color plata		Suelo arcilloso	
Tasa general	Bueno, excelente						Pobre, justo			

Ilustración 4. Clasificación de suelos Sistema AASHTO

Fuente: [Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Braja M. Das (2001).]

3.6. Construcción de rellenos y terraplenes

El material obtenido en la excavación puede ser: llevado a botadero, destinado a relleno o usado en terraplén. Es por ello que, para seleccionar la maquinaria más adecuada para la construcción de relleno o terraplén, se deberá considerar aspectos de tipos de materiales a ser excavados y luego transportarlos hasta el lugar destinado para la conformación del terraplén o relleno.

Por lo general, las maquinarias usadas para la construcción de rellenos o terraplenes son: unidades de transporte, motoniveladora, rodillos, compactadoras u otro sistema de compactación y camiones aljibe, donde todas sus características serán elegidas según lo descrito en el párrafo anterior.

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Dentro del desarrollo de la práctica se efectuaron diferentes acciones, de las cuales se tiene: el seguimiento de las actividades ejecutadas en la construcción de tres plataformas (Plataforma 5196, Plataforma 5002, Plataforma 5195) ubicadas en la vereda campo 5, corregimiento el centro, Santander, el control de calidad de los materiales empleados durante las diferentes etapas del proyecto y la verificación del cumplimiento de la programación proyectada.

4.1. SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES

Para el seguimiento de las actividades se dividió el proyecto en tres grandes etapas que condensan las actividades relevantes en cada una de ellas, describiendo el proceso constructivo de una plataforma de perforación y de sus disposiciones (Vía de acceso y dos espacios destinados para las facilidades eléctricas y mecánicas respectivamente y una alcantarilla en concreto reforzado)

4.1.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES

LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

Localización y replanteo se refiere a la ubicación y marcación en el terreno de los límites y puntos principales señalados en el plano del proyecto verificando las longitudes reales del terreno con respecto a las medidas del plano, para esto se realizó un levantamiento topográfico con el fin de demarcar el área total donde se proyectó la plataforma y su respectiva vía de acceso.



Fotografía 1. Equipo topográfico realizando localización y replanteo. Fuente: [Propia.]

TALA DE ÁRBOLES

Para la ejecución de esta actividad se tomó como referencia el inventario forestal realizado en la zona de la construcción, pudiendo así marcar los árboles que debían talarse.

Para el cobro de esta actividad los árboles se clasificaron en dos grandes grupos: árboles con circunferencia del tronco entre 30cm y 50cm y árboles con circunferencia mayor a 50cm.



Fotografía 2. Tala de árboles. Fuente: [Propia.]

OBRAS DE CONTROL DE SEDIMENTOS

Durante la construcción de la plataforma y después de ésta, el deslizamiento de material o escombros a la zona natural alrededor de la construcción es común, por esto, se implementaron obras de control de sedimentos en las zonas de mayor probabilidad de que ocurriera. Las obras de control realizadas en el proyecto son: Trinchos de madera y los trinchos de saco suelo cemento.

Trinchos de madera

Los trinchos de madera empleados para el control de sedimentos tienen una altura libre de 0,6 m y fueron recubiertos con un geotextil no tejido T1600 en diferentes zonas de la plataforma y su distribución depende de la necesidad requerida en cada plataforma.

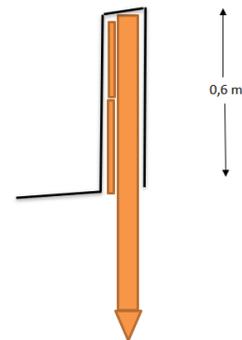


Ilustración 5. Trincho de madera.



Fotografía 3. Construcción de trinchos de madera. Fuente: [Propia.]

Trinchos de saco suelo cemento

Para la construcción de los trinchos de saco suelo cemento fue necesario colocar un geotextil como filtro para evitar la erosión del suelo. El trincho tiene 4 niveles de dos capas cada uno de 50 cm de altura.

Los sacos empleados serán de fique, dosificados con mezcla de suelo-cemento en proporción 6:1 y agua de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría.

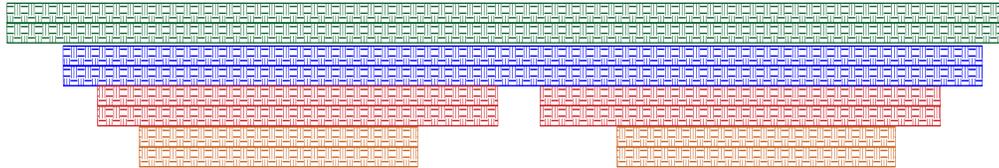


Ilustración 6. Esquema general de trinchos de saco suelo-cemento dividido por niveles. Fuente: [Propia.]

DESCAPOTE

Esta actividad consiste en la limpieza del terreno removiendo la capa vegetal existente y suelos que contengan materia orgánica o cualquier material no apto para la construcción de la plataforma.

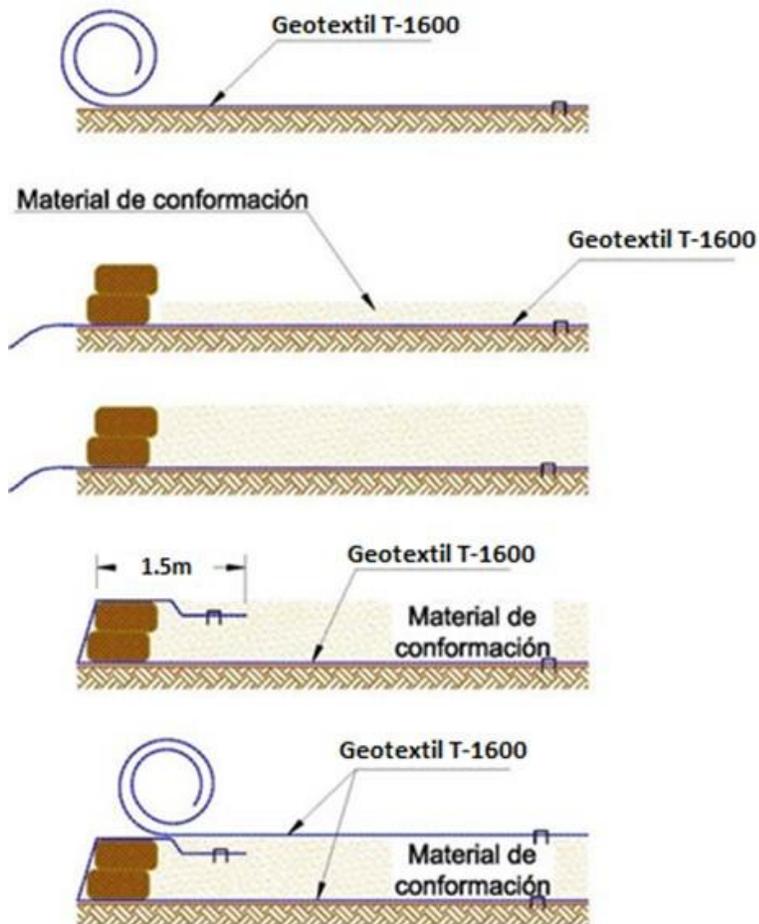


Fotografía 4. Descapote del área de construcción. Fuente: [Propia.]

MURO EN TIERRA ARMADA

El muro está construido con cuatro niveles que constan de dos capas de 50cm de alto cada uno; cada capa está constituida de sacos rellenos con suelo - cemento que al alcanzar la altura adecuada son cubiertos con un geotextil tejido T1600, cuya función es interactuar con el suelo para conformar un bloque auto soportado que sirva para contener el material y estructuras ubicadas en la parte anterior.

En el extremo de cada franja se recomendó la colocación de grapas metálicas en forma de U de 10x10x10 cm hechas con varilla de acero de $\square 3/8'' @ 1.50$ m, con el fin de ajustar el geotextil tejido al suelo y poderlo tensionar hacia el frente del muro.



1. Desenrolle el geotextil tejido T-1600, córtelo y extiéndalo de modo que tenga la longitud de anclaje especificada, cubra el frente de la capa y deje un tramo sobrante de 1.50 m para realizar el cierre de capa.

2. Coloque la capa de material de conformación. Compacte y verifique la densidad.

3. Perfíle la cara de la capa compactada de acuerdo con la pendiente requerida.

4. Coloque la cola de geotextil tejido sobre el material compactado conformando el cierre de capa. Instale grapas metálicas o ganchos en forma de "U" clavados en el suelo.

5. Repita los pasos 1 a 4 para cada una de las capas siguientes hasta completar la altura.

Ilustración 7. Proceso constructivo del muro en tierra armada. Fuente: [Propia.]

FILTRO

El filtro construido consiste en una zanja rellena de material drenante, en el fondo de la cual se instaló una tubería de 4" ranurada y perforada, cubierta con un geotextil no tejido de 38 metros de longitud, que permite drenar el agua que llega a esa zona de la plataforma.



Ilustración 8. Perfil de filtro

Fotografía 5. Construcción de filtro.

Fuente: [Propia.]

4.1.2. MOVIMIENTO DE TIERRA

EXCAVACIÓN

Esta actividad comprende la ejecución de toda clase de excavaciones necesarias para la construcción de las plataformas desde cortes, mejoramiento de bajos hasta para cimentación de muros, canales, cunetas entre otras obras complementarias guiadas por los alineamientos y cotas establecidas en los planos. Éstas se podrán realizar por métodos manuales o mecánicos de acuerdo con las normas pertinentes o a las indicaciones de la interventoría.



Fotografía 6. Excavaciones. Fuente: [Propia.]

RELLENOS COMPENSANDO

Consiste en la nivelación y compactación del terreno. Los rellenos pueden ser construidos de materiales provenientes de las excavaciones y cortes o de préstamos, pero el material a utilizar debe ser aprobado por la interventoría. El material utilizado para los rellenos fue el material proveniente de los cortes que reunía las calidades exigidas.



Fotografía 7. Rellenos compensados. Fuente: [Propia.]

ALCANTARILLA

Para la plataforma 5196 se construyó una alcantarilla en concreto reforzado de 36" de diámetro interior y con una longitud de 13m mientras que para las alcantarillas de las plataformas 5002 y 5195 se instalaron dos tuberías en PVC con un diámetro interior de 36" y una longitud de 12m.

A las alcantarillas se le implementaron dos cabezotes, dos soleras y cuatro muros en concreto.



Ilustración 9. Alcantarilla. Fuente: [Propia.]



Fotografía 8. Construcción de la alcantarilla. Fuente: [Propia.]

4.1.3. SUBBASE

SUBBASE GRANULAR

La subbase granular es un material compuesto principalmente de grava triturada, colocada sobre la subrasante, de acuerdo con las cotas especificadas en los planos u ordenadas por la interventoría.

La subbase granular SBG38 se emplea como última capa en la plataforma y en las facilidades tanto mecánicas como eléctricas con un espesor de 30 cm.

Para la colocación y compactación, la subbase granular se extendió en una sola capa hasta alcanzar el espesor diseñado (30 cm) y la compactación mínima será del 100% de la densidad máxima.



Fotografía 9. Subbase granular. Fuente: [Propia.]

4.2. CONTROL DE CALIDAD

4.2.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

La clasificación y caracterización de los suelos es posible gracias a los procedimientos que se les realizan en los diferentes ensayos de laboratorio. Para la correcta ejecución de los éstos y el análisis de los resultados obtenidos es necesario tener en cuenta las normas estándar existentes.

La precisión en los resultados de los ensayos de laboratorio depende de varios factores que requieren de control, como lo son el seguimiento estricto de los pasos recomendados por las normas, la calidad y buen estado de los equipos que se utilicen en el proceso, además de contar con personal con suficiente conocimiento sobre tema y adecuados procedimientos de extracción y manejo de las muestras.

PLATAFORMA 5196		
GRANULOMETRIA	% GRAVA	0,12
	% ARENA	11,34
	% FINOS	88,54
LIMITES DE ATTERBERG	LIMITE LIQUIDO (%)	41,3
	LIMITE PLASTICO (%)	24,9
	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	16,4
PROCTOR MODIFICADO	PESO UNITARIO MÁXIMO (gr/cm ³)	1,86
	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	16,4
HUMEDAD NATURAL	(%)	20,2

Tabla 1. Ensayos de caracterización de suelo Plataforma 5196.

PLATAFORMA 5002		
GRANULOMETRIA	% GRAVA	6,14
	% ARENA	33,63
	% FINOS	60,23
LIMITES DE ATTERBERG	LIMITE LIQUIDO (%)	38,38
	LIMITE PLASTICO (%)	24,06
	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	14,29
PROCTOR MODIFICADO	PESO UNITARIO MÁXIMO (gr/cm ³)	1,88
	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	14,6
HUMEDAD NATURAL	(%)	20,2

Tabla 2. Ensayos de caracterización Plataforma 5002. Fuente: [Propia.]

PLATAFORMA 5195		
GRANULOMETRIA	% GRAVA	0,35
	% ARENA	26,79
	% FINOS	72,86
LIMITES DE ATTERBERG	LIMITE LIQUIDO (%)	41,43
	LIMITE PLASTICO (%)	24,51
	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	16,92
PROCTOR MODIFICADO	PESO UNITARIO MÁXIMO (gr/cm ³)	1,86
	HUMEDAD ÓPTIMA (%)	15,95
HUMEDAD NATURAL	(%)	21

Tabla 3. Ensayos de caracterización Plataforma 5195. Fuente: [Propia.]

En la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de los ensayos realizados al suelo de la Plataforma 5196, Plataforma 5002 y Plataforma 5195 respectivamente, permitiendo la clasificación del suelo elaborada por el método de SUCS, dando como resultado para la plataforma 5196 una arcilla limosa y para las plataformas 5002 y 5195 una arcilla arenosa.

SUBBASE GRANULAR

La subbase granular empleada para la plataforma debe contar con características que cumplan con los requisitos especificados en la norma, por esta razón se realizaron los siguientes ensayos para su verificación.

Granulometría

El material de la subbase deberá cumplir con la granulometría determinada según la norma de ensayo INV E-213.

SUBBASE GRANULAR				
TAMIZ	TAMIZ (mm)	% PASA(NORMA)		% PASA
2"	50,8	100	100	100
1 1/2"	35,75	70	95	90,82
1"	25	60	90	83,66
1/2"	12,5	45	75	65,35
3/8"	9,5	40	70	59,52
No 4	4,76	25	55	43,01
No 10	2,36	15	40	28,74
No 40	0,425	6	25	16,91
No 200	0,075	2	16	6,31

Tabla 4. Granulometría de Subbase Granular. Fuente: [Propia.]

SUCS: GP Grava pobremente graduada con poca presencia de finos.

En la tabla se muestran los valores de la granulometría permitida por la norma y los valores obtenidos de la granulometría realizada a la subbase granular, de la cual se evidencia que la subbase aplicada está dentro del rango permitido.

Dureza

Uno de los requisitos de los agregados de la subbase granular es la dureza de los agregados y para su comprobación se realizaron los siguientes ensayos: Desgaste de los ángeles y el Micro Deval.

ENSAYO		Norma de ensayo	
DUREZA			
Desgaste Los Ángeles	En seco, 500 revoluciones	INV E-218-07	22,90%
Micro Deval	Agregado grueso	INV E-238-07	20,60%

Tabla 5. Ensayo de Dureza de Subbase Granular. Fuente: [Propia.]

En la tabla 5 se muestran los valores obtenidos de los ensayos de desgaste realizados a los agregados de la subbase, que comparados con los valores máximos exigidos por la norma (Desgaste Maquina de Los Ángeles % máx.= 40 y Desgaste Micro Deval %máx.= 30) cumplen con la dureza necesaria para su uso.

Durabilidad

La durabilidad de los agregados de la subbase se mide determinando la resistencia a la desintegración por la acción de soluciones saturadas de sulfato de sodio o de magnesio permitiendo hacer un estimativo preliminar de la sanidad de los agregados.

ENSAYO		Norma de ensayo	
DURABILIDAD			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos	Sulfato de Magnesio	INV E-220-07	11,22
	Sulfato de Sodio	INV E-220-07	6,66

Tabla 6. Ensayo de Pérdida de solidez en sulfatos. Fuente: [Propia.]

De los resultados podemos concluir que los valores obtenidos del ensayo al ser comparados con los valores de porcentaje de pérdidas admisibles resultantes de aplicar este método son aceptables ya que ambos se encuentran por debajo del máximo de pérdidas (Sulfato de Magnesio: 18% y Sulfato de Sodio:12%).

ENSAYO	Norma de ensayo	
LIMPIEZA		
Equivalente de Arena	INV E-133-07	42,6
Terrones de arcilla y partículas deleznales	INV E-211-07	1,09

Tabla 7. Ensayos de equivalente de arena y partículas deleznales. Fuente: [Propia.]

Para los ensayos de equivalencia de arena el valor mínimo permitido por la norma es de 20% y siendo el valor obtenido en el ensayo realizado mayor a este valor (42,6%) podemos asegurar que el agregado cumple. La tabla también nos muestra que el porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznales en los agregados es admisible ya que está por debajo del porcentaje máximo estipulado por la norma (2%).

CBR

El California Bearing Ratio también conocido como CBR es el ensayo de laboratorio mediante el cual bajo condiciones de humedad y densidad controlada se puede medir la resistencia al corte de un suelo en el estado en que este se encuentre en ese momento. Del ensayo realizado podemos concluir que la subbase está muy por encima del valor mínimo requerido, lo que nos indica que su capacidad de soporte es excelente.

ENSAYO	Norma de ensayo	
CAPACIDAD DE SOPORTE		
Referido al 95 % de la densidad seca máxima, según el ensayo INV E-142 -07 (AASHTO T 180), método D	INV E-148-07	80,3

Tabla 8. Ensayo de CBR. Fuente: [Propia.]

4.2.2. CONTROL DE DENSIDADES

Este control se realizó gracias a la prueba de densidad y peso unitario al suelo mediante el método de cono de arena I.N.V.E – 161 -13, para determinar si la compactación del terreno es igual o mayor a la especificada.

Durante la ejecución de la construcción de las plataformas se establecieron 2 controles de densidades, densidad en la subrasante (densidades en la plataforma y en las vías de acceso) y densidad en la subbase granular.

Para cada control se realizaron un número mínimo de muestras en diferentes capas.

Los ensayos de densidades en la subrasante para el área de la plataforma se realizaron en capas de entre 30-50cm, mientras que en el área de las vías de

acceso se realizaron dos ensayos por cada eje de la vía (eje izquierdo, eje central y eje derecho)

Los ensayos de densidades en la subbase granular se realizaron en una única capa de 30cm de espesor.

PLATAFORMA 5196																	
SUBRASANTE																	
Densidad seca en sitio	1,779	1,787	1,805	1,826	1,811	1,819	1,882	1,89	1,853	1,824	1,778	1,861	1,95	1,924	1,861	1,84	1,776
Peso unitario máx seco sitio	17,45	17,52	17,7	17,91	17,76	17,84	18,46	18,54	18,17	17,89	17,43	18,26	19,12	18,87	18,25	18,04	17,41
Peso unitario máx seco lab	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24
Compactación del terreno	95,7	96,1	97	98,2	97,4	97,8	101,2	101,6	99,6	98,1	95,6	100,1	104,8	103,4	100,1	98,9	95,5
Densidad seca en sitio	2,006	1,984	1,825	1,844	1,837	1,888	1,91	2,019	2,004	1,941	1,908	2,075	2,031	1,919	1,767	1,792	1,927
Peso unitario máx seco sitio	19,67	19,46	17,9	18,08	18,02	18,52	18,73	19,8	19,65	19,04	18,71	20,35	19,92	18,82	17,33	17,58	18,9
Peso unitario máx seco lab	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24	18,24
Compactación del terreno	107,9	106,7	98,1	99,1	98,8	101,5	102,7	108,5	107,7	104,4	102,6	111,6	109,2	103,2	95	96,4	103,6
SUBBASE GRANULAR																	
Densidad seca en sitio	2,599	2,419	2,431	2,465	2,389	2,465	2,382	2,672	2,453	2,424	2,293	2,407	2,481	2,55			
Peso unitario máx seco sitio	25,49	23,72	23,84	24,17	23,43	24,18	23,36	26,21	24,06	23,77	22,49	23,6	24,33	25,01			
Peso unitario máx seco lab	22,94	22,67	22,26	22,79	22,56	22,29	22,56	22,75	22,67	22,56	22,98	22,67	23,14	22,56			
Compactación del terreno	111,1	104,6	107,1	106,1	103,8	108,5	103,5	115,2	106,1	105,4	97,9	104,1	105,2	110,9			

Tabla 9. Control de densidades Plataforma 5196. Fuente: [Propia.]

PLATAFORMA 5195																	
SUBRASANTE																	
Densidad seca en sitio	2,041	1,928	1,841	1,806	1,891	1,889	1,856	1,819	1,851	1,84	2,019	1,846	1,943	1,983	1,865	2,071	1,926
Peso unitario máx seco sitio	20,01	18,9	18,06	17,71	18,54	18,62	18,2	17,84	18,15	18,04	19,8	18,11	19,06	19,44	18,29	20,31	18,89
Peso unitario máx seco lab	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44
Compactación del terreno	108,5	102,5	97,9	96,1	100,6	101	98,7	96,8	98,4	97,9	107,38	98,21	103,36	105,4	99,2	110,1	102,4
Densidad seca en sitio	1,994	2,014	1,852	1,84	1,862	1,908	1,856	1,84	1,85	1,908	1,875	1,974	2,134	1,949	1,856	1,947	1,946
Peso unitario máx seco sitio	19,56	19,75	18,16	18,05	18,26	18,71	18,2	18,05	18,15	18,71	18,39	18,36	18,93	19,11	18,2	19,1	19,09
Peso unitario máx seco lab	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44
Compactación del terreno	106,1	107,1	98,5	97,9	99	101,5	98,7	97,9	98,4	101,5	99,7	99,566	102,66	103,63	98,7	103,6	103,5
SUBBASE GRANULAR																	
Densidad seca en sitio	2,598	2,319	2,43	2,356	2,785	2,641	2,329	2,691	2,532	2,35	2,365	2,389	2,465	2,513			
Peso unitario máx seco sitio	25,479	22,742	23,831	23,105	27,312	25,9	22,841	26,391	24,831	23,046	23,194	23,429	24,174	24,645			
Peso unitario máx seco lab	22,84	21,74	22,65	22,58	22,05	22,89	22,42	22,55	22,84	22,45	22,88	22,78	22,99	22,62			
Compactación del terreno	111,55	104,61	105,21	102,33	123,87	113,15	101,88	117,03	108,72	102,66	101,37	102,85	105,15	108,95			

Tabla 10. Control de densidades Plataforma 5195. Fuente: [Propia.]

PLATAFORMA 5002																	
SUBRASANTE																	
Densidad seca en sitio	1,954	1,842	1,84	1,862	1,908	1,856	1,84	1,839	1,832	1,82	1,905	1,885	1,819	1,851	1,84	2,019	1,976
Peso unitario máx seco sitio	19,16	18,07	18,05	18,26	18,71	18,2	18,05	18,04	17,97	17,85	18,68	18,48	17,84	18,15	18,04	19,8	19,37
Peso unitario máx seco lab	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44
Compactación del terreno	103,9	98	97,9	99	101,5	98,7	97,9	97,8	97,4	96,8	101,3	100,2	96,8	98,4	97,9		105,1
Densidad seca en sitio	2,019	1,846	1,943	1,86	1,822	1,85	1,867	1,708	1,67	1,632	1,594	1,908	1,924	2,126	1,983	1,887	
Peso unitario máx seco sitio	19,8	18,11	19,06	18,25	17,88	18,64	18,2	18,77	18,4	18,03	15,66	18,72	18,87	20,85	19,45	18,5	
Peso unitario máx seco lab	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	18,44	
Compactación del terreno	107,38	98,21	103,36	98,97	96,963	101,08	98,698	101,79	99,783	97,777	84,924	101,52	102,33	113,1	105,5	100,3	
Densidad seca en sitio	2,487	2,415	2,385	2,396	2,689	2,71	2,369	2,465	2,356	2,542	2,584	2,451	2,684	2,842			
Peso unitario máx seco sitio	24,39	23,684	23,39	23,498	26,371	26,577	23,233	24,174	23,105	24,929	25,341	24,037	26,322	27,871			
Peso unitario máx seco lab	22,64	21,84	22,54	22,87	22,34	23,1	22,98	22,24	22,58	22,36	22,31	23,02	23,15	23,95			
Compactación del terreno	107,73	108,44	103,77	102,74	118,04	115,05	101,1	108,7	102,33	111,49	113,59	104,42	113,7	116,37			

Tabla 11. Control de densidades Plataforma 5002. Fuente: [Propia.]

En las tablas anteriores se presentan los controles de densidades realizados en las plataformas donde se evidencia en cada muestra que la compactación del

terreno cumple con la compactación mínima especificada para la subrasante (95%) y para la subbase granular (100%).

4.2.3. CALIDAD DE LOS MATERIALES

GEOTEXTIL

Se emplearán geotextiles elaborados a partir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos con un porcentaje mínimo del 95% en peso de poliolefinas o poliéster. El geotextil por utilizar deberá cumplir con las propiedades mecánicas e hidráulicas establecidas en la norma.

PROPIEDAD	ENSAYO	Valores Norma	Valores Reales
Resistencia a la tensión GRAB	INV E-901	1100 N	1116 N
Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro	INV E-913	2200 N	3629
Resistencia al rasgado trapezoidal	INV E-903	400 N	455,1 N
Tamaño de abertura aparente*	INV A-907	0,60 mm	0,355 mm
Estabilidad ultravioleta	INV S-910	50%	70%

Tabla 12. Ensayos para geotextil. Fuente: [Propia.]

En la tabla 9 se presentan los ensayos realizados al Geotextil con sus respectivos resultados y los valores mínimos para cada propiedad que al compararse se concluye que el geotextil cuenta con las propiedades requeridas para su implementación. *El valor Norma del tamaño de abertura aparente es el valor máximo promedio por rollo.

CONCRETO

Cemento: Según especificación del contratante se utilizó CEMENTO ARGOS cuyas principales características suministradas por el fabricante son:

- Peso específico $3.12 \text{ g/cm}^3 = 3.12 \text{ t/m}^3$
- Peso saco tipo $50 \text{ kg} = 0.050 \text{ t}$
- Volumen saco (Peso/peso específico) $0.01603 \text{ m}^3 = 16025 \text{ cm}^3$

Agua: Se utilizó la suministrada por el acueducto municipal (potable)

Agregado grueso. Como agregado grueso se examinó un material triturado, de tamaño máximo de 1.0 pulgada y su granulometría fue comparada con la NTC-174 para verificación; al comparar se tiene que el material posee una gradación ajustada a los requerimientos de la NTC-174 Rango No. 4 (Tamaño Nominal entre 25.4mm a 4.76mm).

Los resultados obtenidos en los diferentes ensayos fueron los siguientes:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADO
Tamaño máximo	Pulgadas	1"
Tamaño nominal	Pulgadas	¾"
Caras fracturadas	%	>70
Finos	%	0.89
Peso específico	gr/cm ³	2.58
Absorción	%	1.27
Masa unitaria suelta	Kg/m ³	1563
Masa unitaria apisonada	Kg/m ³	1628
Forma	Triturado angular y rugoso	

Tabla 13. Resumen ensayos del agregado grueso. Fuente: [Propia.]

Agregado fino. Como agregado fino se examinó un material suministrado, y su granulometría fue comparada con la NTC-174 para verificación. Al comparar se deduce que la arena posee un alto porcentaje de granos gruesos, ligeramente mal graduada pasando entre el límite superior al límite inferior de la especificación recomendada para agregado fino, cumpliendo en todo su recorrido dichos parámetros.

Los resultados obtenidos en los diferentes ensayos fueron los siguientes:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADO
Módulo de finura		3.08
Contenido de materia orgánica	%	#1
Finos	%	8.58
Peso específico	gr/cm ³	2.46
Absorción	%	2.71
Masa unitaria suelta	Kg/m ³	1654

Masa unitaria apisonada

Kg/m³

1811

Forma

Redondeada (de río)

Tabla 14. Resumen ensayos del agregado fino. Fuente: [Propia.]

Ensayos

Asentamiento

La prueba de asentamiento determina la consistencia del concreto, es decir, su trabajabilidad. Esta prueba consiste en llenar de concreto un cono truncado, de 30 cm de altura, en 3 capas, dando 25 golpes con una varilla, una vez que se enrasa el cono con la misma varilla, se levanta verticalmente el molde, y se mide la diferencia de altura entre el cono de concreto abatido y la altura del molde, esta diferencia en cm es el asentamiento del concreto.

Compresión

La prueba de compresión mide la resistencia del concreto en su estado endurecido y muestra la mejor resistencia posible que puede alcanzar el concreto en condiciones ideales. La resistencia a la compresión es una medida de la capacidad del concreto para resistir cargas que tienden a prensarlo.

Para el ensayo de resistencia a la compresión una muestra constará de tres series de cuatro cilindros cada una y se tomó una muestra por cada clase de concreto. Las tres series se ensayan, la primera a los 7 días, la segunda a los 14 días, y la tercera a los 28 días.

DESCRIPCION		LOCACION	EDAD (DIAS)	PSI DISEÑO	SLUMP	PREMEZCLADO/ MEZCLADO EN OBRA	PLANTA / CEMENTO	RESULTADO ENSAYOS (PSI)	PROMEDIO	%	CUMPLE
ATRAQUE ALCANTARILLA	CIRA 5002-5195	7	2500	4,0	EN OBRA	ARGOS	1.709	1.797	71,86%	SI	
ATRAQUE ALCANTARILLA	CIRA 5002-5195	7	2500	4,0	EN OBRA	ARGOS	1.884				
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5002-5195	7	3000	3,5	EN OBRA	ARGOS	3.355	3.305	80,20%	SI	
ATRAQUE ALCANTARILLA	CIRA 5002-5195	28	2500	4,0	EN OBRA	ARGOS	2.590				
ATRAQUE ALCANTARILLA	CIRA 5002-5195	28	2500	4,0	EN OBRA	ARGOS	2.634	2.612	104,48%	SI	
ATRAQUE ALCANTARILLA	CIRA 5196	7	2500	3,0	EN OBRA	ARGOS	3.152				
ATRAQUE ALCANTARILLA	CIRA 5196	7	2500	3,0	EN OBRA	ARGOS	3.463	3.308	132,30%	SI	
ATRAQUE ALCANTARILLA	CIRA 5196	14	2500	3,0	EN OBRA	ARGOS	3.520				
ATRAQUE ALCANTARILLA	CIRA 5196	14	2500	3,0	EN OBRA	ARGOS	3.440	3.480	139,20%	SI	
ATRAQUE ALCANTARILLA	CIRA 5196	28	2500	3,0	EN OBRA	ARGOS	3.654				
ATRAQUE ALCANTARILLA	CIRA 5196	28	2500	3,0	EN OBRA	ARGOS	3.740	3.697	147,88%	SI	
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5002-5195	7	3000	2,5	EN OBRA	ARGOS	2.162				
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5002-5195	7	3000	2,5	EN OBRA	ARGOS	2.369	2.266	75,52%	SI	
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5002-5195	14	3000	2,5	EN OBRA	ARGOS	2.690				
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5002-5195	14	3000	2,5	EN OBRA	ARGOS	2.966	2.755	85,20%	SI	
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5002-5195	28	3000	2,5	EN OBRA	ARGOS	3.250				
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5002-5195	28	3000	2,5	EN OBRA	ARGOS	3.198	3.224	107,47%	SI	
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5196	7	3000	3,5	EN OBRA	ARGOS	3.698				
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5196	7	3000	3,5	EN OBRA	ARGOS	3.971	3.835	127,82%	SI	
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5196	14	3000	3,5	EN OBRA	ARGOS	3.964				
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5196	14	3000	3,5	EN OBRA	ARGOS	4.126	4.045	134,83%	SI	
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5196	28	3000	3,5	EN OBRA	ARGOS	4.220				
CABEZOTES ALCANTARILLA	CIRA 5196	28	3000	3,5	EN OBRA	ARGOS	4.139	4.180	139,32%	SI	

Tabla 15. Trazabilidad de concretos. Fuente: [Propia.]

4.3. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA PROGRAMACIÓN

A lo largo del proyecto principalmente en el movimiento de tierras, se presentan situaciones que influyen en el rendimiento, como es el caso de los periodos de lluvias que dificultan el desarrollo de ciertas actividades, ocasionando retrasos o variaciones en la programación; es por esto, que es necesario verificar constantemente el tiempos estimados y reales de las actividades ejecutadas.

Para la verificación del cumplimiento de la programación se llevó un registro de las actividades realizadas y su porcentaje de ejecución en diferentes cortes a lo largo de la construcción, realizando así una comparativa entre lo programado y lo ejecutado. El cumplimiento de la programación se basó en la duración de cada actividad y no en las fechas establecidas al iniciar el proyecto.

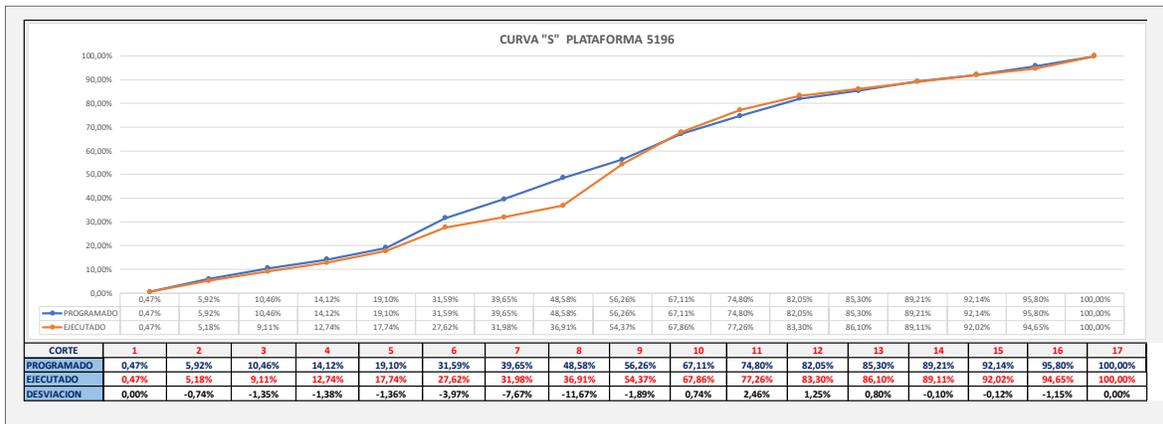


Ilustración 10. Curva "S" Plataforma 5196. Fuente: [Propia.]

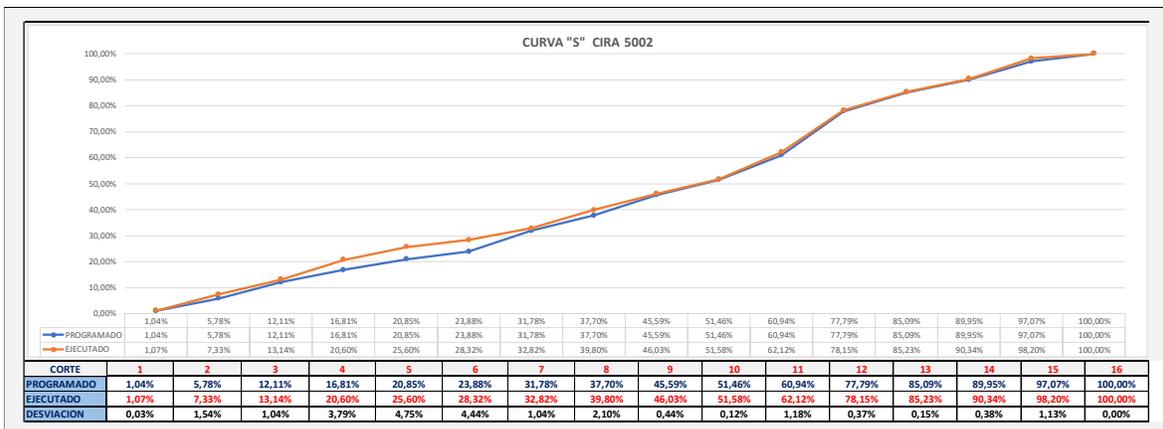


Ilustración 11. Curva "S" Plataforma 5002.

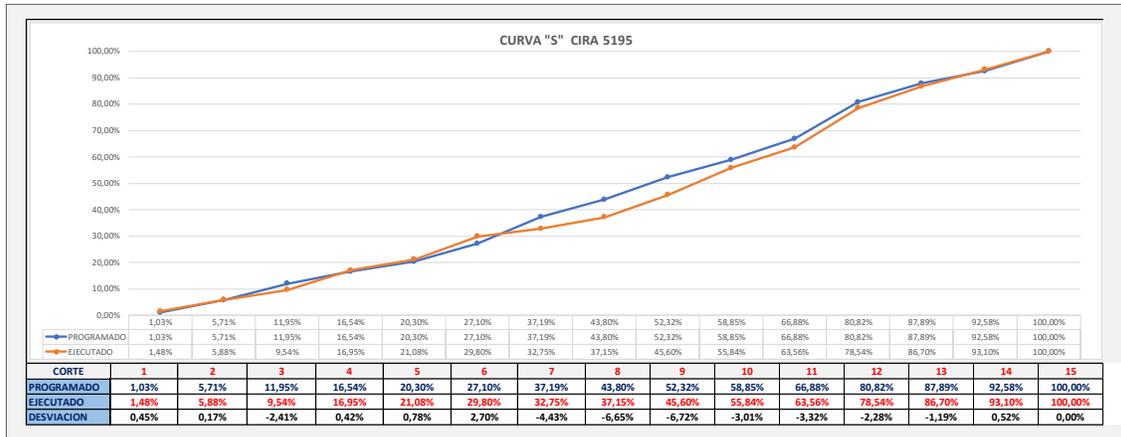


Ilustración 12. Curva "S" Plataforma 5195.

En las ilustraciones anteriores se muestra el método de verificación del cumplimiento de los tiempos empleados en el proyecto para cada una de las plataformas, pudiendo comprobar que el tiempo de terminación de las actividades de las plataformas cumplen con los tiempos programados.

5. APORTE AL CONOCIMIENTO

5.1. Aportes de la empresa al estudiante

- Adquirir capacidades necesarias para abordar de manera eficiente y profesional los problemas inherentes a la ejecución de un proyecto cumpliendo con las obligaciones adquiridas en los plazos establecidos.
- Conocer y participar en el proceso de construcción de plataformas de perforación, logrando así llevar a la práctica conocimientos previos sobre el movimiento de tierras y sus ensayos requeridos.
- Adquirir habilidades de manejo y relacionamiento de personal, aspecto de demasía importancia en el desarrollo del rol de ingeniero a lo largo de la vida profesional.
- Identificar y entender los controles de calidad necesarios en la ejecución de las diferentes etapas en un proyecto, reconociendo su importancia y participando en su implementación.

5.2. Aportes del estudiante

- Sistematización de seguimiento de actividades

El seguimiento de las actividades permite a la empresa examinar el progreso e impacto del proyecto, identificar y anticipar los problemas, permitiéndoles así tomar las medidas necesarias para evitarlos o resolverlos. El proceso de seguimiento está ligado a la toma de decisiones ya que permite hacer ajustes en las actividades, cuando sea necesario.

Por esta razón se buscó optimizar el proceso de verificación de los tiempos empleando una plantilla donde se dividió en las diferentes etapas abarcando las actividades principales de cada una, teniendo en cuenta el tiempo de inicio, tiempo final, duración y la programación realizada al inicio del proyecto, mostrando así la curva "S" en donde se verifica el cumplimiento de los tiempos o los atrasos presentados.



CONTRATO: CLCI-0636 OBRAS DE CONSTRUCCIÓN,
REPARACIÓN Y READECUACIÓN DE PLATAFORMAS, VÍAS DE
ACCESO, AREAS PARA FACILIDADES Y OBRAS CIVILES EN EL
CAMPO LA CIRA INFANTAS

NOMBRE DE LA TAREA	DURACIÓN (días)	Fecha inicio	Fecha final	% OBRA	% ETAPA	%	1-ene-00	8-ene-00	15-ene-00	22-ene-00	29-ene-00	5-feb-00	12-feb-00	19-feb-00	26-feb-00	4-mar-00	11-mar-00	18-mar-00
PLATAFORMA CIRA 5196						P												
						E												
ACTIVIDADES PRELIMINARES						P												
						E												
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO						P												
						E												
TALA DE ÁRBOLES						P												
						E												
OBRAS DE CONTROL DE SEDIMENTOS						P												
						E												
MURO EN TIERRA ARMADA						P												
						E												
DESMONTE, LIMPIEZA Y DESCAPOTE						P												
						E												
DEMOLICIÓN DE CONCRETOS						P												
						E												
CONSTRUCCIÓN DE FILTRO						P												
						E												
TRANSPORTE DE MATERIAL A ZODME						P												
						E												
MOVIMIENTO DE TIERRA						P												
						E												
MEJORAMIENTO DE BAJOS						P												
						E												
EXCAVACIÓN MECÁNICA						P												
						E												
CORTES Y RELLENOS COMPENSADOS Y COMPACTADOS						P												
						E												
TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERAS						P												
						E												
RELLENOS COMPACTADOS						P												
						E												
CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLA						P												
						E												
SUB-BASE GRANULAR						P												
						E												
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SUB-BASE GRANULAR						P												
						E												

Ilustración 13. Plantilla seguimiento de actividades. Fuente: [Propia.]

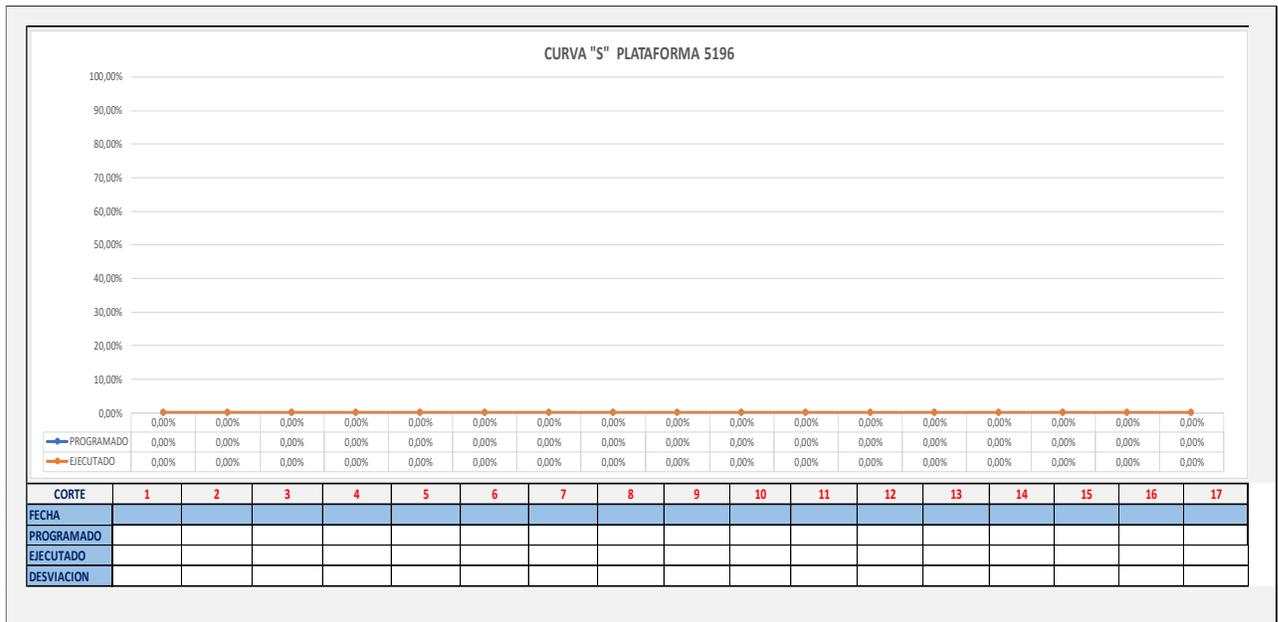


Ilustración 14. Plantilla curva "S". Fuente: [Propia.]

- **Sistematización de memorias de cálculo**

Las memorias de cálculo describen de manera detallada los procedimientos que intervienen en el desarrollo del proyecto.

Las memorias de cálculo son necesarias para el cobro de las actividades ya que en ella se describen las actividades realizadas, es por esto, que fue necesario optimizar dicho proceso, realizando una hoja de Excel donde se encontrarán todas las actividades necesarias en el proceso de construcción de plataformas y se especificara el valor por unidad de medida, siguiendo con las hojas donde se detallan los cálculos realizados y el trabajo ejecutado de cada actividad.

La sistematización de las memorias de cálculo más que la automatización del proceso es un modelo de memoria de cálculo que será implementada en los próximos contratos realizados por la empresa.

1	ITEM	DESCRIPCION	UND	V. UNITARIO	V. TOTAL		
2	1	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION					
3	1,1	Movilización / Desmovilización del Contratista	Global				
4	2	PLATAFORMAS Y VIA DE ACCESO, PLANTAS Y ESTACIONES, MANIFOLDS, SERPENTINAS Y AMPLIACIONES MENORES DE PLATAFORMAS		\$ -	-		
5	2,1	Localización y replanteo	m2				
6	2,2	Tala de árboles con circunferencia del tronco: 30<P≤50	Unidad				
7	2,3	Tala de árboles con circunferencia del tronco: P>50	Unidad				
8	2,4	Demolición con Equipo Pesado	m3				
9	2,5	Demolición Manual con equipo neumatico	m3				
10	2,6	Desmante, limpieza y descapote	m2				
11	2,7	Excavación, Cortes, Canales y Préstamos	m3				
12	2,8	Excavación, Cortes, Canales y Préstamos - En material Consolidado	m3				
13	2,9	Excavación para Bacheo	m3				
14	2,10	Excavación para Mejoramiento de área - contrapozo	m3				
15	2,11	Excavación Manual sin tablestacado	m3				
16	2,12	Excavación Manual con tablestacado	m3				
17	2,13	Excavación Manual con motobomba (Presencia de NAF)	m3				
18	2,14	Rellenos compactados	m3				
19	2,15	Rellenos compactados para bacheos	m3				
20	2,16	Rellenos compactados manualmente	m3				
21	2,17	Cortes y rellenos compensados y compactados	m3				
22	2,18	Perfilado taludes	m2				
23	2,19	Cuneteado del terreno	ml				
24	2,20	Conformación de zonas de disposición de materiales estériles	m3				
25	2,21	Transporte de material entre 0 m y 1,0 km	m3				
26	2,22	Transporte de material entre 1,1 y 4,9 km	m3-Km				
27	2,23	Transporte de material entre 5,0 y 10,0 km	m3-Km				
28	2,24	Transporte de material entre 10,1 y 14,9 km	m3-Km				
29	2,25	Transporte de material Mayor a 15,0 km	m3-Km				
30	2,28	Suministro, transporte e instalación Subbase granular	m3				
31	2,29	Suministro y transporte de Subbase granular	m3				
32	2,30	Suministro, Transporte e Instalación de Material Granular. Sin Clasificar - Crudo De Río	m3				
33	2,31	Suministro y Transporte de Material sin Clasificar - Crudo De Río	m3				
34	2,32	Suministro, Transporte e instalación de Base estabilizada con emulsión asfáltica - Preparada en planta	m3				
		PPTO	LOCALIZACION	TALA DE ARBOLES	EQUIPOS DEMOLICON	TRANSPORTE (3)	DESCAPOTE

Ilustración 15. Plantilla base – Presupuesto. Fuente: [Propia.]



MEMORIA DE CALCULO

CONSTRUSER N&S S.A.S
 CLCI-0636 OBRAS DE CONSTRUCCIÓN, REPARACIÓN Y READECUACIÓN DE PLATAFORMAS, VÍAS DE ACCESO, ÁREAS PARA FACILIDADES Y OBRAS CIVILES EN EL CAMPO LA CIRA INFANTAS

AREA	LA CIRA INFANTAS
IDD AREA	LOCACION 5196
ACTA	009

CONTRATO
CLCI 0636

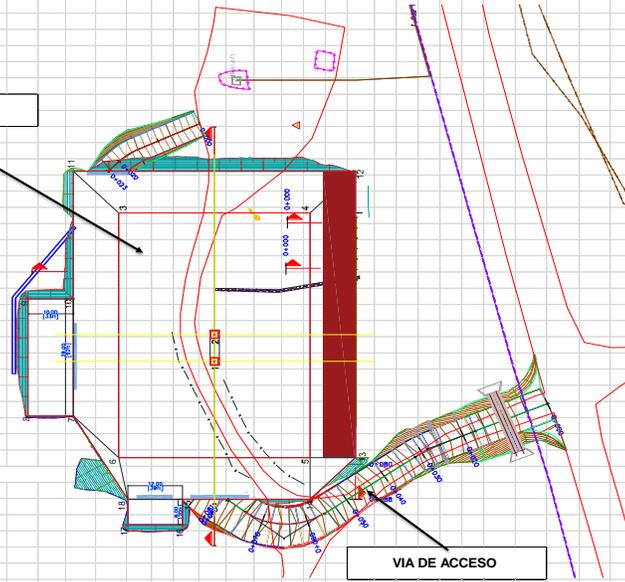
DESCRIPCION
LOCALIZACION Y REPLANTEO

PERIODO
03 ene 2020 A 31 ene 2020

LOCALIZACION Y REPLANTEO	AREA VIA ACCESO + AREA DE LA PLATAFORMA	6554,96	m2
LOCALIZACION VIA ACCESO =		1073	M2
LOCALIZACION PLATAFORMA =		5481,96	M2

CUADRO DE COORDENADAS			
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA RASANTE
1	1032555,257	1264169,800	93,50
2	1032555,257	1264176,200	93,50
3	1032534,257	1264205,200	93,45
4	1032576,257	1264205,200	93,45
5	1032576,257	1264146,800	93,45
6	1032534,257	1264146,800	93,45
7	1032524,257	1264156,800	93,30
8	1032514,257	1264156,800	93,30
9	1032514,257	1264184,800	93,30
10	1032524,257	1264184,800	93,30
11	1032524,257	1264215,200	93,30
12	1032586,257	1264215,200	93,30
13	1032586,257	1264146,800	93,30
14	1032576,257	1264136,800	93,30
15	1032548,257	1264136,800	93,30
16	1032548,257	1264130,800	93,30
17	1032536,257	1264130,800	93,30
18	1032536,257	1264136,800	93,30

PLATAFORMA



VIA DE ACCESO



TOTAL LOCALIZACION Y REPLANTEO = 5481,96 m2 + 1073 m2 = 6.554,96 m2

CONSOLIDADO DE CANTIDADES CALCULADAS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	VoBo
1	PLATAFORMA Y ACCESO					
2,1	Localización y replanteo	M2	6554,96	\$ 872	\$ 5.715.925	
TOTAL					\$ 5.715.925	

CONTRATISTA		GESTORIA TECNICA
FRMA		
NOMBRE	MANUEL ANTONIO BARRERA	BERNARDINO DUARTE
CARGO	INGENIERO RESIDENTE	GESTORIA TECNICA

Ilustración 16. Plantilla memoria de cálculo. Fuente: [Propia.]

6. CONCLUSIONES

Al finalizar este proceso de aprendizaje en la empresa CONSTRUSER SAS y según lo documentado en este informe, se puede concluir que los objetivos planteados al inicio de este documento se cumplieron en su totalidad resaltando los siguientes puntos:

-No fue necesario realizar un mejoramiento al suelo donde estaban destinadas las plataformas ya que estos suelos al ser ensayados demostraron contar con las propiedades necesarias para la construcción.

-Al realizarse la supervisión de la ejecución de los ensayos se pudo verificar que los materiales utilizados a lo largo del proyecto cumplieron con los estándares de calidad determinados por la norma.

-Con base en el seguimiento de las actividades se pudo dar cumplimiento en su totalidad con los requerimientos y especificaciones técnicas establecidas en los planos en el tiempo programado.

-Pese a que las plataformas fueron entregadas en fechas diferentes a las pactadas al inicio de la obra, se cumplieron con los tiempos establecidos en la programación debido a que durante la construcción de las plataformas se pasó por una emergencia sanitaria que impidió el normal desarrollo de las actividades.

BIBLIOGRAFIA

F. Guevara-Martínez, *ANÁLISIS Y EJECUCIÓN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN UNA OBRA EMPLEANDO EL DIAGRAMA DE CURVA MASA*, Lima, 2015.

E. J. Badillo y A. Rico Rodríguez , *FUNDAMENTOS DE LA MECÁNICA DE SUELOS*, México: Limusa, 2005.

W. Á. B. Diaz, *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE SUELOS Y MEMORIA DE CÁLCULO*, Bogotá D.C., 2015.

A. M. D. B. D. I. D. Urbano, *ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: Separación de suelos de subrasantes y capas granulares con geotextil*, VERSIÓN 2.

A. M. D. B. D. I. D. Urbano, *ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: Capas granulares de base y subbase*, VERSIÓN 2.0.